

MALANG

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

Disusun oleh :

MUHAMMAD DJUNAI DI WATTIHELW
05.21.075

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010

Office Memorandum

VOLUNTARY REEMPLOYMENT COMPENSATION

8/13/78

TO: ASSISTANT ATTORNEY GENERAL

MANAGEMENT AND LABOR RELATIONS DIVISION

ATTORNEY GENERAL'S OFFICE

8/13/78

10/13

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN
TYPE PELENGKUNG (*Lower Deck*) PADA JEMBATAN KONANG
MUNJUNGAN KEC. PANGGUL – KAB. TRENGGALEK**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil S-1*

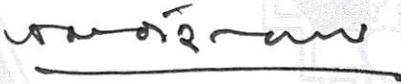
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Disusun oleh :

**MUHAMMAD DJUNAIDI WATTIHEL UW
(05.21.075)**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Ir.H. Sudirman Indra.,MSc)

Dosen Pembimbing II



(Yosimson P. Manaha, ST.,MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)




(Ir. H. Hirijanto.,MT)

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN
TYPE PELENGKUNG (*Lower Deck*) PADA JEMBATAN KONANG
MUNJUNGAN KEC. PANGGUL – KAB. TRENGGALEK**

SKRIPSI

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada, hari : Senin

Tanggal : 23 Agustus 2010

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

Disusun oleh :

MUHAMMAD DJUNAIDI WATTIHELW

(05.21.075)

Disahkan Oleh :

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)

Dosen Penguji :

Penguji I



(Ir. Agus Santosa, MT)

Penguji II



(Ir. Ester Priskasari, MT)

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

2010

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Muhammad Djunaidi Wattiheluw**

NIM : **05.21.075**

Program Studi : **TEKNIK SIPIL S-1**

Fakultas : **TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TYPE PELENGKUNG (LOWER DECK) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC. PANGGUL – KAB. TRENGGALEK”.

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang,...September 2010

Yang membuat pernyataan



ABSTRAKSI

Muhammad Djunaidi Wattiheluw, 2010, "STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TYPE PELENGKUNG (LOWER DECK) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC. PANGGUL – KAB. TRENGGALEK".

Dosen Pembimbing I : Ir. H. Sudirman Indra, MSc, Dosen Pembimbing II : Yosimson P. Manaha, ST, MT

Jembatan pelengkung (lowdeck) yang direncanakan sebagai alternatif lain bagi konstruksi rangka baja yang sudah ada dan karena jembatan pelengkung (lowerdeck) cocok untuk bentang panjang (60m – 120m), dan mempunyai nilai estetika yang lebih menarik dibandingkan jembatan komposit. Perencanaan jembatan pelengkung dari struktur bagian atas saja, yaitu yang meliputi perencanaan pelat lantai kendaraan, gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, kabel, ikatan angin, sambungan, dan perletakan.

Pengambilan Judul ini bertujuan untuk dapat merencanakan struktur jembatan rangka baja yang membentuk pelengkung yang memiliki bentang 92 m, dapat memberikan nilai estetika yang menarik, dan dapat mengetahui volume bahan yang diperlukan.

Peraturan pembebanan yang dipakai dalam perencanaan ini menggunakan *BMS '92*, analisa profil baja menggunakan *SNI 03-2002 dan LRFD*, struktur jembatan direncanakan secara 3D menggunakan program bantu *STAAD PRO 2004*.

Dari hasil analisa diperoleh struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil 414x405x28 (gelagar induk pelengkung dan gelagar induk tipe wren), W24x94 (gelagar melintang), W12x40 (gelagar memanjang), LD90x90x9 (ikatan angin atas dan bawah), dan kabel sebagai penggantung menggunakan diameter 7,62 cm. Kata Kunci : Steel Arch (pelengkung), baja, cable.

Kata kunci : baja, jembatan, kabel, lowerdeck, pelengkung

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan RahmatNya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS JEMBATAN TYPE PELENGKUNG (*Lower Deck*) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC. PANGGUL – KAB. TRENGGALEK”**

Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini saya menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. DR. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku Dekan FTSP ITN Malang.
3. Bapak Ir. Hirijanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1.
4. Bapak Ir. Sudirman Indara.,MSc selaku dosen pembimbing I.
5. Bapak Yosimson P.Manaha,ST.,MT selaku dosen pembimbing II
6. Bapak Ir. Agus Santosa.,MT selaku dosen penguji
7. Ibu Ir. Ester Priskasari.,MT selaku dosen penguji

Akhir kata, saya sajikan skripsi ini dengan harapan semoga dapat bermanfaat bagi saya sendiri dan mahasiswa jurusan teknik sipil pada umumnya. Kritik dan saran kami harapkan demi memperbaiki kearah yang lebih sempurna.

Malang, September 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Lingkup Pembahasan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Jembatan secara umum.....	4
2.2 Bagian-bagian Struktur Jembatan Pelengkung	7
2.2.1 Pelat Lantai Kendaraan	7
2.2.2 Steel Arch (Pelengkung)	8
2.2.3 Gelagar Induk	8
2.2.4 Kabel	9
2.2.5 Socket.....	10
2.2.6 Gelagar Memanjang.....	10
2.2.7 Gelagar Melintang	10
2.2.8 Ikatan Angin	10
2.2.9 Landasan dan Tumpuan	11
2.3 Pembebanan.....	15
2.3.1 Beban Primer.....	15
2.3.2 Beban Sekunder.....	18
2.3.3 Kombinasi Pembebanan.....	19

2.4 Teori Desain Struktur Baja Metode LRFD.....	20
2.5.1 Dasar Perencanaan LRFD (Load Resistance Faktor Design).....	22
2.5.1.1 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang (Komposit)	23
2.5.2.2 Perencanaan Dimensi Gelagar Induk	29
2.5.2.2.1 Perencanaan Dimensi Batang Tarik.....	29
2.5.2.2.2 Perencanaan Dimensi Batang Tekan.....	30
2.5.2.2.3 Pehitungan Sambungan Gelagar Induk	31
2.5.2.4 Pehitungan Kabel	33
BAB III PERHITUNGAN STRUKTUR JEMBATAN	36
3.1 Data Perencanaan.....	36
3.2 Data Pembebanan	37
Perhitungan Koordinat Steel Arch.....	38
3.3 Perencanaa Tiang Sandaran Jembatan	40
3.3.1 Pembebanan Pada Tiang Sandaran	40
3.3.2 Perhitungan Tiang Sandaran.....	41
3.3.3 Penulangan Tiang Sandaran.....	42
3.4 Perhitungan Pelat Lantai Kendaraan.....	45
3.4.1 Perhitungan Pembebanan	45
3.4.2 Perhitungan Statika	46
3.4.3 Penulangan Pelat Lantai	49
3.4.4 Penulangan Trotoir.....	55
3.5 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang	59
3.5.1 Perataan Beban.....	59
3.5.2 Perhitungan Gelagar Memanjang.....	63
3.5.2.1 Perhitungan Dimensi Gelagar Memanjang (komposit).....	66

3.5.2.2 Perencanaan Shear Conector	72
3.5.3 Perhitungan Gelagar Melintang	74
3.5.3.1 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang (komposit)	80
3.5.3.2 Perencanaa Shear Conector	87
3.5.4 Perencanaan Sambungan Gelagar memanjang dengan Gelagar Melintang.....	89
3.5.4.1 Sambungan Irisan Tunggal.....	90
3.5.4.2 Sambungan Irisan Ganda.....	93
3.6 Perhitungan Gelagar Induk.....	96
3.6.1 Akibat Beban Mati	96
3.6.2 Akibat Beban Hidup.....	98
3.6.3 Akibat Beban Rem	100
3.6.4 Akibat Beban Angin.....	101
3.7 Perhitungan Profil Baja.....	106
3.7.1 Perhitungan Dimensi Penampang Gelagar Pengaku (tipe Waren).....	106
3.7.1.1 Perhitungan Sambungan Gelagar Pengaku (tipe Waren)	110
3.7.2 Perhitungan Dimensi Penampang Gelagar Induk	131
3.7.2.1 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk.....	135
3.7.3 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Atas	199
3.7.3.1 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Atas.....	201
3.7.3 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Bawah	210
3.7.3.1 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Bawah	212
3.8 Perhitungan Dimensi Kabel.....	221
3.8.1 Perhitungan Sambungan Kabel.....	222
3.9 Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang dengan Gelagar Pengkau (tipe waren)	229
3.9.1 Sambungan Irisan Tunggal	230
3.9.2 Sambungan Irisan Ganda.....	233

3.10 Perhitungan Perletakan..... 237

BAB IV PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN..... 251

4.1 Profil Baja 251

4.2 Kebutuhan Baut..... 252

4.3 Kebutuhan Beton..... 254

BAB V P E N U T U P..... 256

5.1 Kesimpulan..... 256

5.2 Saran..... 258

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelagar Pararel Berdinding Penuh.....	5
Gambar 2.2 Gelagar Warren Truss	5
Gambar 2.3 Gelagar Jajar.....	5
Gambar 2.4 Gelagar Parabola	5
Gambar 2.5 Gelagar Setengah Parabola.....	5
Gambar 2.6 Gelagar Vak Belah Ketupat.....	5
Gambar 2.7 Jembatan Gantung	5
Gambar 2.8 Jembatan Lengerse	5
Gambar 2.9 Jembatan Busur Berlantai Kendaraan Terbenam	5
Gambar 2.10 Jembatan Busur Berlantai Kendaraan rendah	5
Gambar 2.11 Gelagar Parabola (Upper deck).....	5
Gambar 2.12 Jembatan Gantung.....	5
Gambar 2.13 Jembatan Busur Berlantai Kendaraan rendah	8
Gambar 2.14 Penampang Roll	11
Gambar 2.15 Penampang Sendi	13
Gambar 2.16 Poros Sendi.....	14
Gambar 2.17 Beban Laju “D”	17
Gambar 2.18 Beban Truk “T”	17
Gambar 2.19 Beban Dinamis	18
Gambar 2.20 Grafik Gaya Rem	19
Gambar 2.21 Diagram Regangan Tegangan	20
Gambar 2.22 Diagram Regangan Tegangan	20
Gambar 3.1 Perencanaan Kostruksi Jembatan	40
Gambar 3.2 Tiang Sandran Jembatan	40

Gambar 3.3 Pipa sandaran.....	41
Gambar 3.4 Gaya yang bekerja pada tiang Sandaran	41
Gambar 3.5 Penulangan Tiang Sandaran	42
Gambar 3.6 Diagram Tegangan	43
Gambar 3.7 Kondisi I Pembebanan Pada Lantai Kendaraan	46
Gambar 3.8 Kondisi II Pembebanan Pada Lantai Kendaraan.....	47
Gambar 3.9 Kondisi III Pembebanan Pada Lantai Kendaraan	47
Gambar 3.10 Kondisi IV Pembebanan Pada Lantai Kendaraan	48
Gambar 3.11 Kondisi V Pembebanan Pada Lantai Kendaraan.....	48
Gambar 3.12 Diagram Tegangan Pelat (Momen Negatif).....	49
Gambar 3.13 Diagram Tegangan Pelat (Momen Negatif).....	50
Gambar 3.14 Diagram Tegangan Pelat (Momen Positif)	52
Gambar 3.15 Diagram Tegangan Pelat (Momen Positif)	53
Gambar 3.16 Diagram Tegangan Trotoir (Momen Negatif).....	55
Gambar 3.17 Diagram Tegangan Trotoir (Momen Negatif).....	56
Gambar 3.18 Perataan Beban Pelat.....	59
Gambar 3.19 Perataan Beban Tipe A.....	59
Gambar 3.20 Perataan Beban Tipe B.....	60
Gambar 3.21 Perataan Beban Tipe C.....	61
Gambar 3.22 Perataan Beban Tipe D.....	62
Gambar 3.23 Momen Akibat Beban Mati.....	65
Gambar 3.24 Momen Akibat Beban Hidup	65
Gambar 3.25 Profil W12x40.....	66

Gambar 3.26 Diagram Tegangan Komposit	69
Gambar 3.27 Beban Mati Lantai Kendaraan dan Trotoir	76
Gambar 3.28 Berat Gelagar Memanjang	77
Gambar 3.29 Beban Lajur “D”	77
Gambar 3.30 Muatan Hidup Trotoir	78
Gambar 3.31 Beban Pelat Gelagar Memanjang.....	79
Gambar 3.32 Profil W24x94.....	80
Gambar 3.33 Diagram Tegangan Komposit	83
Gambar 3.34 Sambungan Memanjang dengan Melintang.....	89
Gambar 3.35 Gaya Rem.....	100
Gambar 3.36 Luas Beban Yang Terkena Angin	102
Gambar 3.37 Kendaraan Yang Terkena Angin.....	105
Gambar 3.38 Portal	186
Gambar 3.39 Dimensi Kabel.....	211
Gambar 3.40 Profil st200x200	212
Gambar 3.41 Prying Action	215
Gambar 3.42 Modal Analisis Untuk Prying Action.....	215
Gambar 3.43 Perletakan Rol	227
Gambar 3.44 Perletakan Sendi.....	230
Gambar 3.45 Perletakan Elastomer.....	235

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Muller Breslaw.....	14
Tabel 2.2 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri.....	15
Tabel 2.3 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	16
Tabel 2.4 Faktor Beban Untuk Beban Lajur “D”	16
Tabel 2.5 Faktor Beban Untuk Beban Truk “T”	17
Tabel 2.6 Faktor Beban Untuk Gaya Rem	18
Tabel 3.1 Koordinat Pelengkung Pertama	39
Tabel 3.2 Koordinat Pelengkung kedua.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan Jembatan Konang Kecamatan Panggul merupakan salah satu dari pembangunan fisik yang dilakukan Pemerintah Kabupaten Trenggalek sebagai sarana transportasi yang menghubungkan Desa Sukorejo dengan Desa Nglebeng yang selama ini terhambat akibat robohnya jembatan lama yang dibangun dari hasil swadaya masyarakat sendiri. Jembatan Desa Nglebeng kecamatan Panggul mempunyai bentang total 92 meter dengan struktur atasnya berupa baja komposit.

Jembatan Kampak Munjungan Kecamatan Panggul terbagi atas 6 bentang, dengan jarak antar bentang 1,2,5,6 adalah 15 m dan 3,4 adalah 16 m dengan panjang bentang total 92 meter dan lebar total 5 meter. Bentang sepanjang 92 meter ini di tahan oleh 5 buah pilar dan 2 buah abutment, dimana jarak antara pilar 1 ke pilar 2 sama dengan jarak anatar pilar 4 ke pilar 5 adalah 15 meter sedangkan jarak anatar pilar 2 ke pilar 3 serta pilar 3 ke pilar 4 adalah 16 m. Untuk jarak dari abutment ke pilar pertama adalah masing-masing 15 meter. Pondasi yang digunakan adalah pondasi kotak (kaison)

Melalui skripsi ini penulis mencoba untuk merencanakan kontruksi jembatan Konang Kecamatan Panggul dengan menggunakan struktur jembatan pelengkung lowerdeck. Oleh karena itu dilakukan suatu **“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN TYPE PELENGKUNG (*Lowerdeck*) PADA JEMBATAN KONANG KEC. PANGGUL – KAB. TRENGGALEK”**.. Adapun latar belakang pemilihan tipe jembatan pelengkung (lower deck) ini yaitu alternatif lain bagi konstruksi jembatan rangka baja yang sudah ada dan karena jembatan jenis pelengkung cocok untuk jembatan dengan bentang yang panjang dan jembatan pelengkung (lower deck) mempunyai nilai estetika yang menarik dibandingkan dengan jembatan biasa.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk memberikan alternatif perencanaan pada jembatan Konang dengan menggunakan rangka baja yang membentuk pelengkung.

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merencanakan struktur jembatan rangka baja yang membentuk pelengkung yang memiliki bentang 92 m
2. Dapat memberikan nilai estetika yang menarik.
3. Dapat mengetahui volume bahan yang diperlukan.

1.3. Lingkup Pembahasan

Dalam skripsi ini penulis hanya membahas konstruksi perencanaan jembatan pelengkung dari struktur bagian atas saja, yaitu yang meliputi perencanaan :

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

Untuk peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur ini yang berlaku di Indonesia dan metode yang digunakan adalah :

1. Perhitungan pembebanan menggunakan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (*BMS, tahun 1992*).

2. Metode Load and Resistance Factor Design (*LRFD*), digunakan dalam perencanaan dan sambunagn kontruksi baja.
3. SNI 03-2847-2002 digunakan dalam perencanaan kontruksi beton untuk perhitungan pelat lantai kendaraan.
4. SNI 03-1729-2002 digunakan dalam Perencanaan Konstruksi Baja untuk perhitungan profil baja.

Untuk perhitungan statikanya penulis menganalisa jembatan pelengkung dengan perhitungan 3-D yang menggunakan program STAAD Pro 2004.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jembatan Secara Umum

Jembatan adalah suatu konstruksi yang digunakan untuk menghubungkan suatu tempat dengan tempat lain yang terpisah karena adanya proses alam, seperti : sungai, rawa, danau, laut, dan lain sebagainya¹⁾. Jembatan-jembatan dapat digolongkan sebagai berikut : Jembatan-jembatan tetap

○ **Jembatan-jembatan tetap dapat dibagi menjadi beberapa katagori :**

a. **Jembatan Kayu**

Jembatan jenis ini sering digunakan untuk bentang-bentang yang relative kecil dan untuk jembatan pembantu. Bentang jembatan kayu berkisar < 10 m.

b. **Jembatan Beton**

Jembatan-jembatan dari beton bertulang, dalam golongan ini juga termasuk juga jembatan yang gelagar-gelagarnya terbuat dari beton prategang maupun non prategang. Bentang jembatan beton < 20 m

c. **Jembatan Baja**

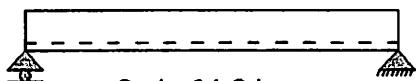
Jembatan ini dibagi menjadi beberapa jenis antara lain :

1. Jembatan yang sederhana dimana lantai kendaraannya berada diatas gelagar-gelagar. Bentangnya < 25 m
2. Jembatan-jembatan gelagar kembar, biasanya dipakai sebagai jembatan kereta api dengan batang rel diantara balok-balok. Bentangnya < 25 m
3. Jembatan dengan pemikul melintang dan pemikul memanjang, dimana gelagar induknya berupa gelagar dinding penuh yang dikonstruksi. Bentangnya < 25 m

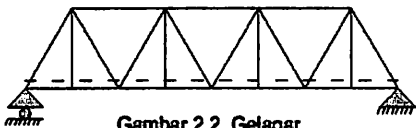
1) *Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. C. W. Van der Veen, Soemargono ; "Jembatan" 1995 Hal : 1*

4. Jembatan pelengkung atau lebih dikenal dengan steel arch bridge, rangka penyusunnya terdiri dari rangka busur (*arch*), kabel, rangka (*truss*). Bentangnya berkisar 60 – 120 m
5. Jembatan gantung atau lebih dikenal dengan suspension bridge, rangka penyusunnya adalah kabel yang terbentang diatas menara, hanger (*penggantung*), dan gelagar penegar (*stiffening truss*). Bentangnya 60-120 m

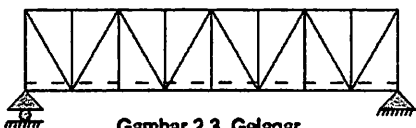
m



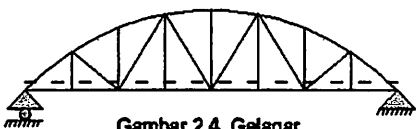
Gambar 2.1. Gelagar paralel berinding penuh atau gelagar plat



Gambar 2.2. Gelagar Warren Truss



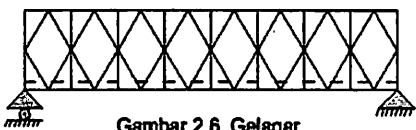
Gambar 2.3. Gelagar Jajar



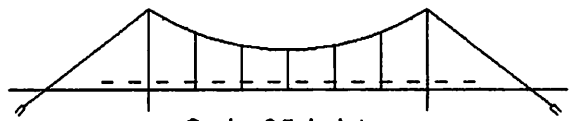
Gambar 2.4. Gelagar Parabola



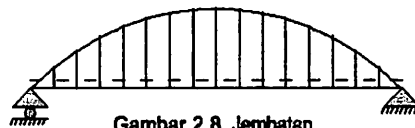
Gambar 2.5. Gelagar Setengah Parabola



Gambar 2.6. Gelagar Vak Belah Ketupat



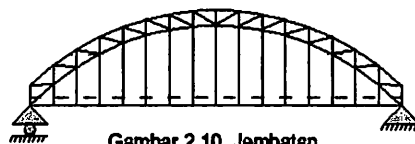
Gambar 2.7. Jembatan Gantung



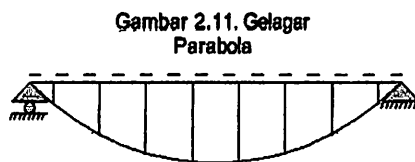
Gambar 2.8. Jembatan Lengse



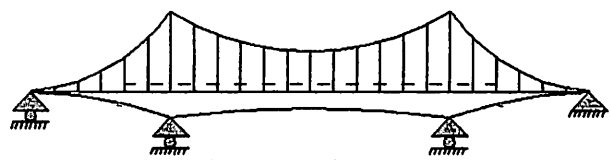
Gambar 2.9. Jembatan Busur berlantai kendaraan terbenam



Gambar 2.10. Jembatan Busur berlantai kendaraan rendah



Gambar 2.11. Gelagar Parabola



Gambar 2.12. Jembatan Gantung

d. Jembatan-jembatan batu, hampir tidak ada kecualinya dipergunakan untuk lalu lintas biasa.

○ **Jembatan-jembatan yang dapat digerakan digolongkan menjadi :**

1. Jembatan-jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar :
 - a. Jembatan-jembatan angkut
 - b. Jembatan-jembatan baskul
 - c. Jembatan lifat strauss
2. Jembatan-jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar, juga termasuk poros-poros yang dapat berpindah sejajar dan mendatar, seperti apa yang dinamakan jembatan baskul beroda.
3. Jembatan-jembatan yang dapat berputar atas suatu poros tegak, atau jembatan-jembatan putar.
4. Jembatan-jembatan yang dapat berkisar kearah tegak lurus dan menadatar.
 - a. Jembatan angkut
 - b. Jembatan beroda
 - c. Jembatan goyah

Semua bentuk dan ukuran jembatan hampir semuanya dapat menggunakan struktur baja sebagai konstruksinya, karena dapat memberikan berbagai keuntungan seperti lebih ringan, kuat desainnya mudah dalam pelaksanaan.

Dari segi pelaksanaan bangunan atas jembatan baja dapat dibedakan menjadi beberapa type antara lain : jembatan balok, jembatan rangka sederhana, jembatan rangka menerus, jembatan gantung, jembatan lengkung²⁾.

2.2 Bagian-bagian Struktur Jembatan Pelengkung

2.2.1 Pelat lantai kendaraan

Plat lantai kendaraan merupakan komponen jembatan tempat berpijaknya kendaraan. Dalam skripsi ini plat lantai kendaraan direncanakan terbuat dari struktur beton

Perhitungan pembebanan plat lantai kendaraan meliputi :

1. Pembebanan Plat lantai
2. Pembebanan trotoir

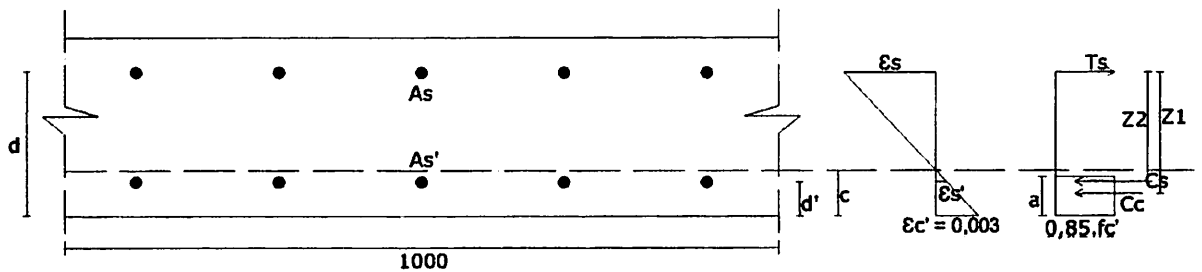
Penulangan plat lantai

Mu didapat dengan menggunakan software STAAD Pro 2004

d = tebal plat lantai – selimut beton – $\frac{1}{2}D$ tulangan

$A_s = (1/4 \times \pi \times D^2 \times b) / \text{jarak yg direncanakan}$

Untuk perhitungan tulangan rangkap



$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot x b}$$

Tegangan tekan pada serat beton :

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

Tegangan tekan pada serat baja :

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c')$$

Kekuatan momen yang terjadi :

$$M_n = C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2$$

Kekuatan momen rencana :

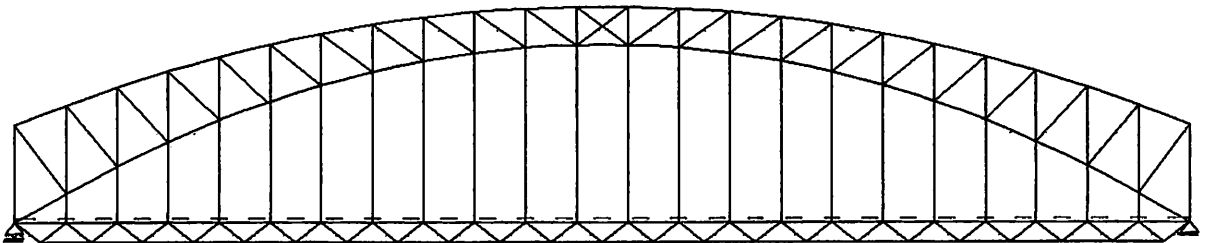
$$M_r = \phi \cdot M_n, \text{ dimana } \phi = 0,8$$

Kekuatan momen rencana ϕM_n harus lebih besar atau sama dengan momen luar rencana (M_u).

$$M_r = \phi M_n > M_u$$

2.2.2 Steel Arch (Pelengkung)

Steel Arch merupakan gelagar yang dipasang melengkung diatas dua tumpuan. Untuk memperoleh bentuk yang baik dimana lantai kendaraan berada dibawah busur maka ketinggian busur pertama diambil 1/5 sampai 1/8 dari panjang bentang, dan ketinggian busur kedua terhadap busur pertama diambil sebesar 1/25 sampai 1/45 bentang³⁾.



Gambar. 2.13. Jembatan Busur Berlanatai Kendaraan Rendah

2.2.3 Gelagar Induk

Gelagar induk adalah gelagar yang dipasang di kedua sisi jembatan dan terletak ke arah memanjang. Gelagar induk berfungsi untuk menerima semua pengaruh beban jembatan melalui gelagar melintang.

3) Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan"1995 hal :194

2.2.4 Kabel

Kabel pada konstruksi ini berfungsi sebagai penggantung yaitu menghubungkan gelagar induk dengan gelagar busur, menurut bentuknya kabel dibedakan menjadi⁴⁾ :

1. Wire Ropes

4) *Ir. Hannis Burhan, "Suspension Bridge" Hal : 6* Untuk jembatan dengan bentang lebih pendek. Setiap rope (*tali*) terdiri dari 7 strand, dan setiap strand berisi 7, 19, 37, atau 61 wire (*kawat*). Setiap rope tidak boleh berisi lebih dari 250 – 300 wire, agar tidak terlalu kaku pada waktu pemasangannya.

2. Parallel Wire Cable

Untuk sistem ini kira-kira 250 – 300 kawat yang sejajar satu dengan yang lain sehingga merupakan sebuah strand. Sebuah cable dapat terdiri dari 7, 19, 37, atau 61 strand yang disatukan. Kawat yang biasa dipakai adalah diameter 5,0 milimeter untuk bentang yang lebih pendek dapat pula dipakai diameter 4,5 mm atau 4,0 mm.

2.2.5 Sockets

Pada dasarnya ada dua type alat penyambung yang memungkinkan digunakan untuk memudahkan sambungan kabel ke struktur utama yaitu :

- a. Closed Strand Socket
- b. Open Strand Sockets

2.2.6 Gelagar Memanjang

Gelagar memanjang adalah gelagar yang dipasang arah memanjang jembatan yang berfungsi sebagai tumpuan lantai kendaraan dan juga yang berfungsi untuk mentransfer beban-beban yang diterima oleh gelagar melintang.

2.2.7 Gelagar Melintang

Gelagar melintang adalah komponen jembatan yang dipasang melintang dibawah lantai kendaraan. Fungsi dari gelagar melintang adalah sebagai tumpuan dari gelagar memanjang dan menerima beban-beban dari gelagar memanjang untuk diteruskan ke gelagar induk.

2.2.8 Ikatan Angin

Ikatan Angin adalah komponen jembatan yang berfungsi untuk memberikan kekuatan (pengaku) pada konstruksi dalam arah horisontal. Gaya-gaya horisontal itu biasanya ditimbulkan oleh angin ataupun gempa. Ikatan angin terdiri dari :

a. Ikatan Angin Atas

Ikatan Angin atas pada dasarnya berfungsi :

- Sebagai pengaku dalam bidang horisontal
- Memikul serta meneruskan gaya-gaya horisontal melalui konstruksi tambahan yang berupa portal ujung.
- Menahan tekuk Batang tepi atas.

b. Ikatan Angin Bawah

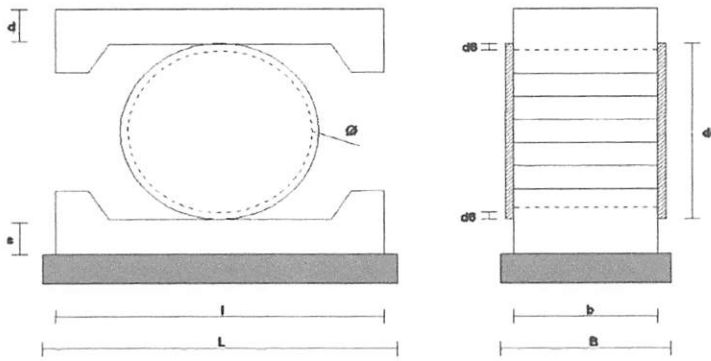
- Untuk memikul dan meneruskan gaya-gaya akibat tekanan angin kelandasan dan terus ke tanah pondasi.
- Untuk memberikan kekuatan pada konstruksi pada arah horisontal.

2.2.9 Landasan dan Tumpuan

Konstruksi tumpuan harus direncanakan agar mampu menahan gaya-gaya yang timbul yaitu gaya arah vertikal maupun horisontal. Pada konstruksi busur/steel arch dipasang tumpuan sendi roll. Untuk menahan peralihan takanan, maka harus

menggunakan konstruksi yang kokoh dan sebaiknya dibuat 10 cm lebih besar dari kursinya⁵⁾. Jenis-jenis konstruksi perletakan yang digunakan antara lain :

a. Perletakan Roll



Gambar 2.14. Penampang Roll

- o Panjang empiris (l) = 40 + L
- o Tebal kursi⁶⁾

$$s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : s = Tebal bantalan

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

P = gaya yang bekerja

- o Tebal bantalan⁷⁾

$$d = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : s = Tebal bantalan

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

5) Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan"1995 hal :241
 6)&7) Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan"1995 hal :249

P = gaya yang bekerja

- o Garis tengah roll

$$d_4 = 0,75 \cdot 106 \cdot \frac{P}{(\phi \cdot f_u)^2}$$

Dimana : d_4 = Garis tengah rol (cm)

$$\phi = 0,9$$

f_u = tegangan putus untuk A529 = 8500 kg/cm²

P = gaya yang bekerja (kg)

- o Tebal bibir rol

d_6 = direncanakan

- o Tinggi total rol

$$d_5 = d_4 + 2 \cdot d_6$$

- o Dimensi kursi beton

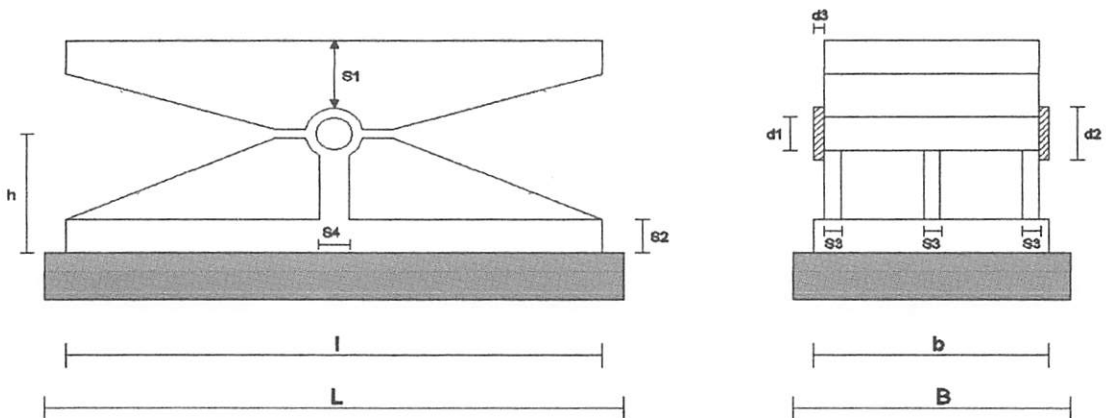
$$L = l + 2t$$

$$B = b + 2t$$

- o Kontrol tegangan

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

b. Perletakan Sendi



Gambar 2.15. Penampang Sendi

- o Panjang empiris (1) = 40 + L
- o Tebal Bantalan⁸⁾

$$d = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : s = Tebal bantalan

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

P = gaya yang bekerja

- o Mencari Nilai S₂, S₃, S₄, S₅

$$Mu = \frac{1}{8} \cdot Pu$$

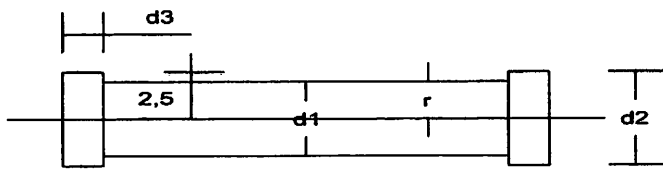
$$W = \frac{Mu}{\phi \cdot f_y}$$

Dengan menggunakan tabel Muller Breslaw didapat :

Tabel 2.1. Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{b}{a \cdot S_3}$	W
3	4	0,2222 . a . h ² . S ₃
4	4,2	0,2251 . a . h ² . S ₃
5	4,6	0,2286 . a . h ² . S ₃
6	5	0,2315 . a . h ² . S ₃

o Jari-jari Sumbu Sendi



Gambar 2.16. Poros Sendi

$$r = \frac{0,8 \cdot P}{\phi \cdot f_y \cdot l}$$

Dimana : r = jari-jari engsel sendi (cm)

f_y = Tegangan ijin bantalan baja (kg/cm^2)

ϕ = 0,9

L = Panjang bantalan rancangan (cm)

P = gaya yang bekerja (kg)

d_1 minimal = 7 cm

dipakai : $d_1 = 7$ cm

$d_2 = d_1 + (2 \cdot 2,5)$

$d_3 = \frac{1}{4} \cdot d_1$

2.3 Pembebanan

Dalam merencanakan suatu jembatan, semua beban (*muatan*) dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (*BMS 1992*). Adapun beban (*muatan*) yang dipakai dalam perhitungan perencanaan antara lain seperti dibawah ini.

2.3.1 Beban Primer

Beban primer adalah beban utama dalam perhitungan tegangan perencanaan jembatan . Beban primer terdiri dari :

1. Berat Sendiri

Adapun beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk unsur tambahan dalam perencanaan.

Tabel 2.2. Faktor Beban untuk berat sendiri

Jangka waktu	Faktor beban	
	Bahan	K_{MS}^U
Tetap	Baja, Alumunium	1.1
Jangka waktu	Faktor beban	
	Bahan	K_{MS}^U
Tetap	Beton Pracetak	1.2
	Beton dicor ditempat	1.3
	Kayu	1.4

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-14

2. Beban Mati

Beban mati tambahan adalah berat seluruh badan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan. (BMS 2-15)

Tabel 2.3. Faktor beban untuk beban mati tambahan

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban	
	Keadaan	K_{MA}^U
Tetap	Keadaan Umum	2
	Keadaan Khusus	1.4

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-16

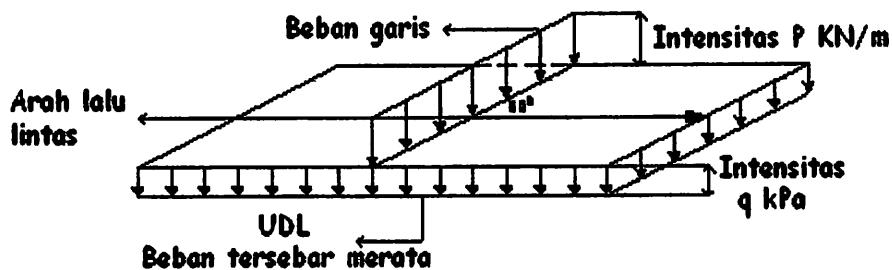
3. Beban lajur "D"

Beban lajur "D" terdiri dari beban tersebar merata (UDL) dan beban garis (KEL). Beban terbagi rata UDL mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L sebagai berikut

$$L < 30 \text{ m} ; q = 8.0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} ; q = 8.0 [0.5 + 15 / L] \text{ kPa}$$

Beban garis KEL dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas $P = 44.0$ kN/m. Beban "D" harus disusun pada arah melintang, bila lebar jalur kendaraan jembatan ≤ 5.5 m, maka beban "D" harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100%.



Gambar 2.17. Beban Lajur "D"

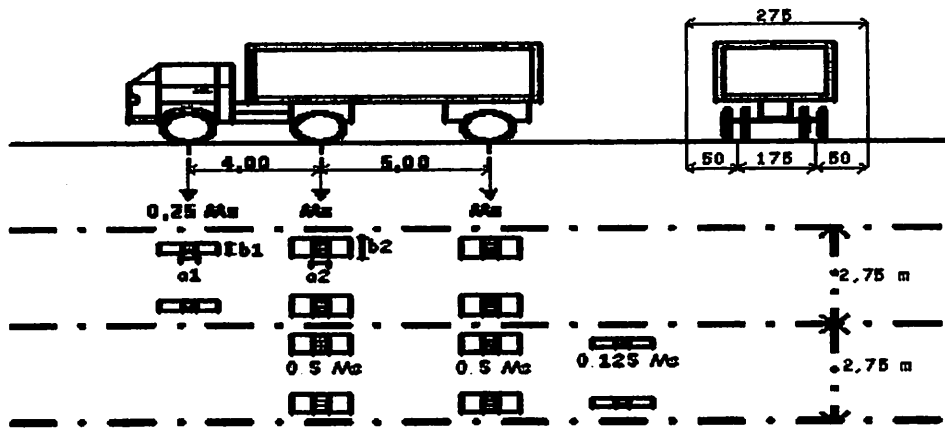
Tabel 2.4. Faktor beban untuk beban lajur "D"

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

Sumber : BMS 2 Hal 2-21

4. Beban Truk "T"

Beban truk "T" adalah suatu beban kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada satu lajur lalu lintas rencana. Ukuran-ukuran serta kedudukan seperti pada Gambar 2.19.



Gambar 2.18. Pembebanan Truk "T"

Tabel 2.5. Faktor beban untuk beban Truk "T"

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

Sumber : BMS 2 Hal 2-21

5. Beban Trotoar

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk memikul 5 kPa.

2.3.2 Beban Sekunder

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

1. Gaya rem

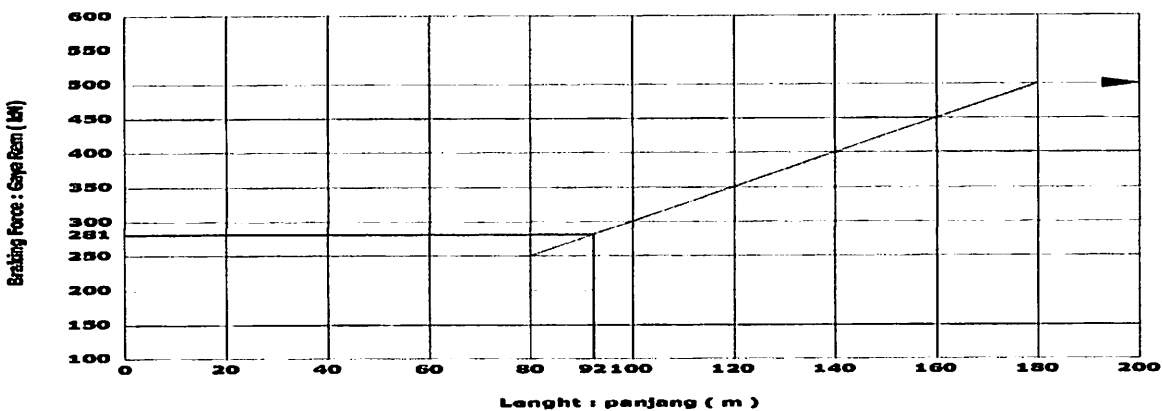
Pengaruh percepatan dan pengereman dari lalu lintas harus diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang jembatan yang bekerja pada lantai jembatan.

Tabel 2.6. Faktor Beban untuk gaya rem

Jangka waktu	Faktor beban
Sementara	2

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-30

Tanpa melihat seberapa besarnya lebar jembatan, gaya memanjang yang bekerja diperhitungkan berdasarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 2.20. Grafik Gaya rem

2. Gaya Angin

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

$$Tew = 0.0006 \cdot Cw \cdot (Vw)^2 \cdot Ab \text{ kN/m}$$

Dimana :

Vw = Kecepatan angin rencana (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau .

Cw = Koefisien seret (untuk bangunan atas rangka $Cw = 1,2$)

Ab = Luasan koefisien bagian samping jembatan (m^2)

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

$$Tew \equiv 0.0012 \cdot Cw \cdot (Vw)^2 \cdot Ab \text{ kN/m}$$

2.3.3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perencanaan jembatan konang adalah sebagai berikut :

Kombinasi 1

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban hidup (traffic load)

Kombinasi 2

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban angin T – B

Kombinasi 3

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban angin B - T

Kombinasi 4

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban hidup (traffic load) + 2,0 x beban rem /traksi

Kombinasi 5

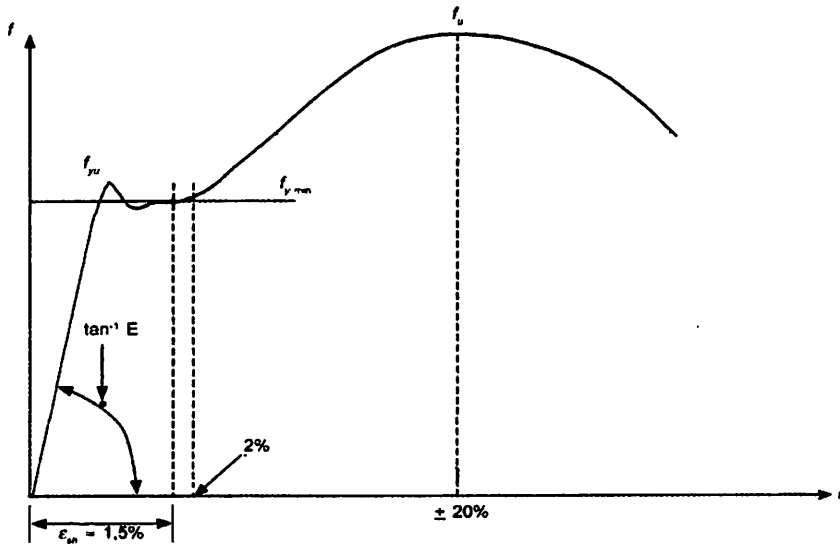
1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban hidup (traffic load) + 2,0 x beban rem /traksi
+ 1,0 beban angin T - B

Kombinasi 6

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban hidup (traffic load) + 2,0 x beban rem /traksi
+ 1,0 beban angin B - T

2.4 Teori Disain Struktur Baja Metode LRFD

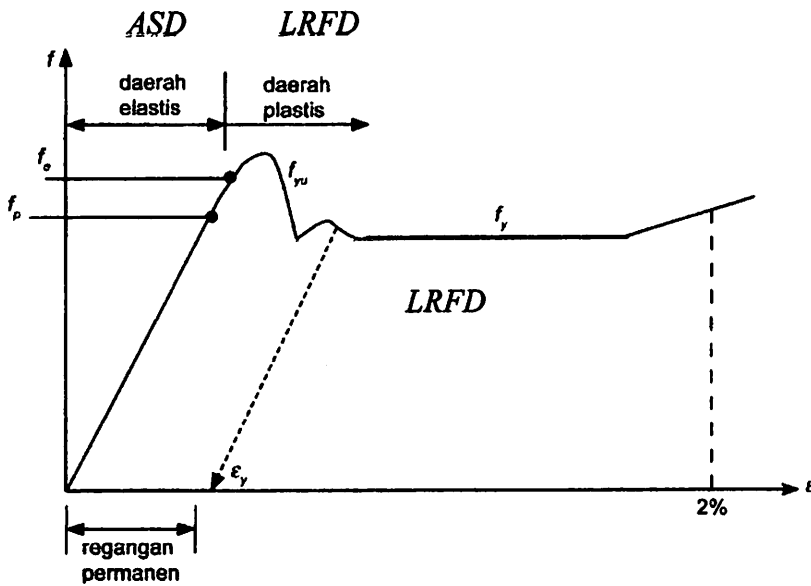
Sifat mekanis baja merupakan sifat yang sangat penting dalam desain konstruksi. Sifat ini diperoleh dari uji tarik baja, uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama itu dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya.



Gambar 2.21. Diagram Regangan Tegangan

Hasil uji ini ditunjukkan dalam diagram regangan dan tegangan. Titik f_{yu} (Titik Limit *Perporcional*) pada diagram hubungan linera antara tegangan dan regangan, apabila dilakukan pembebanan tidak melewati titik ini baja masih bersifat elastis artinya apabila beban dihilangkan maka baja masih dapat kembali kekeadaan semula, tetapi apa bila dibebankan terus sampai melampaui titik tersebut maka baja tidak bersifat elastis lagi melainkan bersifat plastis sehingga baja tidak dapat kembali kekeadaan sebelum pembebanan.

Ada dua filosofi yang digunakan dalam perencanaan struktur baja yaitu perencanaan berdasarkan tanganan kerja/ *Allowabel Stress Design* (ASD) dan perencanaan konstruksi batas/ *Load And Resistance Factor Design* (LRFD).



Gambar 2.22. Diagram Regangan Tegangan

Berdasarkan grafik tersebut maka ada beberapa hal yang mendasari penulis menerapkan metode *Load And Resistance Factor Design* (LRFD) dalam penyelesaian skripsi yaitu :

1. Rasionalitas LRFD selalu menarik perhatian, dan menjadi suatu perangsang yang menjanjikan penggunaan bahan yang lebih ekonomis dan lebih baik untuk beberapa kombinasi beban dan konfigurasi struktural. LRFD juga cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila dibandingkan dengan ASD dalam mengkombinasikan beban-beban hidup dan mati dan memperlakukan mereka dengan cara yang sama.
2. LRFD akan memudahkan pemasukan informasi baru mengenai beban-beban dan variasi-variasi beban bila informasi tersebut telah diperoleh. Pengetahuan kita mengenai beban-beban beserta variasinya masih jauh dari mencukupi. Bila dikehendaki, pemisahan pembebanan dari resistensinya akan memungkinkan perubahan yang satu tanpa perlu mempengaruhi yang lainnya.
3. Perubahan-perubahan dalam berbagai faktor kelebihan beban dan faktor resistensi lebih mudah dilakukan ketimbang mengubah tegangan ijin dari ASD.

4. LRFD membuat desain dalam segala macam material lebih mudah dipertautkan. Variabilitas beban-beban sebenarnya tidak berkaitan dengan material yang digunakan dalam desain.

2.5.1 Dasar Perencanaan Load and Resistance Factor Design (LRFD).

Desain struktur haruslah memberikan keamanan yang cukup baik terhadap kemungkinan kelebihan beban (over load) atau kekurangan kekuata. Desain harus memberikan jadangan kekuatan yang diperlukan akibat kemungkinan kelebihan beban dan kemungkinan kekuatan material yang rendah. Oleh karena itu LRFD memberikan design factor resistance (keamanan) dan faktor beban. Persamaan umum LRFD⁹⁾ dituliskan :

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i$$

Dimana :

ϕ = faktor resistensi

R_n = kekuatan nominal

λ = faktor kelebihan beban

Q = beban (beban mati, beban hidup, beban angin)

Dimana ruas kiri dari persamaan tersebut mewakili resistensi, atau reduksi kekuatan (ϕ) dikalikan dengan resistance nominal kekuatan dari bahan (R_n) sedangkan ruas kanan mewakili factor-factor kelebihan beban (γ) dikalikan dengan beban (Q) seperti beban mati, beban hidup dan beban angin.

- Batang tarik :

$$\phi_t = 0,9 \text{ untuk keadaan batas leleh}$$

$$\phi_t = 0,75 \text{ untuk keadaan batas retakan}$$

- Batang tekan

$$\phi_c = 0,85$$

- Penyambung

$$\phi = 0,75 \text{ untuk kekuatan tarik}$$

$$\phi = 0,65 \text{ untuk kekuatan geser}$$

2.5.1.1 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang (komposit)

a. Perhitungan gelagar

- Lebar efektif pelat beton (bE) untuk gelagar interior (plat menumpu pada kedua sisi)¹⁰⁾ :

$$bE \leq \frac{L}{4}$$

$$bE \leq b_o$$

$$bE \leq b_f + 16.t_s$$

dimana : bE = lebar efektif beton

L = panjang gelagar

b_o = jarak antar gelagar

b_f = lebar profil

t_s = tebal plat lantai

- Elastisitas :

$$E_{\text{beton}} = 4700\sqrt{f_c}$$

$$E_{\text{baja}} = 200000 \text{ Mpa}$$

- Cek kriteria Penampang

$$K_c = \frac{D - 2.t_f - 2.r}{t_w}$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

- Kontrol kelangsingan profil

Untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2.t.f}$$

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

$$\lambda < \lambda_p \dots \dots \dots \text{OK}$$

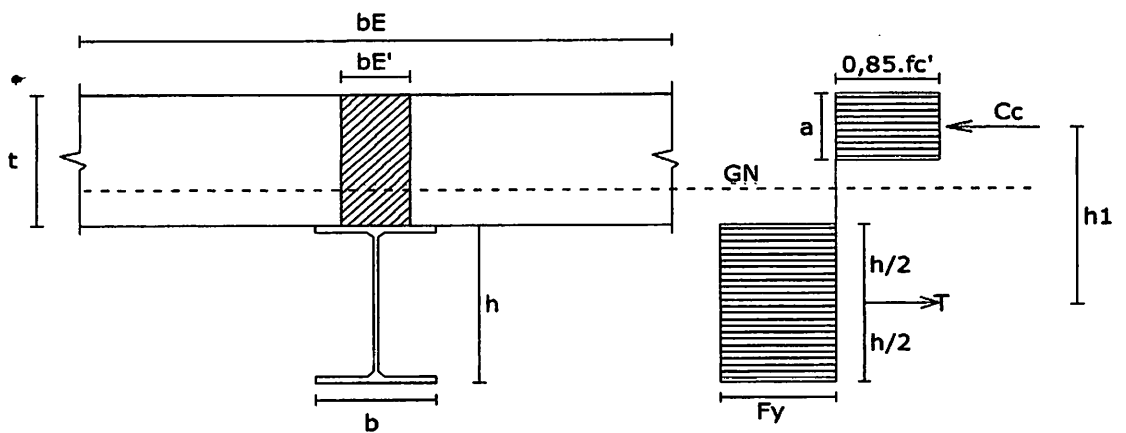
Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{d - 2(r_0 + t_f)}{t_w}$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda < \lambda_p \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Kontrol kekuatan penampang



$$Y_a = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A}$$

$$Y_b = t + h - y_a$$

Misalkan $Y_a <$ tebal pelat beton maka garis netral terletak pada pelat beton,

begitupun sebaliknya.

Berdasarkan persamaan keseimbangan gaya $C = T$, maka diperoleh :

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot bE}$$

tebal plat beton $> a$, maka pelat beton mampu mengimbangi gaya tarik $As \cdot fy$ yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton :

$$Cc = 0,85 \cdot fc' \cdot a \cdot bE$$

Tegangan tarik pada serat baja :

$$T = As \cdot fy$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$Mn = Cc \cdot h1$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\phi b \cdot Mn \geq Mu$$

Dimana :

ϕb = faktor resistensi untuk lentur (0,9)

Mn = momen nominal (kgm)

Mu = momen ultimate (kgm)

T = tegangan tarik pada serat baja

Cc = tegangan tekan pada serat beton

b. Kontrol lendutan

$$f_{ijin} > f_{perlu}$$

$$\frac{1}{400} \times L > \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{EI} + \frac{1}{48} \times \frac{P \times L^3}{EI}$$

Dimana :

L = panjang gelagar (m)

q = beban merata (q_{plat} – berat sendiri profil) (kg/m)

E = modulus elastisitas baja (kg/cm²)

I = momen inersia profil (cm⁴)

P = muatan hidup (kg)

c. Sambungan gelagar memanjang dengan gelagar melintang

- Kekuatan tumpu¹¹⁾

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

Dimana :

ϕ = factor resistensi (0,75)

F_u = Kekuatan tarik baja (Kg/cm²)

d = dimensi baut nominal (cm)

t = tebal pelat badan profil memanjang (cm)

R_n = kekuatan nominal pada suatu penyambung (kg)

- Kekuatan desain tarik¹²⁾

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

Dimana :

ϕ = factor resistance (0,75)

F_u^b = kuat tarik bahan baut ; 120 ksi = 827,371 MPa

A_b = luas bruto penampang pengaku berulir (cm²)

- Kekuatan geser desain (tanpa ulir)¹³⁾

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana :

11) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :134

12) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :133

13) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :132

ϕ = factor resistance (0,65)

F_u^b = kuat tarik bahan baut (Kg/cm^2)

m = jumlah bidang geser ($m = 1$, atau $m = 2$)

A_b = luas bruto penampang pengaku berulir (cm^2)

R_n = kekuatan nominal pada suatu penyambung (kg)

- Perhitungan Momen Ultimate

$$M_u = P_u \cdot w$$

Dimana :

P_u = Beban layanan terfaktor

w = Jarak gaya terhadap beban titik berat

- Jumlah baut (n) antara pelat penyambung dengan badan profil¹⁴⁾

$$n = \sqrt{\frac{6 \times M_u}{R \times p}}$$

Dimana :

M_u = momen ultimate (kg cm)

R = ϕR_n (kekuatan desain baut) (kg)

p = jarak antara baut (cm)

- Tebal plat penyambung (t)¹⁵⁾

$$t = \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

Dimana :

ϕ = factor resistensi menentukan tebal plat penyambung = 0,75

14) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :171

15) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :135

P = besarnya gaya lintang gelagar memanjang (kg)

L = jarak antar gelagar melintang dan memanjang (m)

t = ketebalan plat penyambung

Fu = kekuatan tarik dari bahan pelat (kg/cm²)

- Jarak antar baut ¹⁶⁾

Syarat Penyusunan baut

Jarak tepi baut, L = 1,5d – 3d dan antar baut, L = 3d – 7d

d. Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan desain penyambung

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan gaya tarik baut¹⁷⁾ dengan

rumus :

$$\phi t.Rnt \geq Rut$$

Dimana :

$\phi t.Rnt$ = kekuatan tarik desain

Rut = Beban tarik faktor baut : $\frac{Mu.y}{\sum y^2}$ Kg

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut¹⁸⁾

dirumuskan sebagai berikut : .

$$\phi v.Rnv \geq Ruv$$

Dimana :

$\phi v.Rnv$ = kekuatan geser desain (kg/baut)

Ruv = beban tarik terfaktor baut ($\frac{Pu}{\sum n}$ kg)

16) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

17) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :201

18) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :201

2.5.1.2. Perencanaan Dimensi Gelagar Induk

2.5.1.2.1 Perencanaan Dimensi Batang Tarik

a. Perhitungan batang

Persamaan LRFD untuk desain batang tarik adalah :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

Dimana :

ϕ_t = faktor resistensi

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

T_u = beban terfaktor batang tarik(kg)

b. Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri dari dua kriteria¹⁹⁾, yaitu :

1. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g$$

Dimana :

ϕ_t = faktor resistensi untuk keadaan batas pelehan (0,90)

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

F_y = tegangan leleh baja (kg/cm²)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm²)

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_e$$

Dimana :

ϕ_t = faktor resistensi untuk keadaan batas pelehan (0,75)

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

F_y = tegangan leleh baja (kg/cm²)

A_e = luas efektif antara batang tarik (cm²)

2.5.1.2.2 Perencanaan Dimensi Batang Tekan

a. Perhitungan batang²⁰⁾

$$\phi c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana :

ϕc = faktor resistensi (0,85)

P_n = kekuatan nominal batang tekan (kg) bahan = $F_{cr} \cdot A_g$

P_u = beban layan terfaktor (kg)

b. Menghitung radius girasi (r)²¹⁾

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A \cdot g}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A \cdot g}}$$

Dimana :

I_x = momen inersia arah x (cm^3)

I_y = momen inersia arah y (cm^3)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm^2)

r = radius girasi

c. Perhitungan parameter kerampingan (λc)

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

Dimana :

K = faktor panjang efektif = 1

L = panjang bentang ditinjau (cm)

F_y = tegangan leleh baja (kg/cm^2)

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

20) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :342

21) Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :92

λc = parameter kelangsingan

r = radius girasi

d. Menghitung tegangan kritik penampang

$$\lambda c \leq 1,5 \Rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda c^2}) \cdot F_y$$

$$\lambda c > 1,5 \Rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda c^2} \right] \cdot F_y$$

2.5.2.2.3 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan geser dan tumpu maka :

a. Kekuatan geser²²⁾

Kekuatan geser desain tanpa ulir pada bidang

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana :

$$\phi = \text{faktor resistensi} = 0,65$$

F_u^b = kekuatan tarik bahan baut

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (irisan tunggal $m=1$, irisan ganda $m=2$)

A_b = luas penampang lintang pada arah melintang

b. Kekuatan desai tumpu²³⁾

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

Dimana :

$$\phi = \text{faktor resistensi} = 0,75$$

F_u = kekuatan tarik bahan plat

t = ketebalan bagian yang disambung

22) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

23) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 134

d = dimensi baut

c. Jumlah baut²⁴⁾

$$n = \frac{P}{\phi \cdot Rn}$$

Dimana :

P = beban aksial layan (kg)

n = jumlah baut

ϕRn = kekuatan desain penyambung yang menentukan (kg/baut)

d. Tebal Plat Penyambung (t)²⁵⁾

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

Dimana :

P = beban terfaktor per baut (kg)

ϕ = faktor resistensi (0,75)

Fu = kekuatan tarik dari bahan baut (kg/cm²)

L = jarak ujung minimum (cm)

e. Menentukan jarak antar baut²⁶⁾

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{P}{\phi \times Fu \times t} + \frac{db}{2}$$

Syarat Penyusunan baut²⁷⁾

Jarak tepi baut, L = 1,5d – 3d dan antar baut, L = 3d – 7d

Dimana :

P = beban yang bekerja pada satu baut (kg)

24) *Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :134*

25) *Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :134*

26) *Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :136*

27) *Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal KONstruksi Baja I, hal.14*

ϕ = factor resistensi untuk jarak tepi baut = 0,75

F_u = kekuatan tarik dari bahan pelat (kg/cm^2)

t = ketebalan dari plat penyambung (cm)

d_b = diameter lubang baut (cm)

2.5.2. Perhitungan Cable

2.5.2.1 Perhitungan Dimensi Kabel

Kontrol Cable :

$T_{\max} \leq \text{Breaking Strenght}$

$(\text{Axial Cable} + \text{Berat Cable}) \leq \text{Breaking Strenght}$

2.5.2.2 Perhitungan Sambungan Pada Kabel

❖ Sambungan antara Sockets Dengan Gelagar Induk

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan geser, tarik, dan tumpu

▪ Kekuatan nominal penyambung geser²⁹⁾

$$\phi.R_n = \phi.(0,6.F_u^b).m.A_b$$

Dimana : ϕ = faktor resistensi 0,65 untuk geser

m = bidang geser

▪ Kekuatan nominal penyambung geser³⁰⁾

$$\phi.R_n = \phi.0,6.F_u^b.m.A_b$$

Dimana : ϕ = faktor resistensi 0,65 untuk geser

m = bidang geser

▪ Kekuatan nominal penyambung dalam tumpu³¹⁾

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

Dimana : ϕ = faktor resistensi 0,75 untuk tumpu

29) *Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :201*

30) *Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :201*

31) *Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :134*

d = diameter nominal baut

t = ketebalan bagian yang disambung (tebal flens)

Fu = Kekuatan tarik baja pada bagian yang disambung

- **Menentukan jumlah baut**

$$n = \frac{Pu}{\phi \cdot Rn}$$

Dimana : n = jumlah baut

Pu = gaya aksial yang bekerja (kg)

$\phi \cdot Rn$ = faktor kekuatan yang menentukan (kg)

- **Menentukan jarak minimum antar baut**

Syarat Penyusunan baut³²⁾

Jarak tepi baut, L = 1,5d – 3d dan antar baut, L = 3d – 7d

- **Menghitung fraying force³³⁾**

$$Q = P \left(\frac{\alpha \delta}{1 + \alpha \delta} \right) \left(\frac{b}{a} \right)$$

- **Syarat desain untuk tebal flens³⁴⁾**

$$t_f \geq \sqrt{\frac{4Tb}{\phi \cdot wFy(1 + \alpha \delta)}}$$

- **Dua syarat desain yang harus dipenuhi³⁵⁾**

- Kontrol Kekuatan Momen Flens Penampang T

$$\phi Mn \geq M_1$$

32) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

33) Struktur Baja Desain dan Prilaku II, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :466

34) Struktur Baja Desain dan Prilaku II, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :467

35) Struktur Baja Desain dan Prilaku II, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :466

$$\phi \cdot \frac{wt f^2}{4} Fy \geq M_1$$

- Kontrol Kekuatan Tarik Baut

$$\phi Rn \geq B$$

Dimana, B adalah gaya beban terfaktor pada satu baut

BAB III

PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN

3.1 Data Perencanaan

Data Perencanaan Struktur atas Jembatan Konang Munjungan Kec. Panggul – Kab.

Trenggalek :

- Kelas Jembatan : 1 (satu)
- Panjang Jembatan : 92 meter
- Lebat total jembatan : 9 meter
 - Lebat lantai kendaraan : 7 meter
 - Lebat trotoir : 2 x 1 meter
- Tipe Jembatan : Pelengkung
- Mutu Baja Konstruksi : Bj.52
 - Tegangan leleh baja (f_y) : 3600 kg/cm²
 - Tegangan putus baja (f_u) : 5200 kg/cm²
- Mutu Baja Tulangan :
 - Mutu baja tulangan polos : 240 Mpa
 - : 240 x 10⁵ kg/m²
 - Mutu baja tulangan ulir : 350 Mpa
 - : 350 x 10⁵ kg/m²
- Mutu Beton (f_c') : 25 Mpa
 - : 25 x 10⁵ kg/m²
 - $E = 4700 \sqrt{f_c'}$: 4700 $\sqrt{25}$
 - : 23500 Mpa
 - : 23500 x 10⁵ kg/m²

- Jarak Gelagar Memanjang : 1,75 meter
- Jarak Gelagar Melintang : 4,00 meter
- Jenis Baut : A 325 (mutu tinggi)
- Kabel
 - Diameter : 1 in
 - Elastisitas : 24.000.000 psi = 16.548.000.000 kg/m²
 - Berat / meter : 3,125 kg/m

3.2 Data Pembebanan

Lapisan aspal lantai kendaraan :

Tebal Lapisan Aspal : 0,08 meter

Berat Jenis Aspal : 2200 kg/m³

Pelat Beton Trotoir :

Tebal Pelat Beton : 0,55 meter

Pelat Beton Lantai Kendaraan :

Tebal Pelat Beton : 0,25 meter

Berat Jenis Beton Bertulang : 2400 kg/m³

Air Hujan :

Tinggi air hujan : 0,05 meter

Berat Jenis Air Hujan : 1000 kg/m³

Perhitungan Koordinat Steel Arch

Gelagar Steel Arch diletakan sejajar dengan gelagar induk dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f = 1/5 L \text{ sampai dengan } 1/8 L \\ = 1/5 \cdot 92 = 18,4 \text{ m s/d } 1/8 \cdot 92 = 11,5 \text{ m}$$

Diambil $f = 14 \text{ m}$

$$b = 1/25 L \text{ sampai dengan } 1/45 L \\ = 1/25 \cdot 92 = 3,68 \text{ m s/d } 1/45 \cdot 92 = 2,04 \text{ m}$$

Diambil $b = 3 \text{ m}$

$$H = 1/12 L = 1/12 \cdot 92 = 7,7 \text{ m}$$

(*Struyk H. J. Ir, Van Deer Veen K. H. C.W. Ir, Prof, Soemargono Hal :194*)

Rumus parabola :

$$Y = \frac{4 * f * x(L - x)}{L^2}$$

Keterangan :

Y = Koordinat batang sumbu Y

x = Koordinat batang sumbu x

f = Ketinggian busur

L = Bentang Jembatan

Tabel 3.1 Koordinat Pelengkung Pertama

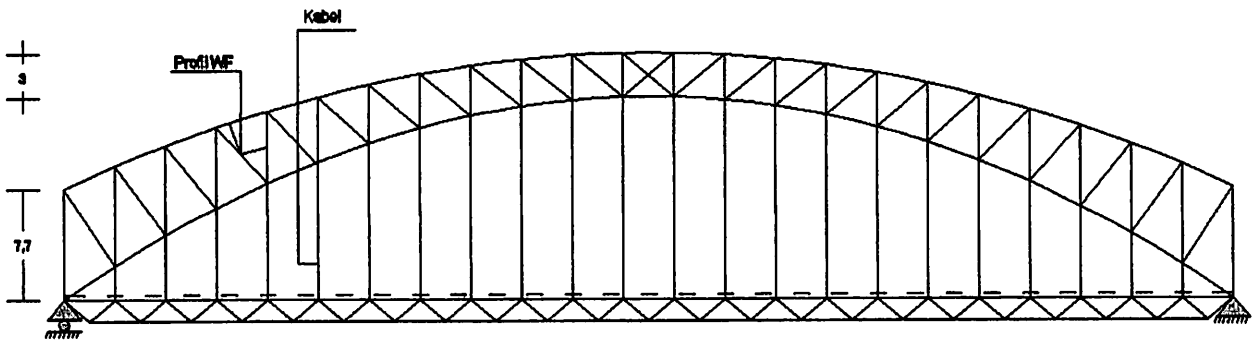
x	f (m)	L (m)	Y (m)
0	14	92	0,00
4	14	92	2,33
8	14	92	4,45
12	14	92	6,35
16	14	92	8,05
20	14	92	9,53
24	14	92	10,80
28	14	92	11,86
32	14	92	12,70
36	14	92	13,34
40	14	92	13,76
44	14	92	13,97
48	14	92	13,97
52	14	92	13,76
56	14	92	13,34
60	14	92	12,70

x	f (m)	L (m)	Y (m)
64	14	92	11,86
68	14	92	10,80
72	14	92	9,53
76	14	92	8,05
80	14	92	6,35
84	14	92	4,45
88	14	92	2,33
92	14	92	0,00

Tabel 3.2 Koordinat Pelengkung Kedua

x	f (m)	L (m)	Y' (m)
0	17	92	7,50
4	17	92	9,25
8	17	92	10,65
12	17	92	11,92
16	17	92	13,04
20	17	92	14,03
24	17	92	14,87
28	17	92	15,58
32	17	92	16,14
36	17	92	16,56
40	17	92	16,84
44	17	92	16,98
48	17	92	16,98
52	17	92	16,84
56	17	92	16,56
60	17	92	16,14

x	f (m)	L (m)	Y' (m)
64	17	92	15,58
68	17	92	14,87
72	17	92	14,03
76	17	92	13,04
80	17	92	11,92
84	17	92	10,65
88	17	92	9,25
92	17	92	7,70

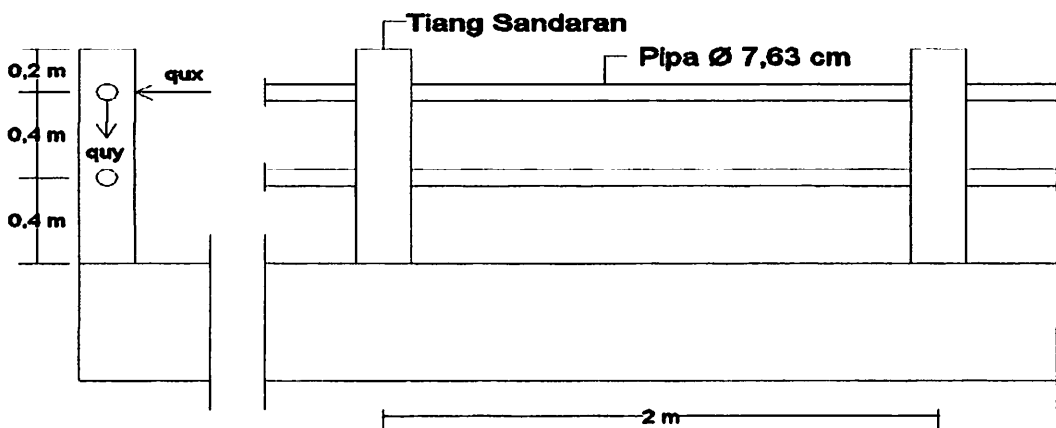


Gambar3.1 Perencanaan Konstruksi Jembatan

3.3 Perencanaan Tiang sandaran Jembatan

3.3.1 Pembebanan Pada Tiang Sandaran

Sandaran pada jembatan terdiri dari tiang sandaran dan pipa sandaran. Untuk pipa sandaran menahan beban yang bekerja horizontal sebesar $(q) = 75 \text{ kg/m}$, dan untuk tiang sandaran direncanakan menahan beban $(P) = q \times l$, dimana l merupakan jarak antar tiang sandaran dalam satuan panjang meter. ¹



Gambar 3.2. Tiang Sandaran Jembatan

➤ Pipa Sandaran

Dari tabel baja halaman 68 untuk pipa $\phi = 3''$ diperoleh data sebagai berikut :

$$D = 76,3 \text{ mm}$$

$$g = 5,08 \text{ kg/m}$$

$$t = 2,8 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar tiang sandaran} = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi tiang sandaran} = 1,00 \text{ m}$$

➤ Beban hidup tiang sandaran

$$q = 75 \text{ kg/m}$$

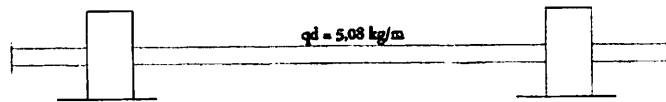
3.3.2 Perhitungan Tiang Sandaran

➤ Perhitungan Pipa Sandaran

Digunakan pipa baja dengan $\phi = 76,3 \text{ mm}$

$$t = 2,8 \text{ mm} \quad I = 43,7 \text{ cm}^4$$

$$G = 5,08 \text{ kg/m} \quad w = 11,5 \text{ cm}$$



Gambar 3.3 pipa sandaran

$$q_{u_y} = 1,3 \times q_d$$

$$= 1,3 \times 5,08$$

$$= 6,604 \text{ kg/m}$$

$$q_{u_x} = 1,3 \cdot q_d + 2 \times q_l$$

$$= 1,3 \cdot 0 + 2 \cdot 75$$

$$= 150 \text{ kg/m}$$

$$M_{u_y} = \frac{1}{8} \times q_{u_y} \times l^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 6,604 \times 2^2 = 3,302 \text{ kg.m} = 330,2 \text{ kg.cm}$$

$$M_{u_x} = \frac{1}{8} \times q_{u_x} \times l^2$$

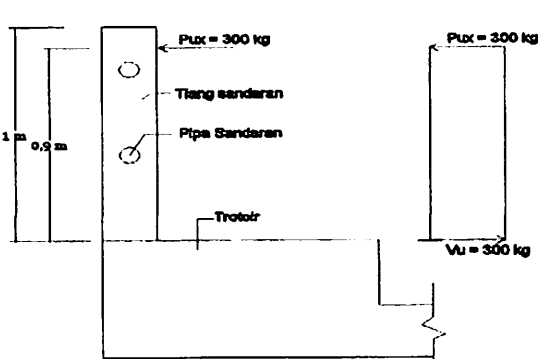
$$= \frac{1}{8} \times 150 \times 2^2 = 75 \text{ kg.m} = 750 \text{ kg.cm}$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\phi b \times M_n \geq M_u$$

$$0,9 \times (11,5 \times 3600) \geq 750 \text{ kg.cm}$$

$$37260 \text{ kg.cm} \geq 750 \text{ kg.cm} \dots \dots \dots \text{OK}$$



$$P_{u_x} = q_{u_x} \times l$$

$$= 150 \times 2,00$$

$$= 300 \text{ Kg}$$

$$M_{max} = P_u \times h$$

$$= 300 \times 0,9 = 270 \text{ Kg.m}$$

Gambar 3.4 Gaya yang bekerja pada tiang sandaran

3.3.3 Penulangan Tiang sandaran

Direncanakan :

$$b = 200 \text{ mm} \quad h = 200 \text{ mm}$$

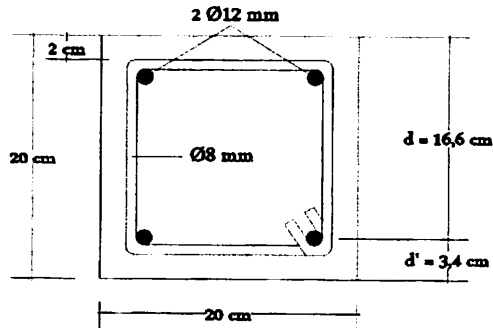
$$d = h - \text{selimut beton} - \varnothing \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tulangan tarik}$$

$$= 200 - 20 - 8 - (\frac{1}{2} \times 12)$$

$$= 166 \text{ mm}$$

$$d'' = 200 - 166$$

$$= 34 \text{ mm}$$



Gambar 3.5 Penulangan tiang sandaran

$$V_u = P_u$$

$$= 300 \text{ kg}$$

$$M_u = M_{\max} = 270 \text{ kg.m} = 2700 \text{ N.m}$$

$$M_n = \varnothing \times b \times d^2 \times k$$

$$M_u = M_n \text{ maka diperoleh nilai } K = \frac{M_u}{\varnothing \times b \times d^2}$$

$$K = \frac{2700 \times 10^3}{0.8 \times 200 \times 166^2} = 0.612 \text{ Mpa}$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0.85 f_c'}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0.85 f_c'}} \right]$$

$$= \frac{0.85 \times 25}{240} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.612}{0.85 \times 25}} \right] = 0,00269$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

ρ perlu = 0.00207 < ρ min = 0.00583 maka, dipakai ρ min = 0.00583

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \text{ min} \times b \times d \\ &= 0.00583 \times 200 \times 166 \\ &= 193,556 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 2 Ø 12 mm

$$A_{sada} = (1/4 \cdot \pi \cdot 12^2) \cdot 2 = 226,195 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = 193,556 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$$

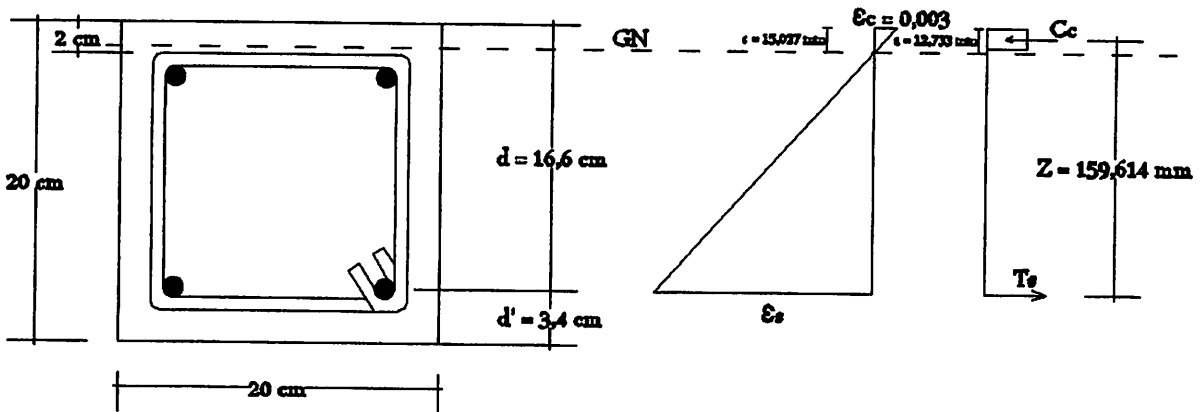
Kontrol Momen Kapasitas

Dianggap baja tulangan telah mencapai leleh saat beton mulai retak ($\epsilon_c = 0.003$) dan $f_s = f_y$ maka

$$N_T = N_D$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times b \times f'_c} = \frac{226,195 \times 240}{0.85 \times 200 \times 25} = 12,773 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{12,773}{0.85} = 15,027 \text{ mm}$$



Gambar 3.6 Diagram tegangan

$$f_s = 600 \times \left(\frac{d - c}{c} \right) = 600 \times \left(\frac{166 - 15,027}{15,027} \right) = 1667,77 \text{ Mpa} > f_y = 240 \text{ Mpa}$$

karena $f_s > f_y$, maka dipakai $f_y = 240 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 12,773 \cdot 200 \end{aligned}$$

$$= 54285,25 \text{ N}$$

$$M_n = C_c \cdot Z$$

$$= 54285,25 \cdot (166 - a/2)$$

$$= 54285,25 \cdot 159,614$$

$$= 8664685,89 \text{ Nmm}$$

$$= 8664,68589 \text{ N.m}$$

$$\frac{M_n}{M_u} = \frac{8664,68589}{2160} = 4,011 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Perencanaan Tulangan Geser

$$V_u = 300 \text{ kg} = 3000 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1}{3} \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 166 = 55333,333 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 55333,333 = 16600 \text{ N}$$

Karena $\frac{1}{2} \phi V_c = 16600 \text{ N} > V_u = 3000 \text{ N}$ secara teoritis tidak perlu menggunakan tulangan geser maka dipasang tulangan geser praktis $\phi 8 - 120 \text{ mm}$.

3.4 Perhitungan Plat lantai kendaraan

3.4.1 Perhitungan Pembebanan

a. Plat lantai kendaraan (diambil pias 1 meter)

Beban Mati (qd)

- Berat sendiri lantai kendaraan = $0,25 \times 1 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$
 - Berat aspal = $0,08 \times 1 \times 2200 = 176 \text{ kg/m}$
 - Berat air hujan = $0,05 \times 1 \times 1000 = \underline{50 \text{ kg/m}}$
- qd = 826 kg/m

Beban Hidup (ql)

Beban lantai kendaraan untuk jembatan kelas I BM/standart truck

$$10 \text{ ton} = 100\% \times 10 \text{ ton} = 10000 \text{ kg}$$

Beban terfaktor

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,3 \times q_d \\ &= 1,3 \times 826 \text{ kg/m} \\ &= 991,2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Trotoar

Beban Mati (qd)

- Berat sendiri lantai trotoar = $0,55 \times 1 \times 2400 = 1320 \text{ kg/m}$
 - Berat tegel + spesi = $0,05 \times 1 \times 2200 = 110 \text{ kg/m}$
 - Berat air hujan = $0,05 \times 1 \times 1000 = \underline{50 \text{ kg/m}}$
- qd = 1480 kg/m

Beban akibat tiang sandaran

$$\begin{aligned} P_1 &= \text{berat sendiri tiang sandaran} + \text{beban sendiri pipa sandaran} \\ &= [(0,2 \times 0,2 \times 1,0 \times 2400) + (2 \times (2 \times 5,08))] \times 1,4 \end{aligned}$$

$$= 162,848 \text{ Kg}$$

Beban hidup (ql)

Yaitu beban guna sebesar = 500 kg/m^2

$$Q_d = 500 \times 1$$

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

Beban hidup tiang sandaran¹ bekerja secara horizontal setinggi 90 cm diatas permukaan lantai trotoir sebesar = 75 kg/m maka,

$$P_{u2} = 2 \times (\frac{1}{2} \times 2) \times 75 = 150 \text{ kg.}$$

Beban terfaktor trotoir

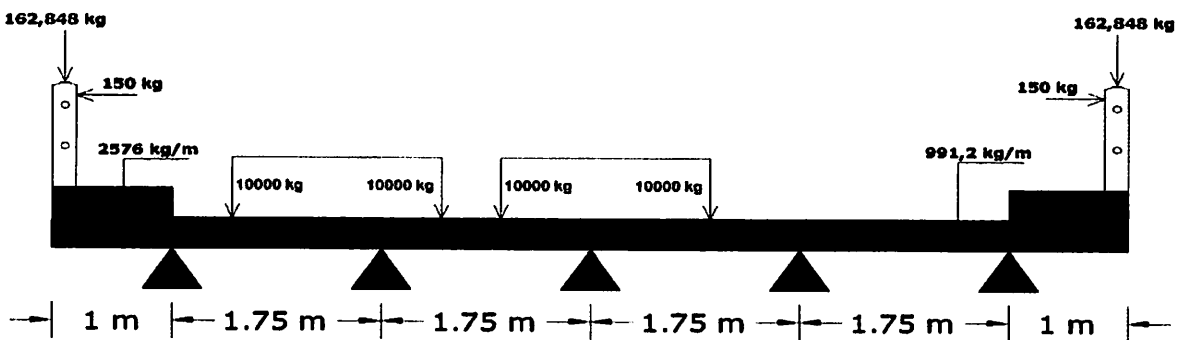
$$Q_u = 1,3 \times q_d + 2 \times q_l$$

$$= 1,3 \times 1480 + 2 \times 500$$

$$= 2576 \text{ kg/m}$$

3.4.2 Perhitungan statika

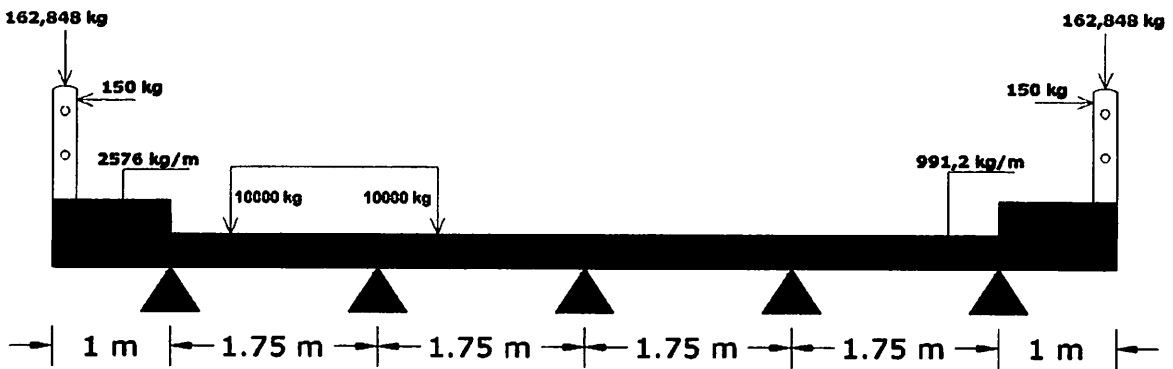
Kondisi I



Gambar 3.7. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD Pro 2004).

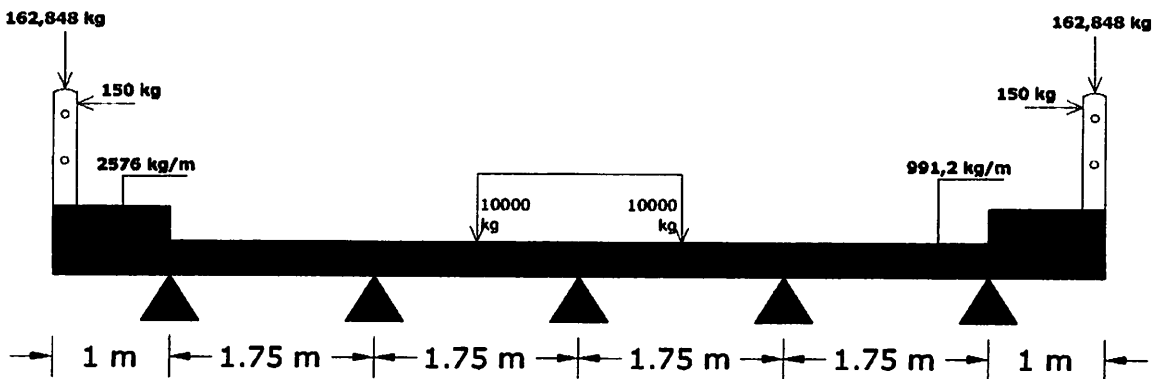
Kondisi II



Gambar 3.8. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD Pro 2004).

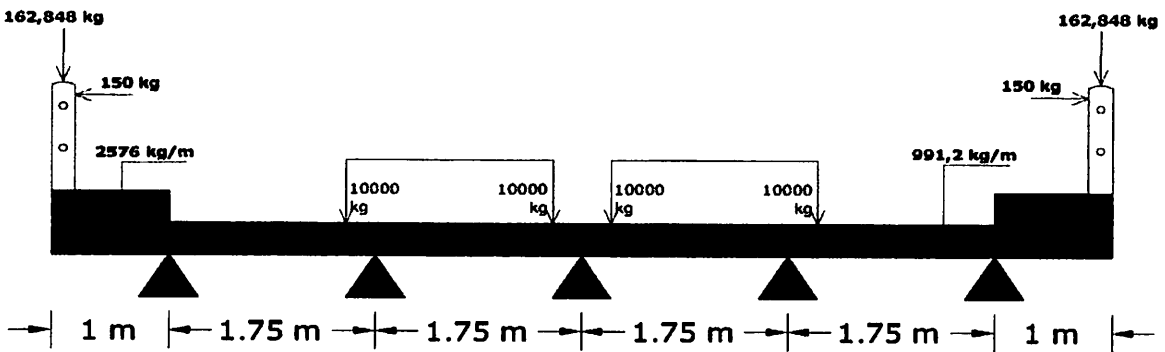
Kondisi III



Gambar 3.9. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD Pro 2004).

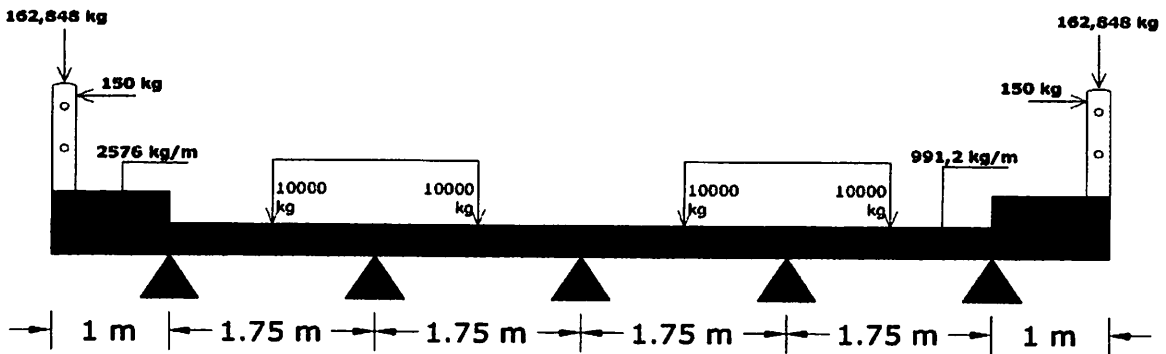
Kondisi IV



Gambar 3.10. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD Pro 2004).

Kondisi V



Gambar 3.11. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

untuk gaya Momen dan gaya lintang : (Lihat Lampiran Perhitungan Statika STAAD Pro 2004).

3.4.3. Penulangan Pelat Lantai

Dengan penulangan statika menggunakan software STAAD PRO 2004 didapat momen maximum pada kondisi 1

Kontrol momen negatif (-)

$$M_{max} = 69,818 \text{ kN.m}$$

$$\text{Jadi, } \mu = 69,818 \text{ kN.m}$$

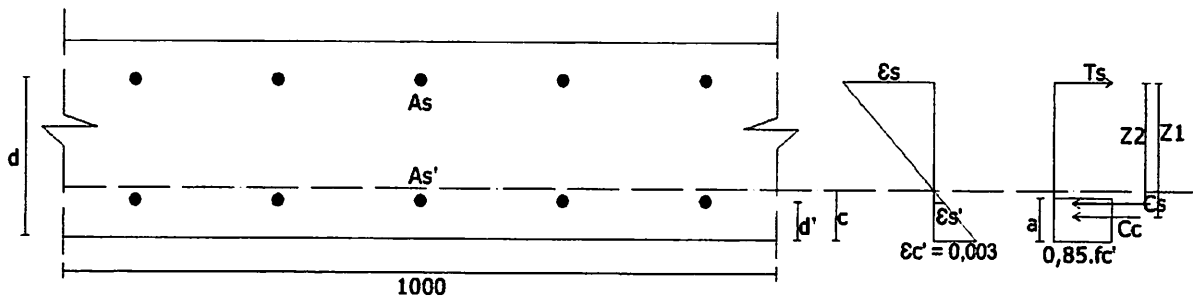
$$d = 250 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 202 \text{ mm}$$

Diambil D16 dengan jarak 200 mm

$$A_s = (1/4 \times \pi \times 16^2 \times 1000) / 200 = 1005,309 \text{ mm}^2$$

Mencari letak garis netral:

Dimisalkan garis netral $> d'$:



Gambar 3.12 Diagram tegangan plat (momen negative)

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') - A_s \cdot f_s = 0$$

$$(0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 1000)c + 1005,309 \cdot \left(\frac{c-d'}{c} \times 600 - 0,85 \cdot f_c'\right) - 1005,309 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600 = 0$$

$$18062,5 \cdot c + 1005,309 \cdot \left(\frac{c-48}{c} \times 600 - 0,85 \cdot 25\right) - 1005,309 \cdot \frac{202-c}{c} \times 600 = 0$$

$$18062,5 \cdot c^2 + 581822,58 \cdot (c - 48) - 603185 (202 - c) = 0$$

$$18062,5 \cdot c^2 + 581822,58 \cdot c - 27930363,84 - 121843370 + 603185 \cdot c = 0$$

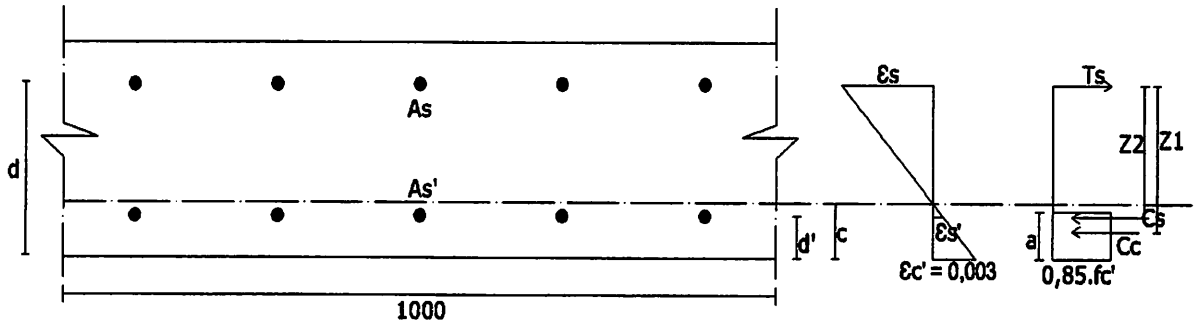
$$18062,5 \cdot c^2 + 1185007,58 \cdot c - 149773733,8 = 0$$

Dengan menggunakan kalkulator program didapat :

$$c1 = 63,985 \text{ mm}$$

$$c2 = -129,591 \text{ mm}$$

$$a = \beta1 \cdot c = 0,85 \cdot 63,985 = 54,387 \text{ mm}$$



Gambar 3.13 Diagram tegangan plat (momen negatif)

Selanjutnya dihitung nilai-nilai :

$$fs' = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{63,985-48}{63,985} \times 600 = 149,895 \text{ Mpa} < fy = 350 \text{ Mpa}$$

karena $fs' < fy$, maka dipakai $fs' = 149,895 \text{ Mpa}$

$$fs = \frac{d-c}{c} \times 600 = \frac{202-63,985}{63,985} \times 600 = 1294,193 \text{ Mpa} > fy = 350 \text{ Mpa}$$

karena $fs > fy$, maka dipakai $fy = 350 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} Cc &= 0,85 \cdot fc' \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 54,387 \cdot 1000 \\ &= 1155723,75 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cs &= As' \cdot (fs' - 0,85 \cdot fc') \\ &= 1005,309 (149,895 - 0,85 \cdot 25) \end{aligned}$$

$$= 129327,976 \text{ N}$$

$$Z1 = d - (1/2 \cdot a)$$

$$= 202 - (1/2 \cdot 54,387)$$

$$= 174,806 \text{ mm}$$

$$Z2 = d - d'$$

$$= 202 - 48$$

$$= 154 \text{ mm}$$

$$Mn = Cc \cdot Z1 + Cs \cdot Z2$$

$$= (1155723,75 \times 174,806) + (129327,976 \times 154)$$

$$= 182110937,5 \text{ N.mm}$$

$$= 182,1109375 \text{ kN.m}$$

$$Mr = \phi \cdot Mn = 0,8 \times 182,1109375 = 145,68875 \text{ kN.m}$$

$$Mr = 145,68875 \text{ kN.m} > Mu = 69,818 \text{ kN.m} \dots\dots\dots \text{OK!!}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D16 – 200 mm (untuk tulangan tarik)

D16 – 200 mm (untuk tulangan tekan)

Direncanakan menggunakan tulangan bagi ϕ 12 mm

$$As_{\text{bagi}} = 20\% \cdot As_{\text{perlu}}$$

$$= 0,2 \cdot 1005,309 = 201,062 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{As_{\text{bagi}}}{As_{\text{ada}}} = \frac{201,062}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = 1,77 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$S = \frac{b \text{ ditinjau}}{n} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : ϕ 12 – 250 mm

Kontrol momen positif (+)

$M_{max} = 60,395 \text{ kN.m}$

Jadi, $\mu = 60,395 \text{ kN.m}$

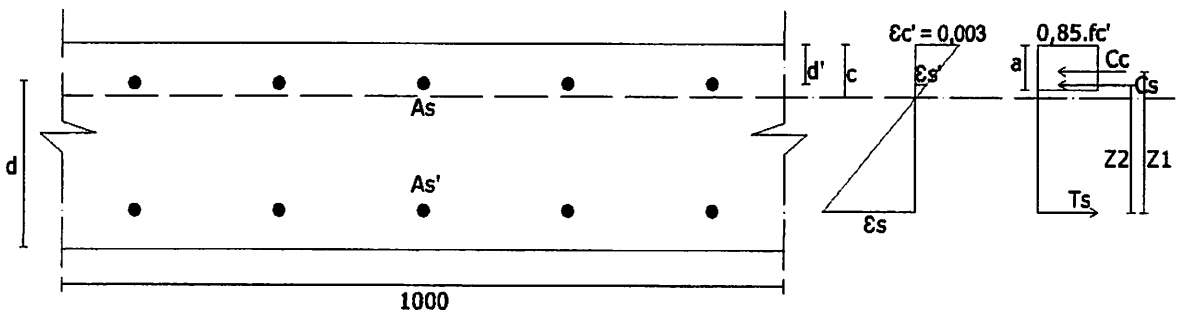
$d = 250 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 202 \text{ mm}$

Diambil D16 dengan jarak 200 mm

$A_s = (1/4 \times \pi \times 16^2 \times 1000)/200 = 1005,309 \text{ mm}^2$

Mencari letak garis netral:

Dimisalkan garis netral $> d'$:



Gambar 3.14 Diagram tegangan plat (momen positif)

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_{c'} \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_{c'} \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') - A_s \cdot f_s = 0$$

$$(0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 1000)c + 1005,309 \cdot (\frac{c-48}{c} \times 600 - 0,85 \cdot f_c') - 1005,309 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600 = 0$$

$$18062,5 \cdot c + 1005,309 \cdot (\frac{c-48}{c} \times 600 - 0,85 \cdot 25) - 1005,309 \cdot \frac{202-c}{c} \times 600 = 0$$

$$18062,5 \cdot c^2 + 581822,58 \cdot (c - 48) - 603185 (202 - c) = 0$$

$$18062,5 \cdot c^2 + 581822,58 \cdot c - 27930363,84 - 121843370 + 603185 \cdot c = 0$$

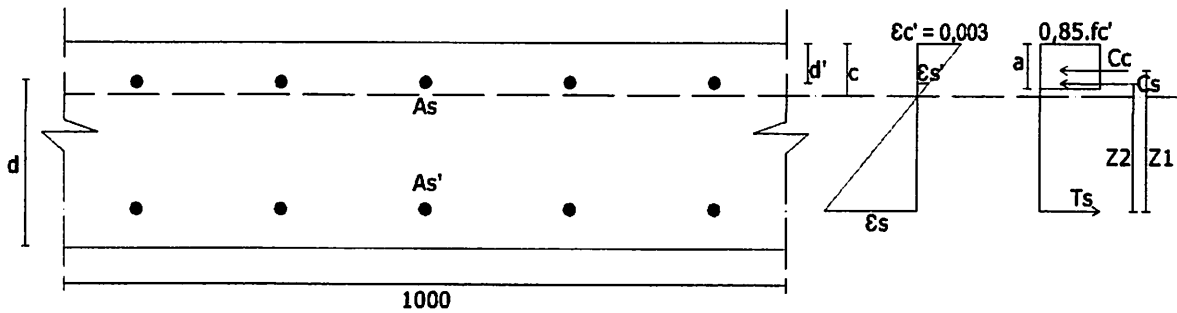
$$18062,5 \cdot c^2 + 1185007,58 \cdot c - 149773733,8 = 0$$

Dengan menggunakan kalkulator program didapat :

$$c1 = 63,985 \text{ mm}$$

$$c2 = -129,591 \text{ mm}$$

$$a = \beta1 \cdot c = 0,85 \cdot 63,985 = 54,387 \text{ mm}$$



Gambar 3.15 Diagram tegangan plat (momen positif)

Selanjutnya dihitung nilai-nilai :

$$fs' = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{63,985-48}{63,985} \times 600 = 149,895 \text{ Mpa} < fy = 350 \text{ Mpa}$$

karena $fs' < fy$, maka dipakai $fs' = 149,895 \text{ Mpa}$

$$fs = \frac{d-c}{c} \times 600 = \frac{202-63,985}{63,985} \times 600 = 1294,193 \text{ Mpa} > fy = 350 \text{ Mpa}$$

karena $fs > fy$, maka dipakai $fy = 350 \text{ Mpa}$

$$Cc = 0,85 \cdot fc' \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 54,387 \cdot 1000$$

$$= 1155723,75 \text{ N}$$

$$Cs = As' \cdot (fs' - 0,85 \cdot fc')$$

$$= 1005,309 (149,895 - 0,85 \cdot 25)$$

$$= 129327,976 \text{ N}$$

$$Z1 = d - (1/2 \cdot a)$$

$$= 202 - (1/2 \cdot 54,387)$$

$$= 174,806 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 Z2 &= d - d' \\
 &= 202 - 48 \\
 &= 154 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= C_c \cdot Z1 + C_s \cdot Z2 \\
 &= (1155723,75 \times 174,806) + (129327,976 \times 154) \\
 &= 182110937,5 \text{ N.mm} \\
 &= 182,1109375 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$M_r = \phi \cdot M_n = 0,8 \times 182,1109375 = 145,68875 \text{ kN.m}$$

$$M_r = 145,68875 \text{ kN.m} > M_u = 60,395 \text{ kN.m} \dots\dots\dots \text{OK!!}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D16 – 200 mm (untuk tulangan tarik)

D16 – 200 mm (untuk tulangan tekan)

Direncanakan menggunakan tulangan bagi Ø 12 mm

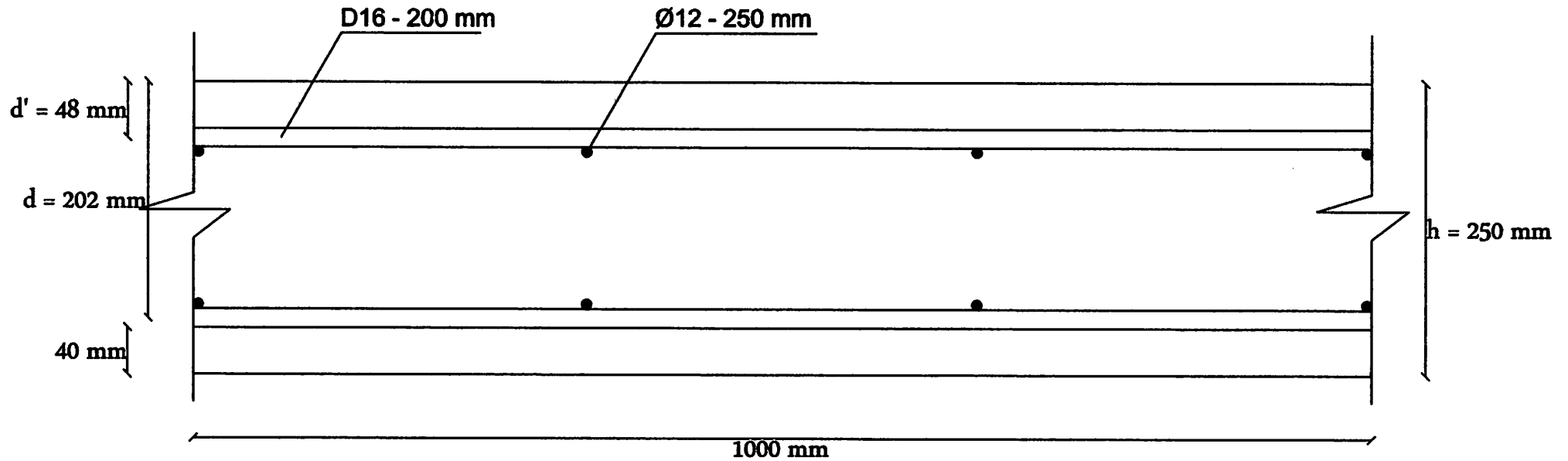
$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{bagi}}} &= 20\% \cdot A_{s_{\text{perlu}}} \\
 &= 0,2 \cdot 1005,309 = 201,062 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s_{\text{bagi}}}}{A_{s_{\text{ada}}}} = \frac{201,062}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = 1,77 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$S = \frac{b \text{ ditinjau}}{n} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : Ø12 – 250 mm



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN
ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (*Lower Deck*)
PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN
KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK

URAIAN :

DIGAMBAR : M. DJUNAI DI WATTIHEL UW

NIM : 05.21.075

NAMA GAMBAR :
PENULANGAN PLAT LANTAI

DOSEN
PEMBIMBING 1 :

DOSEN
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL : JULY 2010

No Gambar : 1

Skala : 1 : 5

()

()



3.4.4. Penulangan Trotoir

Kontrol momen negatif (-)

$$M_{max} = 21,438 \text{ kN.m}$$

$$\text{Jadi, } \mu = 21,438 \text{ kN.m}$$

Nmm

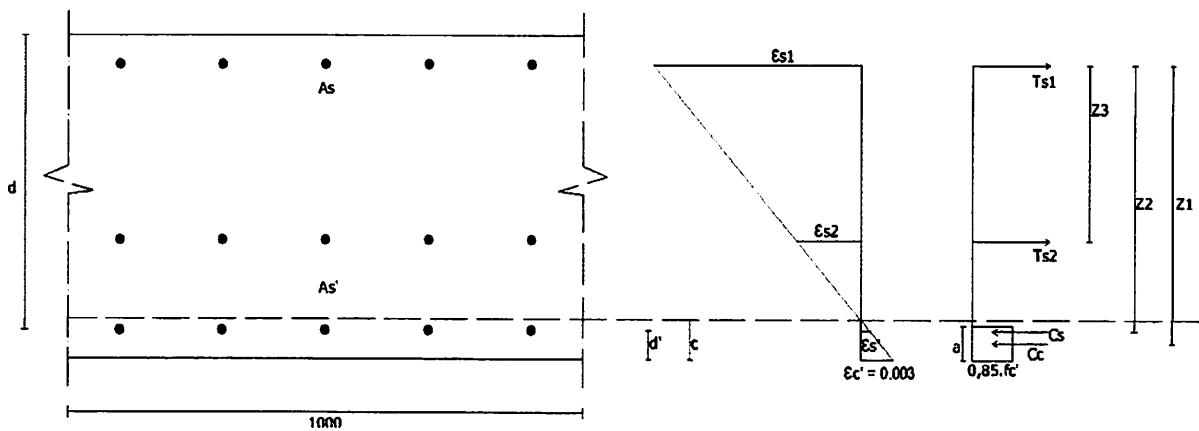
$$d = 550 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 502 \text{ mm}$$

Diambil D16 dengan jarak 200 mm

$$A_s = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \times 1000 \right) / 200 = 1005,309 \text{ mm}^2$$

Mencari letak garis netral:

Dimisalkan garis netral $> d'$:



Gambar 3.17 Diagram tegangan trotoir (momen negatif)

$$f_s' = \frac{c-d'}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c-d'}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{c-d'}{c} \times 600$$

$$f_s = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d-c}{c} \times 0,003 \times 200000 = \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$\sum H = 0$$

$$C_c + C_s - T_{s2} - T_{s1} = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b + A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') - A_{s2} \cdot f_{s2} - A_{s1} \cdot f_{s1} = 0$$

$$(0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 1000)c + 1005,309 \cdot \left(\frac{c-d'}{c} \times 600 - 0,85 \cdot f_c' \right) - 1005,309 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600$$

$$- 1005,309 \cdot \frac{d-c}{c} \times 600 = 0$$

$$18062,5 \cdot c + 1005,309 \cdot \left(\frac{c-48}{c} \times 600 - 0,85 \cdot 25\right) - 1005,309 \cdot \frac{502-c}{c} \times 600 - 1005,309 \cdot$$

$$\frac{502-c}{c} \times 600 = 0$$

$$18062,5 \cdot c^2 + 581822,58 \cdot (c - 48) - 603185 (502 - c) - 603185 (502 - c) = 0$$

$$18062,5 \cdot c^2 + 581822,58 \cdot c - 27930363,84 - 302799071 + 603185 \cdot c - 302799071 +$$

$$603185 \cdot c = 0$$

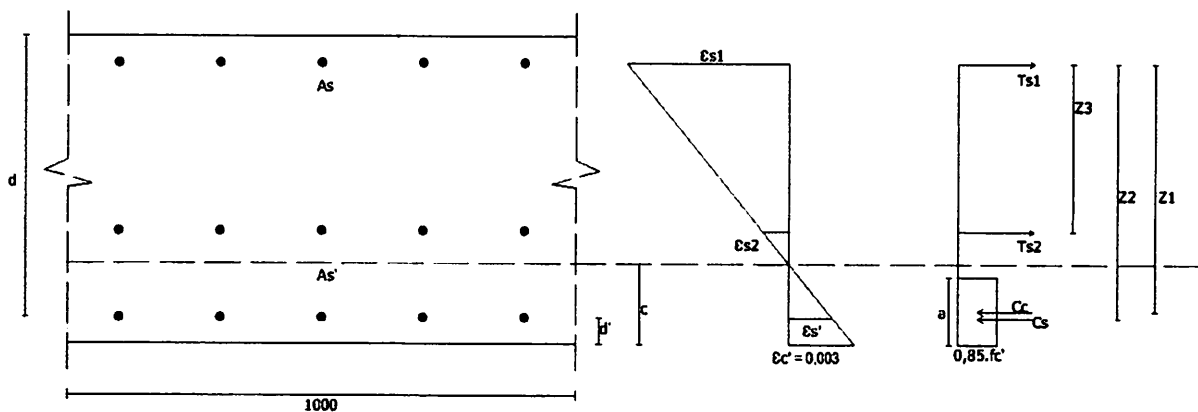
$$18062,5 \cdot c^2 + 1788192,58 \cdot c - 633528505,8 = 0$$

Dengan menggunakan kalkulator program didapat :

$$c1 = 144,212 \text{ mm}$$

$$c2 = -243,213 \text{ mm}$$

$$a = \beta1 \cdot c = 0,85 \cdot 144,212 = 122,508 \text{ mm}$$



Gambar 3.17 Diagram tegangan trotoir (momen negatif)

Selanjutnya dihitung nilai-nilai :

$$fs' = \frac{c-d'}{c} \times 600 = \frac{122,508-48}{122,508} \times 600 = 364,913 \text{ Mpa} > fy = 350 \text{ Mpa}$$

karena $fs' > fy$, maka dipakai $fy = 350 \text{ Mpa}$

$$fs = \frac{d-c}{c} \times 600 = \frac{502-122,508}{122,508} \times 600 = 1858,615 \text{ Mpa} > fy = 350 \text{ Mpa}$$

karena $fs > fy$, maka dipakai $fy = 350 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned}
C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\
&= 0,85 \cdot 25 \cdot 122,508 \cdot 1000 \\
&= 2603295 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= A_s' \cdot (f_y - 0,85 \cdot f_c') \\
&= 1005,309 (350 - 0,85 \cdot 25) \\
&= 330495,334 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s2} &= A_s \cdot f_y \\
&= 1005,309 \cdot 350 \\
&= 351858,15 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_1 &= d - (1/2 \cdot a) \\
&= 502 - (1/2 \cdot 122,508) \\
&= 440,746 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_2 &= d - d' \\
&= 502 - 48 \\
&= 454 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_3 &= d - d' - Z_{2, \text{plat lantai}} \\
&= 502 - 48 - 154 \\
&= 300 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2 - T_s \cdot Z_3 \\
&= (2603295 \times 440,746) + (330495,334 \times 454) - (351858,15 \times 300) \\
&= 1402994185 \text{ N.mm} \\
&= 140,2994185 \text{ kN.m}
\end{aligned}$$

$$M_r = \phi \cdot M_n = 0,8 \times 140,2994185 = 112,240 \text{ kN.m}$$

$$M_r = 112,240 \text{ kN.m} > M_u = 21,438 \text{ kN.m} \dots\dots\dots \text{OK!!}$$

Jadi dipakai tulangan rangkap : D16 – 200 mm (untuk tulangan tarik)

D16 – 200 mm (untuk tulangan tekan)

Direncanakan menggunakan tulangan bagi Ø 12 mm

$$A_{S_{bagi}} = 20\% \cdot A_{S_{perlu}}$$

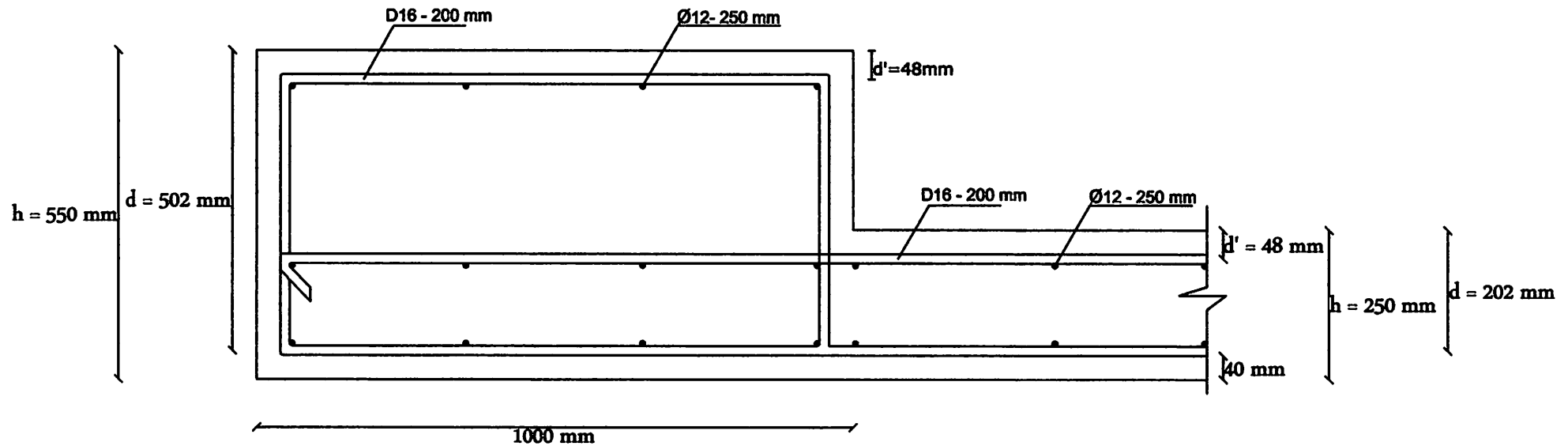
$$= 0,2 \cdot 1005,309 = 201,062 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{S_{bagi}}}{A_{S_{ada}}} = \frac{201,062}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = 1,77 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$S = \frac{b \text{ ditinjau}}{n} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : Ø12 – 250 mm



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN
ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck)
PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN
KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK

URAIAN :

DIGAMBAR : M. DJUNAI DI WATTIHEL UW

NIM : 05.21.075

NAMA GAMBAR :
PENULANGAN TROTOIR

DOSEN
PEMBIMBING 1 :

DOSEN
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL : JULY 2010

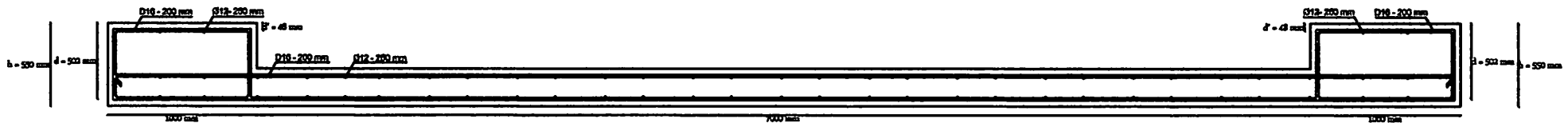
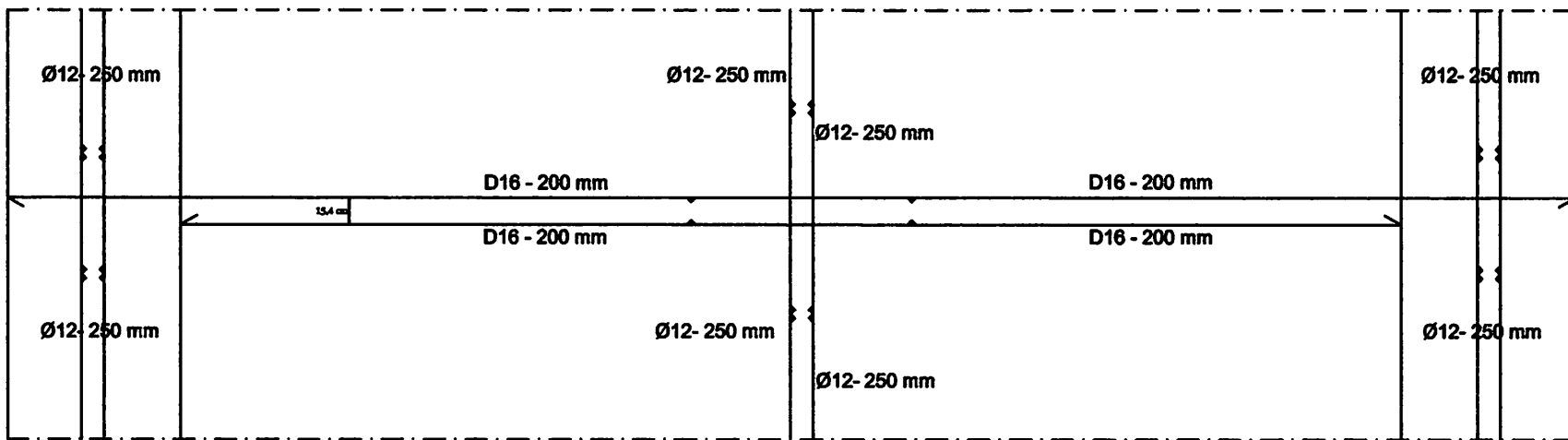
No Gambar : 2

Skala : 1 : 10

()

()





**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN
ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck)
PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN
KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK

URAIAN :

DIGAMBAR : M. DJUNAI DI WATTIHEL UW

NIM : 05.21.075

NAMA GAMBAR :
PELAT LANTAI DAN TROTOIR

DOSEN
PEMBIMBING 1 :

DOSEN
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL : JULY 2010

No Gambar : 3

Skala : 1 : 40

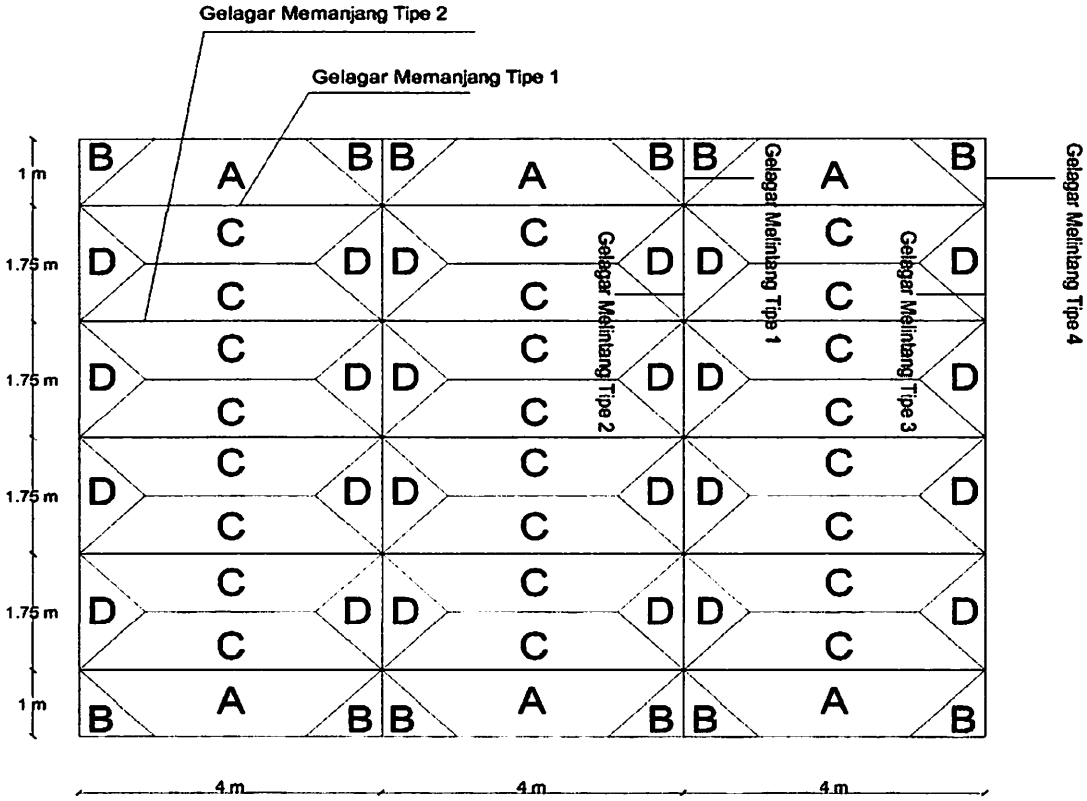
()

()



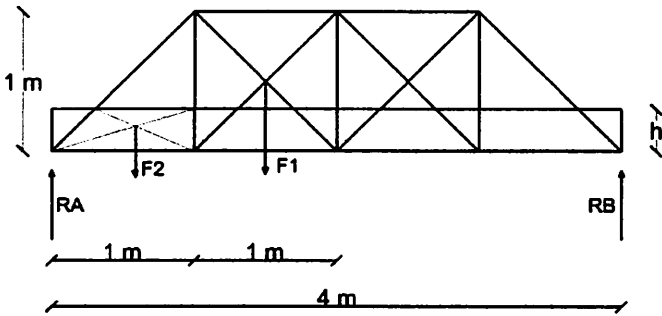
3.5 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang

3.5.1 Perataan Beban



Gambar 3.18 Perataan beban plat

Perataan beban tipe A



Gambar 3.19 Perataan beban type A

$$F1 = 1 \cdot 1 = 1$$

$$F2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 = 0,5$$

$$RA = RB = F1 + F2 = 1 + 0,5 = 1,5$$

$$M_{max 1} = RA \cdot 2 - (F2(1/3 \cdot 1 + 1)) - (F1(1/2 \cdot 1))$$

$$= 1,5 \cdot 2 - (0,5(1/3 \cdot 1 + 1)) - (1(1/2 \cdot 1))$$

$$= 1,833$$

$$M_{\max 2} = 1/8 \cdot h \cdot L^2$$

$$= 1/8 \cdot h \cdot 4^2$$

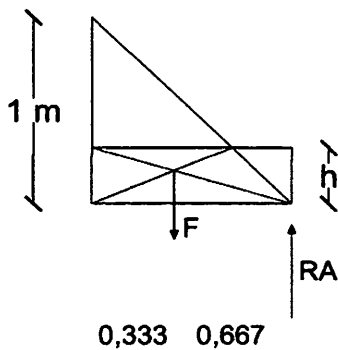
$$= 2h$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$1,833 = 2h$$

$$h = 0,917 \text{ m} < 1 \text{ m} \dots \dots \dots (\text{memenuhi})$$

Perataan beban tipe B



Gambar 3.20 Perataan beban type B

$$F = 1/2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5$$

$$RA = F = 0,5$$

$$M_{\max 1} = F \cdot (2/3 \cdot 1)$$

$$= 0,5 \cdot 0,667$$

$$= 0,333$$

$$M_{\max 2} = 1/2 \cdot h \cdot L^2$$

$$= 1/2 \cdot h \cdot 1^2$$

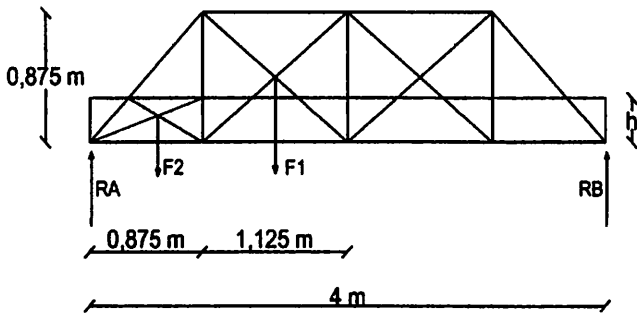
$$= 0,5h$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$0,333 = 0,5 h$$

$$H = 0,667 \text{ m} < 1 \text{ m} \dots \dots \dots (\text{memenuhi})$$

Perataan beban tipe C



Gambar 3.21 Perataan beban type C

$$F1 = 1,125 \cdot 0,875 = 0,984$$

$$F2 = 0,5 \cdot 0,875 \cdot 0,875 = 0,383$$

$$RA = RB = F1 + F2 = 0,984 + 0,383 = 1,367$$

$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \cdot 2 - (F2(1/3 \cdot 0,875 + 1,125)) - (F1(1/2 \cdot 1,125)) \\ &= 1,367 \cdot 2 - (0,383(1/3 \cdot 0,875 + 1,125)) - (0,984(1/2 \cdot 1,125)) \\ &= 1,638 \end{aligned}$$

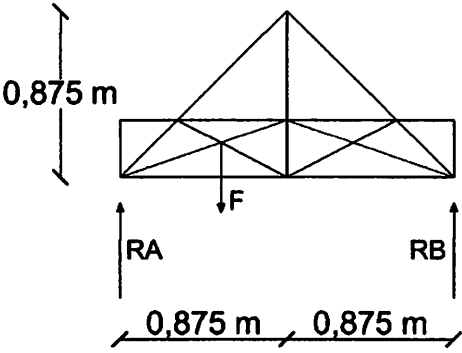
$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= 1/8 \cdot h \cdot L^2 \\ &= 1/8 \cdot h \cdot 4^2 \\ &= 1,125 h \end{aligned}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$1,638 = 2 h$$

$$h = 0,819 \text{ m} < 0,875 \text{ m} \dots \dots \dots (\text{memenuhi})$$

Perataan beban tipe D



Gambar 3.22 Perataan beban type D

$$F = \frac{1}{2} \cdot 0,875 \cdot 0,875$$

$$= 0,383$$

$$RA = RB = F = 0,383$$

$$M_{max 1} = RA \cdot 0,875 - (F(1/3 \cdot 0,875))$$

$$= 0,383 \cdot 0,875 - (0,383(1/3 \cdot 0,875))$$

$$= 0,223$$

$$M_{max 2} = 1/8 \cdot h \cdot L^2$$

$$= 1/8 \cdot h \cdot 1,75^2$$

$$= 0,385 h$$

$$M_{max 1} = M_{max 2}$$

$$0,223 = 0,385 h$$

$$h = 0,579 \text{ m} < 0,875 \text{ m} \dots\dots\dots(\text{memenuhi})$$

3.5.2 Perhitungan gelagar memanjang

❖ Pembebanan

1. Beban mati (qd)

- Gelagar memanjang type 1

$$\begin{aligned} qd &= (\text{perataan beban tipe A x } qd \text{ trotoir}) + (\text{perataan beban tipe C x } qd \text{ plat}) \\ &= (0,917 \times 1480) + (0,819 \times 826) \\ &= 2363,774 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Gelagar memanjang type 2

$$\begin{aligned} qd &= (\text{perataan beban tipe C x } qd \text{ plat}) + (\text{perataan beban tipe C x } qd \text{ plat}) \\ &= (0,819 \times 826) + (0,819 \times 826) \\ &= 1352,988 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Diambil beban yang terbesar yaitu $qd = 2363,774 \text{ kg/m}$

2. Beban hidup D (beban lajur)

Secara umum beban “D” akan menentukan dalam perhitungan yang mempunyai bentang mulai dari sedang sampai panjang. Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KEL)³⁶⁾.

A. Muatan terbagi rata “UDL”

Faktor beban = 2

Dimana : $L = 92 \text{ m} > 30 \text{ m}$

$$\begin{aligned} Q &= 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) \times KPa \\ &= 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{92}\right) \times KPa \\ &= 5,304 \text{ Kpa} = 530,4 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

B. Muatan beban garis “KEL”

Faktor beban = 2

Bentang jembatan 92 meter dengan faktor beban dinamis (DLA = 30%) = 1 +

$$0,3 = 1,3. \text{ }^{37)}$$

Muatan garis P = 44 KN/m = 4400 kg/m.³⁸⁾

Muatan hidup yang diterima gelagar adalah

1. Gelagar memanjang tipe 1

$$q_l = \frac{530,4}{2,75} (0,917 + 0,819) = 334.827 \text{ kg/m}$$

$$P_l = \frac{4400}{2,75} (0,917 + 0,819) \times 1,3 = 3610,88 \text{ kg/m}$$

2. Gelagar memanjang tipe 2

$$q_l = \frac{530,4}{2,75} (0,819 + 0,819) = 315,926 \text{ kg/m}$$

$$P_l = \frac{4400}{2,75} (0,819 + 0,819) \times 1,3 = 3407,04 \text{ kg/m}$$

Catatan : pembagi 2,75 selalu tetap dan tidak tergantung pada lebar lalulintas

Diambil beban terbesar yang menentukan yaitu :

$$q_l = 334.827 \text{ kg/m}$$

$$P_l = 3610,88 \text{ kg/m}$$

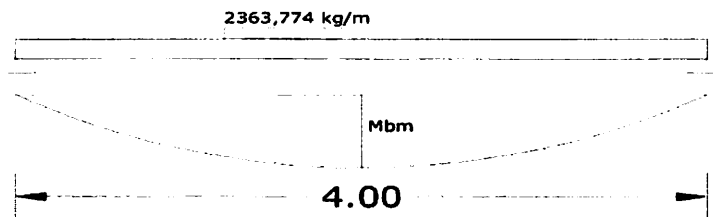
37) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, gambar 2.8, hal 2-29

38) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, gambar 2.8, hal 2-29

❖ Perhitungan momen pada gelagar memanjang

1. Akibat beban mati

Momen akibat berat sendiri lantai kendaraan (beban mati) (factor beban dicor di tempat = 1,3)³⁹⁾



Gambar 3.23 Momen akibat beban mati

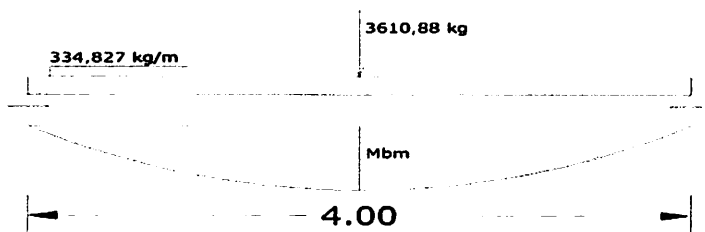
$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \times (2363,774 \times 4) \\ &= 4727,548 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{2} \times (2363,774 \times 4) \\ &= 4727,548 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{bm} &= \frac{1}{8} \cdot qd \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot 2363,774 \cdot 4^2 \\ &= 4727,548 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2. Akibat beban hidup "D" (beban lajur)

Momen akibat beban hidup "D" (faktor beban untuk waktu transiet = 2,0)⁴⁰⁾



Gambar 3.24 Momen akibat beban hidup

$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot (3610,88 + (334,827 \times 4)) \\ &= 2475,094 \text{ kg} \end{aligned}$$

39) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, hal 2-14

40) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, hal 2-21

$$V_2 = \frac{1}{2} \cdot (3610,88 + (334,827 \times 4))$$

$$= 2475,094 \text{ kg}$$

$$M_{bh} = (1/8 \cdot q_l \cdot L^2) + (1/4 \cdot P \cdot L)$$

$$= (1/8 \cdot 334,827 \cdot 4^2) + (1/4 \cdot 3610,88 \cdot 4)$$

$$= 4280,534 \text{ kg.m}$$

Gaya geser akibat beban mati dan hidup sebesar :

$$V_{\text{totalU}} = V_1 + V_2$$

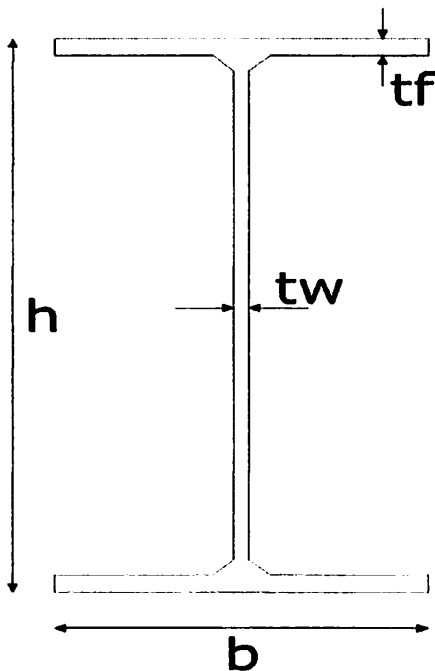
$$= 4727,548 + 2475,094$$

$$= 7202,642 \text{ kg}$$

3.5.2.1 Perhitungan dimensi gelagar memanjang

1. Dimensi gelagar memanjang

Dicoba profil W12x40



Faktor beban untuk baja = 1,1

$$W = 59,53 \text{ kg/m}$$

$$A = 75,9 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 12910 \text{ cm}^4$$

$$b = 203 \text{ mm}$$

$$h = 303 \text{ mm}$$

$$t_w = 7,47 \text{ mm}$$

$$t_f = 13,11 \text{ mm}$$

Gambar 3.25 Profil W12x40

- Momen akibat berat sendiri profil

$$\begin{aligned}
 M_{bs \text{ profil}} &= 1/8 \times q \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 59,53 \times 4^2 \\
 &= 119,06 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

2. Momen total yang bekerja pada gelagar memanjang

$$\begin{aligned}
 M_{\text{Total}}^U &= M_{bm}^U + M_{bh}^U + M_{bs}^U \text{ Profil} \\
 &= (1,3 \cdot 4727,548) + (2 \cdot 4280,534) + (1,1 \cdot 119,06) \\
 &= 14837,846 \text{ kg.m} = 1483784,6 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

Lebar efektif pelat beton (bE) untuk gelagar interior (plat menumpu pada kedua sisi)⁴¹⁾ :

$$bE \leq \frac{L}{4} = \frac{400}{4} = 100 \text{ cm}$$

$$bE \leq b_o = 175 \text{ cm}$$

$$bE \leq b_f + 16 \cdot t_s = 20,3 + 16 \cdot 25 = 420,3 \text{ cm}$$

diambil nilai bE terkecil = 100 cm, maka bE ditransformasikan menjadi

$$bE' = \frac{bE}{n}$$

Elastisitas :

$$E_{\text{beton}} = 4700\sqrt{f'c'} = 4700\sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

$$E_{\text{baja}} = 200000 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{23500} = 8,51$$

$$bE' = \frac{100}{8,51} = 11,75 \text{ cm}$$

- **Cek kriteria Penampang**

$$K_c = \frac{D - 2.tf - 2.r}{tw}$$
$$= \frac{303 - 2.13,11 - 2.15,2}{7,47}$$
$$= 32,98$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{fy}}$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{360}} = 88,544$$

Karena $K_c = 32,98 \leq 88,544$, maka kapasitas momen penampang harus dianalisis dengan distribusi tegangan plastis

- **Kontrol kelangsingan profil**

- Untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2.tf} = \frac{203}{2.13,11} = 7,742$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{fy}} = \frac{170}{\sqrt{360}} = 8,960$$

$$\lambda < \lambda_p = 7,742 < 8,960 \dots \dots \dots \text{OK}$$

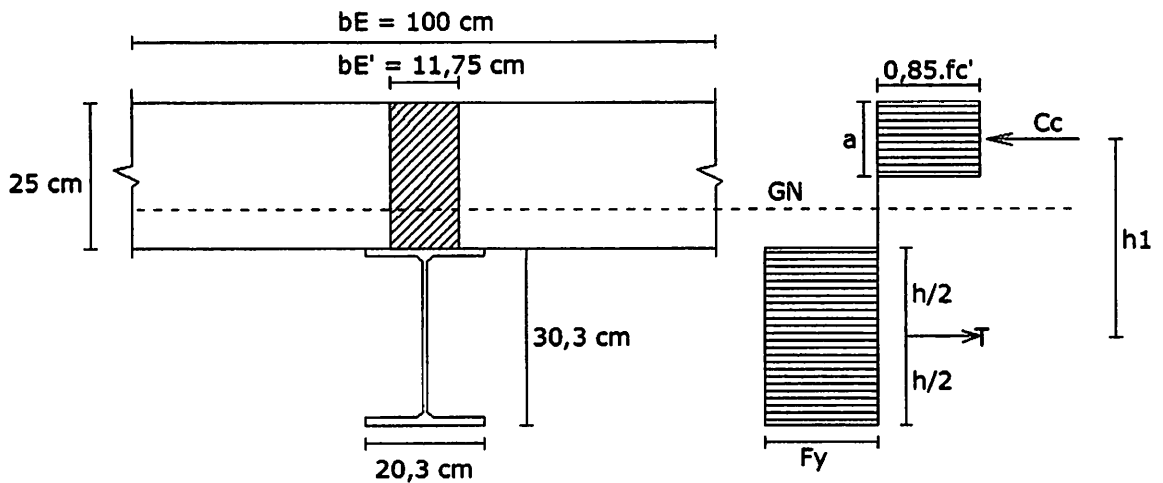
- Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{d - 2(r_0 + tf)}{tw} = \frac{303 - 2(15,2 + 13,11)}{7,47} = 32,983$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{360}} = 88,544$$

$$\lambda < \lambda_p = 32,983 < 88,544 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Kontrol kekuatan penampang



Gambar 3.26 Diagram tegangan Komposit

Menentukan letak garis netral :

No.	Luas Penampang A (cm ²)	Lengan Momen Y (cm)	Satis Momen A . y (cm ³)
1	Beton = 11,75 x 25 = 293,75	12,5	3671,875
2	Baja = 75,9	40,15	3047,385
	Σ A = 369,65		Σ A.y = 6719,26

$$Y_a = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{6719,26}{369,65} = 18,177 \text{ cm (diukur dari bagian atas plat)}$$

$$Y_b = t + h - y_a = 25 + 30,3 - 18,177 = 37,123 \text{ cm}$$

Momen inersia :

No.	A (cm ²)	Y (cm)	<i>I</i> _o (cm ⁴)	<i>d</i> (cm)	<i>I</i> _o + <i>A</i> <i>d</i> ² (cm ⁴)
1	293,75	12,5	1/12 x 11,75 x 25 ³ = 15299,479	18,177 - 12,5 = 5,677	24766,551
2	75,9	40,15	12910	37,123 - (30,3/2) = 21,973	49555,486
	Σ A = 2575,9				Σ I _x = 74322,037

karena $Y_a = 18,177 \text{ cm} < \text{tebal pelat beton}$ maka garis netral terletak pada pelat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan gaya $C = T$, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot bE} \\ &= \frac{759 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 100} \\ &= 128,584 \text{ mm} \end{aligned}$$

tebal plat beton $250 \text{ mm} > a = 128,584 \text{ mm}$, maka pelat beton mampu mengimbangi gaya tarik $A_s \cdot f_y$ yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot bE \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 128,584 \cdot 1000 \\ &= 2732410 \text{ N} \end{aligned}$$

Tegangan tarik pada serat baja

$$\begin{aligned} T &= A_s \cdot f_y \\ &= 7590 \cdot 360 \\ &= 2732400 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \cdot h_l \\ &= 27324101 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot h + t - \frac{1}{2} \cdot a \right) \\ &= 2732410 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 303 + 250 - \frac{1}{2} \cdot 128,584 \right) \\ &= 921053303,280 \text{ N.mm} \\ &= 92105,330 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Kuat lentur rencana :

$$\begin{aligned} \Phi_b \cdot M_n &= 0,85 \cdot 92105,330 \\ &= 78289,531 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\Phi b \cdot M_n \geq M_{totalU}$$

$$78289,531 \text{ kg.m} \geq 14837,846 \text{ kg.m} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- **Pemeriksaan terhadap kapasitas geser**

Gaya geser rencana :

$$V_{totalU} = 7202,642 \text{ kg}$$

Kapasitas geser penampang :

$$V_y = 0,55 \times d \times t_w \times f_y$$

$$= 0,55 \times 30,3 \times 0,747 \times 3600$$

$$= 44815,518 \text{ kg} > 7202,642 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$

- **Pemeriksaan terhadap lendutan**

1. **Lendutan yang diijinkan adalah :**

$$\bar{f} = \frac{1}{400} \times L$$

$$= \frac{1}{400} \times 400 = 1 \text{ cm}$$

Lendutan yang terjadi adalah :

$$\bar{f} = \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{P^U \times L^3}{48 \times E \times I}$$

$$= \frac{5 \times (23,63774 + 3,34827 + 0,5953) \times 400^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 74322,037} + \frac{3610,88 \times 400^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 74322,037}$$

$$\bar{f} = 0,088 \text{ cm} < 1 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Jadi profil W12x40 aman digunakan sebagai gelagar memanjang.

3.5.2.2 Perencanaan Shear Conector

Balok Induk memanjang

Digunakan konektor geser berkepala (stud diameter 19,05 mm dengan tinggi 100 mm) yang dilaskan pada flens.

$$\begin{aligned}A_{sc} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 19,05^2 \\ &= 284,88 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Kekuatan nominal penghubung geser⁴²⁾

$$\begin{aligned}Q_n &= 0,5 A_{sc} \times \sqrt{f_c' \times E_c} \\ &= 0,5 \times 284,88 \times \sqrt{25 \times 23500} \\ &= 109178,193 \text{ N}\end{aligned}$$

Perhitungan Gaya Geser Horizontal (V_h)

$$V_h = 0,85 f_c' \times b_E \times T(\text{plat}) + A_{sc} \times f_y - A_{sr} \times 300$$

Dimana pada perhitungan ini menggunakan penghubung geser berkepala (Stud ¾" = 1,905 cm dengan tinggi stud 15 cm)

$$\begin{aligned}V_h &= (0,85 \times 25 \times 1000 \times 250) + (284,88 \times 360) - (284,88 \times 300) \\ &= 5329592,80 \text{ N}\end{aligned}$$

$$V_h = C_{\max} = 5329592,80 \text{ N}$$

T_{\max} = gaya geser yang disumbangkan oleh baja profil

$$\begin{aligned}&= A_s \times f_y \\ &= 17830 \times 360 \\ &= 6418800 \text{ N}\end{aligned}$$

$C_{\max} = 11970217,80 \text{ N} > T_{\max} = 6418800 \text{ N}$ maka sumbu netral berada dalam pelat beton sehingga gaya geser yang didalam beton yang dipikul oleh konektor geser adalah 11970217,80 N

Banyaknya konektor geser yang harus dipasang pada flens gelagar melintang

$$N = \frac{C_{\max}}{Q_n} = \frac{11970217,80}{109178,193} = 109,639 \approx 110 \text{ buah}$$

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar melintang⁴³⁾ adalah :

- Jarak minimum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan

$$6 \times d = 6 \times 19,05 = 114,3 \text{ mm} = 11,4 \text{ cm}$$

- Jarak maximum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan

$$8 \times \text{tebal plat beton} = 8 \times 250 = 2000 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$$

Digunakan jarak stud = 12 cm

- Jarak transversal (jarak minimum tegak lurus sumbu longitudinal) :

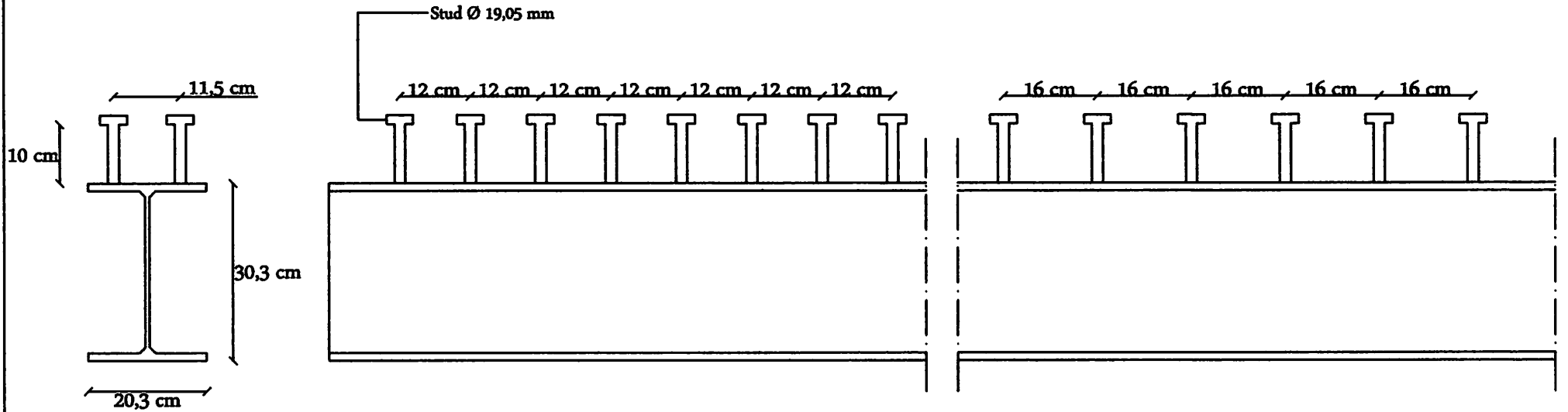
Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

$$4 \times d = 4 \times 19,05 = 76,2 \text{ mm} = 7,62 \text{ cm} \text{ digunakan jarak } 11,5 \text{ cm}$$

Daerah lapangan

Karena stud dipasang 2 baris maka, jumlah stud pada baris pertama = 55 stud


$$\text{Jarak antar stud} = \frac{900}{55} = 16,36 \text{ cm} \text{ digunakan } 16 \text{ cm}$$



**PEMASANGAN SHEAR CONECTOR
(GEL. MEMANJANG)**



Skala 1 : 10

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAI DI WATTIHEL UW NIM : 05.21.075		
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : PEMASANGAN SHEAR CONECTOR (GEL. MEMANJANG)	DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
			TANGGAL : JULY 2010	()	()
			No Gambar : 4 Skala : 1 : 40		

3.5.3 Perhitungan gelagar melintang

❖ Pembebanan

1. Beban mati (qd)

- Akibat berat trotoir (faktor beban untuk beton cor = 1,3)

$$\begin{aligned}q_{d1}U &= (\text{perataan beban tipe B x 2}) \times q_d \text{ trotoir} \times 1,3 \\ &= (0,667 \times 2) \times 1480 \times 1,3 \\ &= 2566,616 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Akibat berat lantai kendaraan (faktor beban untuk beton cor = 1,3)

$$\begin{aligned}q_{d2}U &= (\text{perataan beban tipe D x 2}) \times q_d \text{ trotoir} \times 1,3 \\ &= (0,579 \times 2) \times 826 \times 1,3 \\ &= 1241,313 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Akibat Beban profil gelagar memanjang (WF 12x40)

$$W = 59,53 \text{ kg/m}$$

$$\text{Faktor beban} = 1,1$$

$$Pu_1 = 59,53 \times 4 \times 1,1$$

$$= 261,932 \text{ kg}$$

- Akibat Beban plat gelagar memanjang

$$Pu_2 = (q_d \text{ plat gelagar memajang type 1} \times L \times 1,3)$$

$$= 2363,774 \times 4 \times 1,3$$

$$= 12291,625 \text{ kg}$$

$$Pu_3 = (q_d \text{ plat gelagar memajang type 2} \times L \times 1,3)$$

$$= 1352,988 \times 4 \times 1,3$$

$$= 7035,538 \text{ kg}$$

2. Beban hidup

❖ Akibat beban lajur “D”

Secara umum beban “D” akan menentukan dalam perhitungan yang mempunyai bentang mulai dari sedang sampai panjang. Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KEL)⁴⁴⁾.

A. Muatan terbagi rata “UDL”

Faktor beban = 2

Dimana : $L = 92 \text{ m} > 30 \text{ m}$

$$\begin{aligned}q &= 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) \times KPa \\ &= 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{92}\right) \times KPa \\ &= 5,304 \text{ Kpa} = 530,4 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$q_3 = \frac{530,4}{2,75} (2 \times 0,597) = 230,290 \text{ kg/m}$$

$$qu_3 = [230,290 \times 2] \times 100\% = 460,580 \text{ kg/m}$$

B. Muatan beban garis “KEL”

Faktor beban = 2

Bentang jembatan 92 meter dengan faktor beban dinamis (DLA = 30%) = $1 + 0,3 = 1,3$.⁴⁵⁾

Muatan garis $P = 44 \text{ KN/m} = 4400 \text{ kg/m}$.⁴⁶⁾

$$P_4 = \frac{4400}{2,75} \times 1,3 = 2080 \text{ kg/m}$$

$$Pu_4 = 2080 \times 2 = 4160 \text{ kg/m}$$

Apabila lebar jalur besar dari 5,5 m, beban “D” harus ditempatkan pada dua jalur lalu lintas rencana yang berdekatan dengan intensitas 100 %. Beban

44) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2.. hal : 2-22

45) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, gambar 2.8, hal 2-29

46) PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, gambar 2.8, hal 2-22

“D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50 %⁴⁷⁾.

Sehingga akibat beban lajur “D”

$$\begin{aligned} qu_4 &= [(460,580 + 4160)] \times 100\% \\ &= 4620,58 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} qu_5 &= [(460,580 + 4160)] \times 50\% \\ &= 2310,29 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

❖ **Akibat beban lajur “D”**

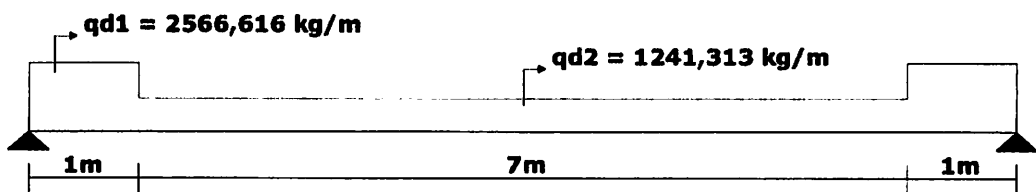
Faktor beban = 2,0

Untuk beban pejalan kaki akan didapatkan nilai sebesar = 5,0 kPa

$$\begin{aligned} q &= 5,0 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2 \\ qu_6 &= 500 \times 0,333 \times 2,0 = 333 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Momen Pada Gelagar Melintang

❖ **Akibat beban mati lantai kendaraan dan trotoir**



Gambar 3.27 Beban mati lantai kendaraan dan trotoir

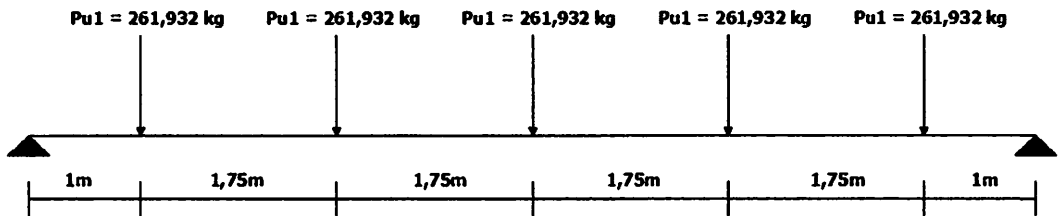
$$\begin{aligned} RA &= (1241,313 \times 3,5) + (2566,616 \times 1) \\ &= 6911,212 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 &= (RA \times 4,5) - (qd2 \times 3,5 \times 1,75) - (qd1 \times 1 \times 4) \\ &= (6911,212 \times 4,5) - (1241,313 \times 3,5 \times 1,75) - (2566,616 \times 1 \times 4) \\ &= 13230,95 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$V_1 = (1241,313 \times 3,5) + (2566,616 \times 1)$$

$$= 6911,212 \text{ kg}$$

❖ **Akibat berat gelagar memanjang**



Gambar 3.28 berat gelagar memanjang

$$RA = \frac{1}{2} \times Pu1 \times 5$$

$$= \frac{1}{2} \times 261,932 \times 5$$

$$= 654,83 \text{ kg}$$

$$M_2 = (RA \times 4,5) - (Pu1 \times 3,5) - (Pu1 \times 1,75)$$

$$= (654,83 \times 4,5) - (261,932 \times 3,5) - (261,932 \times 1,75)$$

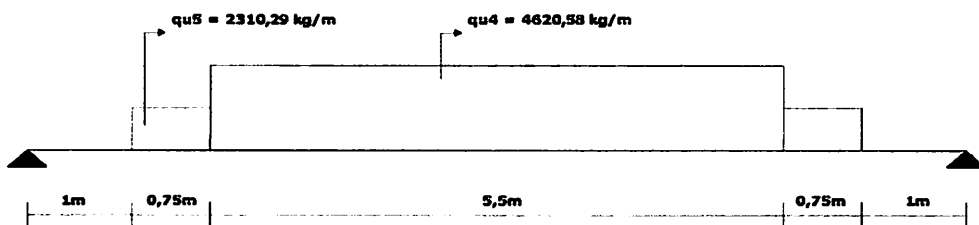
$$= 1571,592 \text{ kg.m}$$

$$V_2 = \frac{1}{2} \times Pu1 \times 5$$

$$= \frac{1}{2} \times 261,932 \times 5$$

$$= 654,83 \text{ kg}$$

❖ **Akibat beban lajur "D"**



Gambar 3.29 beban lajur D

$$RA = (qu4 \times 2,75) + (qu5 \times 0,75)$$

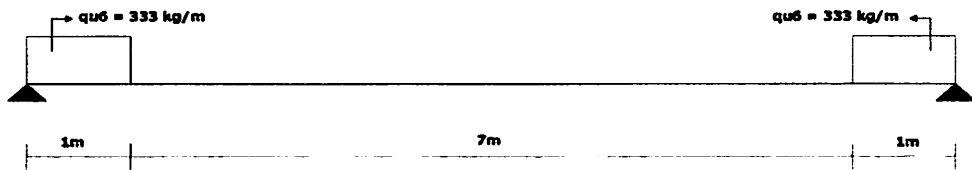
$$= (4620,58 \times 2,75) + (2310,29 \times 0,75)$$

$$= 14439,313 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} M_3 &= (RA \times 4,5) - (qu5 \times 0,75 \times 3,125) - (qu4 \times 2,75 \times 1,375) \\ &= (14439,313 \times 4,5) - (2310,29 \times 0,75 \times 3,125) - (4620,58 \times 2,75 \times 1,375) \\ &= 42090,598 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= (qu4 \times 2,75) + (qu5 \times 0,75) \\ &= (4620,58 \times 2,75) + (2310,29 \times 0,75) \\ &= 14439,313 \text{ kg} \end{aligned}$$

❖ **Akibat muatan hidup trotoir**



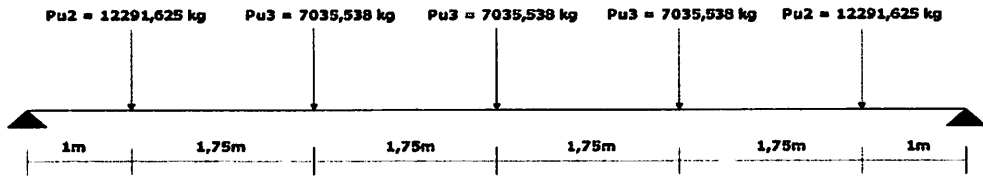
Gambar 3.30 muatan hidup trotoir

$$\begin{aligned} RA &= qu6 \times 1 \\ &= 333 \times 1 \\ &= 333 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_4 &= (RA \times 4,5) - (qu6 \times 1 \times 4) \\ &= (333 \times 4,5) - (333 \times 1 \times 4) \\ &= 166,5 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_4 &= qu6 \times 1 \\ &= 333 \times 1 \\ &= 333 \text{ kg} \end{aligned}$$

❖ **Akibat beban plat gelagar memanjang**



Gambar 3.31 beban plat gelagar memanjang

$$\begin{aligned}
 RA &= \frac{1}{2} \times ((Pu2 \times 2) + (Pu3 \times 3)) \\
 &= \frac{1}{2} \times ((12291,625 \times 2) + (7035,538 \times 3)) \\
 &= 22844,932 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_5 &= (RA \times 4,5) - (Pu2 \times 3,5) - (Pu3 \times 1,75) \\
 &= (22844,932 \times 4,5) - (12291,625 \times 3,5) - (7035,538 \times 1,75) \\
 &= 47469,315 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_5 &= \frac{1}{2} \times ((Pu2 \times 2) + (Pu3 \times 3)) \\
 &= \frac{1}{2} \times ((12291,625 \times 2) + (7035,538 \times 3)) \\
 &= 22844,932 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

$$\begin{aligned}
 M_{\max U} &= M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 \\
 &= 12588,332 + 1571,592 + 42090,598 + 166,5 + 47469,315 \\
 &= 103886,337 \text{ kg.m} = 10388633,7 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

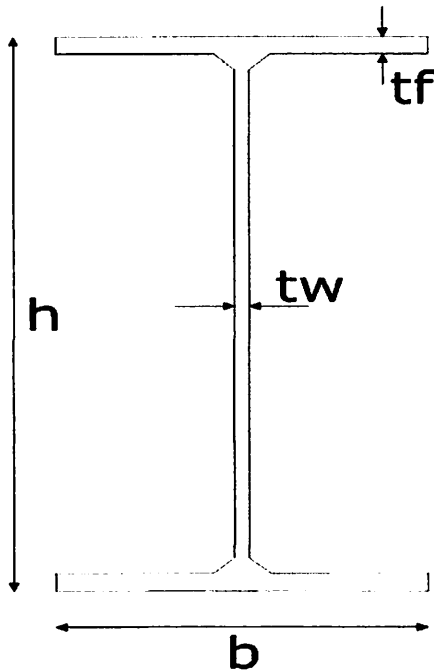
Gaya geser akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}U} &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \\
 &= 6911,212 + 654,83 + 14439,313 + 333 + 22844,932 \\
 &= 45183,287 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3.5.3.1 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang (Komposit)

1. Dimensi gelagar melintang

Dicoba profil W24x94



Faktor beban = 1,1

$h = 617 \text{ mm}$

$b = 230 \text{ mm}$

$tw = 13,11 \text{ mm}$

$tf = 22,15 \text{ mm}$

$r = 13,8 \text{ mm}$

$G = 139,9 \text{ kg/m}$

$A = 178,3 \text{ cm}^2$

$I_x = 111700 \text{ cm}^4$

$qu = 139,9 \times 1,1 = 153,89 \text{ kg/m}$

Gambar 3.32 Profil W24x94

Momen akibat berat sendiri profil :

$$\begin{aligned} M_{bs \text{ profi}} &= 1/8 \times qu \times L^2 \\ &= 1/8 \times 153,89 \times 9^2 \\ &= 1558,136 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2. Momen total yang bekerja pada gelagar melintang

$$\begin{aligned} M_{total U} &= M_{max U} + M_{bs \text{ profil}} \\ &= 103624,185 + 1558,136 \\ &= 105182,321 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Lebar efektif pelat beton (bE) untuk gelagar interior (plat menumpu pada kedua sisi)⁴⁸⁾ :

$$bE \leq \frac{L}{4} = \frac{900}{4} = 225 \text{ cm}$$

$$bE \leq b_o = 400 \text{ cm}$$

$$bE \leq b_f + 16.t_s = 23 + 16 \cdot 25 = 423 \text{ cm}$$

diambil nilai bE terkecil = 225 cm

$$bE' = \frac{bE}{n}$$

Elastisitas :

$$E_{\text{beton}} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

$$E_{\text{baja}} = 200000 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{23500} = 8,51$$

$$bE' = \frac{225}{8,51} = 26,44 \text{ cm}$$

- **Cek kriteria Penampang**

$$K_c = \frac{D - 2.t_f - 2.r}{t_w}$$

$$= \frac{617 - 2.22,15 - 2.13,8}{13,11}$$

$$= 41,579$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{360}} = 88,544$$

Karena $K_c = 41,579 \leq 88,544$, maka kapasitas momen penampang harus dianalisis dengan distribusi tegangan plastis

- **Kontrol perubahan bentuk**

▪ $\frac{d}{tw} \leq 75$

$$\frac{61,7}{1,311} \leq 75$$

$$47,063 \leq 75 \dots \dots \dots (\text{Memenuhi})$$

▪ $\frac{l}{d} \geq 1,25 \frac{b}{tf}$

$$\frac{900}{61,7} \geq 1,25 \frac{23}{2,215}$$

$$14,588 \geq 12,979 \dots \dots \dots (\text{Memenuhi})$$

Jadi penampang tidak berubah bentuk

- **Kontrol kelangsingan profil**

- Untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2.tf} = \frac{230}{2 \cdot 22,15} = 5,192$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{fy}} = \frac{170}{\sqrt{360}} = 8,960$$

$$\lambda < \lambda_p = 5,192 < 8,960 \dots \dots \dots \text{OK}$$

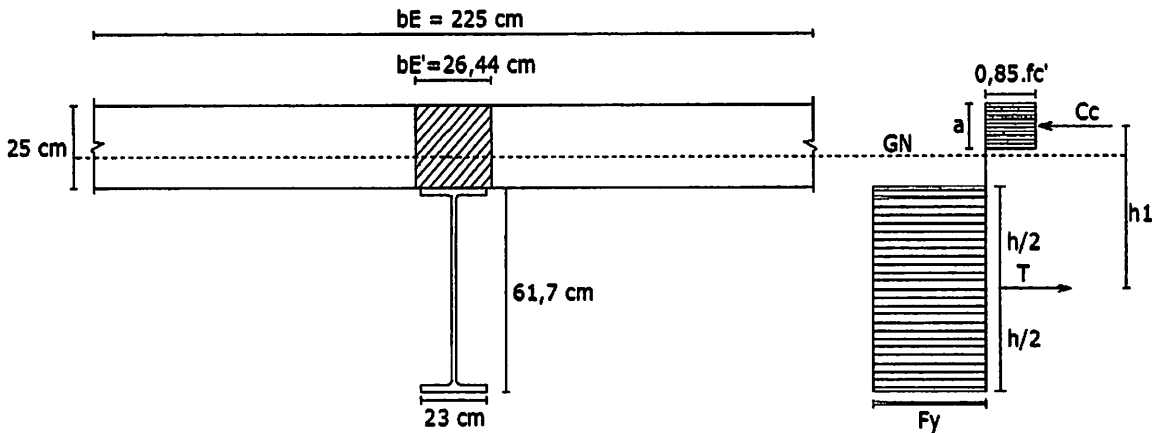
- Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{d-2(r_0+tf)}{tw} = \frac{617-2(13,8+22,15)}{13,11} = 41,579$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{360}} = 88,544$$

$$\lambda < \lambda_p = 41,579 < 88,544 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Kontrol kekuatan penampang



Gambar 3.33 Diagram tegangan Komposit

Menentukan letak garis netral :

No.	Luas Penampang A (cm ²)	Lengan Momen Y (cm)	Satis Momen A . y (cm ³)
1	Beton = 26,44 x 25 = 661	12,5	8262,5
2	Baja = 178,3	55,85	9958,055
	Σ A = 839,3		Σ A.y = 18220,555

$$Y_a = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{18220,55}{839,3} = 21,709 \text{ cm (diukur dari bagian atas plat)}$$

$$Y_b = t + h - y_a = 25 + 61,7 - 21,709 = 64,991 \text{ cm}$$

Momen inersia :

No.	A (cm ²)	Y (cm)	<i>I</i> _o (cm ⁴)	<i>d</i> (cm)	<i>I</i> _o + <i>A</i> <i>d</i> ² (cm ⁴)
1	661	12,5	1/12 x 26,44 x 25 ³ = 34427,083	21,709 - 12,5 = 9,709	96736,037
2	178,3	55,85	111700	64,991 - (61,7/2) = 34,141	319527,885
	Σ A = 839,3				Σ I _x = 416263,922

karena $Y_a = 21,709 \text{ cm} < \text{tebal pelat beton}$ maka garis netral terletak pada pelat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan gaya $C = T$, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot bE} \\ &= \frac{1783 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 225} \\ &= 134,250 \text{ mm} \end{aligned}$$

tebal plat beton 250 mm > a = 134,250 mm, maka pelat beton mampu mengimbangi gaya tarik $A_s \cdot f_y$ yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot bE \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 134,249 \cdot 2250 \\ &= 6418780,31 \text{ N} \end{aligned}$$

Tegangan tarik pada serat baja

$$\begin{aligned} T &= A_s \cdot f_y \\ &= 17830 \cdot 360 \\ &= 6418800 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \cdot h_1 \\ &= 6418780,31 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot h + t - \frac{1}{2} \cdot a \right) \\ &= 6418780,31 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 617 + 250 - \frac{1}{2} \cdot 134,249 \right) \\ &= 3154031385,44 \text{ N.mm} \\ &= 315403,139 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Kuat lentur rencana :

$$\begin{aligned} \Phi_b \cdot M_n &= 0,85 \cdot 315403,139 \\ &= 268092,668 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\Phi_b \cdot M_n \geq M_{totalU}$$

$$268092,668 \text{ kg.m} \geq 105182,321 \text{ kg.m} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- **Pemeriksaan terhadap kapasitas geser**

Gaya geser rencana :

$$V_{totalU} = 45183,287 \text{ kg}$$

Kapasitas geser penampang :

$$V_y = 0,55 \times d \times t_w \times f_y$$

$$= 0,55 \times 61,7 \times 1,311 \times 3600$$

$$= 160159,626 \text{ kg} > 45183,287 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$

- **Pemeriksaan terhadap lendutan**

1. Lendutan yang diijinkan adalah :

$$\bar{f} = \frac{1}{400} \times L$$

$$= \frac{1}{400} \times 900 = 2,25 \text{ cm}$$

2. Lendutan yang terjadi adalah :

- Akibat beban mati

$$q_u = q_{d1U} + q_{d2U}$$

$$= 2566,616 + 1241,313$$

$$= 3807,929 \text{ kg/m} = 38,07929 \text{ kg/cm}$$

$$P_u = P_{U1} + P_{U2} + P_{U3}$$

$$= 261,932 + 12291,625 + 7035,538$$

$$= 19589,095 \text{ kg}$$

$$F_1 = \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{(P^U) \times L^3}{48 \times EI}$$

$$= \frac{5 \times (38,07929) \times 900^4}{384 \times 2,1.10^6 \times 416263,922} + \frac{(19589,095) \times 900^3}{48 \times 2,1.10^6 \times 416263,922}$$

$$= 0,372 \text{ cm} + 0,340 \text{ cm}$$

$$= 0,712 \text{ cm}$$

- Akibat beban hidup 0,087

$$q_u = q_{d3}U + q_{d4}U + q_{d5}U + q_{d6}U$$

$$= 460,580 + 4620,58 + 2310,29 + 333$$

$$= 7724,45 \text{ kg/m} = 77,2445 \text{ kg/cm}$$

$$P_u = P_{u4}$$

$$= 4160 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{(P^U) \times L^3}{48 \times EI}$$

$$= \frac{(77,2445) \times 900^4}{384 \times 2,1.10^6 \times 416263,922} + \frac{(4160) \times 900^3}{48 \times 2,1.10^6 \times 416263,922}$$

$$= 0,151 \text{ cm} + 0,072 \text{ cm}$$

$$= 0,223 \text{ cm}$$

$F_{\text{total}} = F_1 + F_2$ maka $F_{\text{total}} = 0,712 \text{ cm} + 0,223 \text{ cm} = 0,935 \text{ cm} < f_{\text{ijin}} = 2,25 \text{ cm}$
Maka profil 24" WF 24" x 94 dapat digunakan sebagai gelagar melintang.

3.5.3.2 Perencanaan Shear Conector

❖ Balok Induk melintang

Digunakan konektor geser berkepala (stud diameter 19,05 mm dengan tinggi 100 mm) yang dilaskan pada flens.

$$\begin{aligned}A_{sc} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 19,05^2 \\ &= 284,88 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Kekuatan nominal penghubung geser⁴⁹⁾

$$\begin{aligned}Q_n &= 0,5 A_{sc} \times \sqrt{f_c' \times E_c} \\ &= 0,5 \times 284,88 \times \sqrt{25 \times 23500} \\ &= 109178,193 \text{ N}\end{aligned}$$

Perhitungan Gaya Geser Horizontal (V_h)

$$V_h = 0,85f_c' \times bE \times T(\text{plat}) + A_{sc} \times f_y - A_{sr} \times 300$$

Dimana pada perhitungan ini menggunakan penghubung geser berkepala (Stud ¾" = 1,905 cm dengan tinggi stud 15 cm)

$$\begin{aligned}V_h &= (0,85 \times 25 \times 2250 \times 250) + (284,88 \times 360) - (284,88 \times 300) \\ &= 11970217,80 \text{ N}\end{aligned}$$

$$V_h = C_{\max} = 11970217,80 \text{ N}$$

T_{max} = gaya geser yang disumbangkan oleh baja profil

$$\begin{aligned}&= A_s \times f_y \\ &= 17830 \times 360 \\ &= 6418800 \text{ N}\end{aligned}$$

C_{max} = 11970217,80 N > T_{max} = 6418800 N maka sumbu netal berada dalam pelat beton sehingga gaya geser yang didalam beton yang dipikul oleh konektor geser adalah 11970217,80 N

Banyaknya konektor geser yang harus dipasang pada flens gelagar melintang

49) Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, hal 296

$$N = \frac{C_{max}}{Q_n} = \frac{11970217,80}{109178,193} = 109,639 \approx 110 \text{ buah}$$

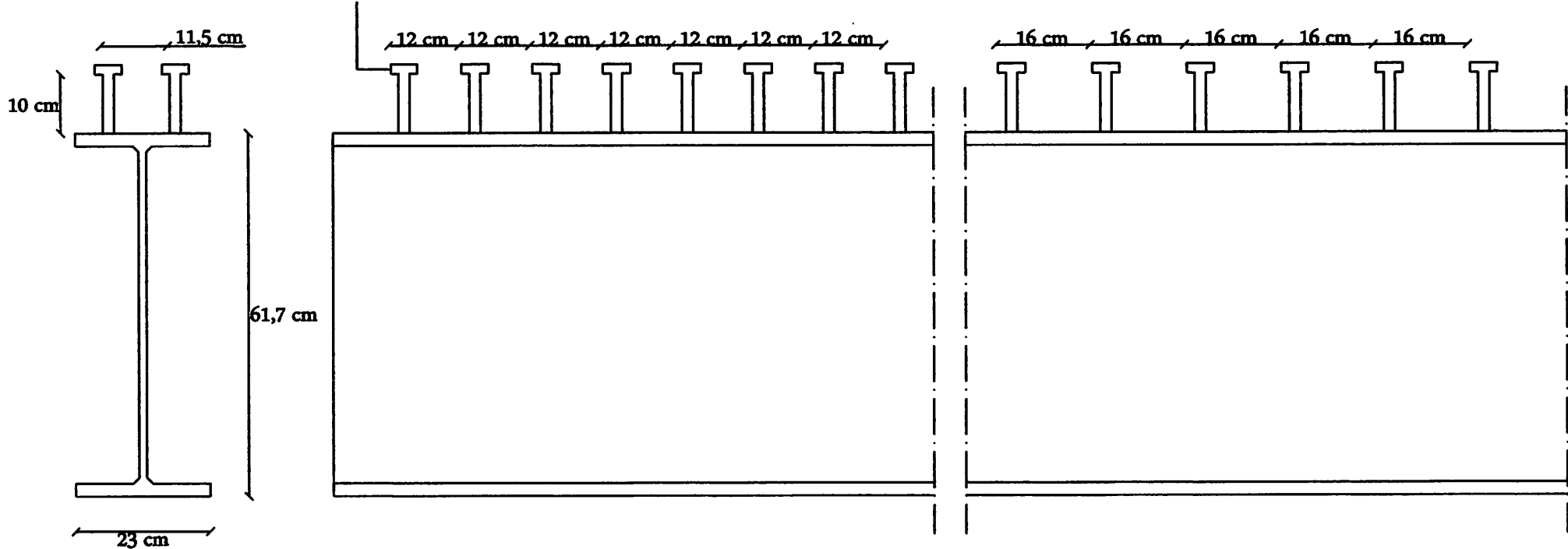
Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar melintang⁵⁰⁾ adalah :

- Jarak minimum longitudinal :
Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan
 $6 \times d = 6 \times 19,05 = 114,3 \text{ mm} = 11,4 \text{ cm}$
- Jarak maximum longitudinal :
Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan
 $8 \times \text{tebal plat beton} = 8 \times 250 = 2000 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$
Digunakan jarak stud = 12 cm
- Jarak transversal (jarak minimum tegak lurus sumbu longitudinal) :
Digunakan sebagai jarak antar baris stud :
 $4 \times d = 4 \times 19,05 = 76,2 \text{ mm} = 7,62 \text{ cm}$ digunakan jarak 11,5 cm

Daerah lapangan

Karena stud dipasang 2 baris maka, jumlah stud pada baris pertama = 55 stud


Jarak antar stud = $\frac{900}{55} = 16,36 \text{ cm}$ digunakan 16 cm



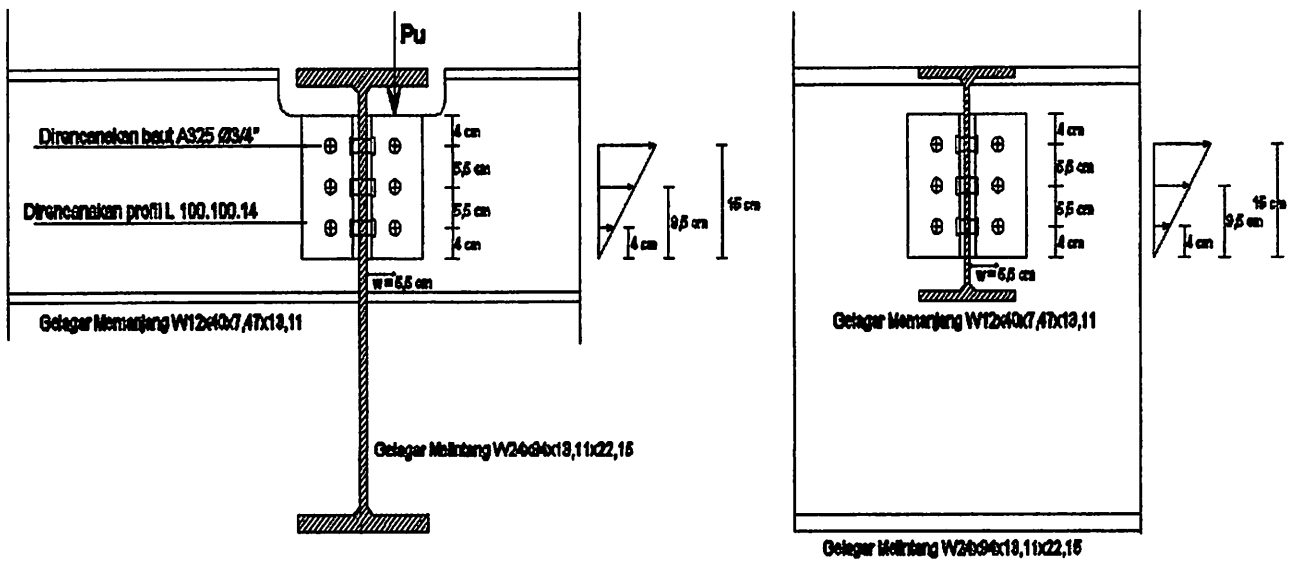
**PEMASANGAN SHEAR CONECTOR
(GEL. MELINTANG)**



Skala 1 : 10

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAIDI WATTIHELW NIM : 05.21.075			
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : PEMASANGAN SHEAR CONECTOR (GEL. MELINTANG)		DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
			TANGGAL : JULY 2010		()	()
			No Gambar : 5			
			Skala : 1 : 40			

3.5.4 Perencanaan Sambungan Memanjang dan Melintang



Gambar 3.34 Sambungan Memanjang dan melintang

❖ Besarnya gaya lintang yang bekerja pada sambungan gelagar memanjang (P_u) adalah 10223,377 kg (V_u gelagar memanjang)

❖ Digunakan baut A 325 $\emptyset 3/4$ ⁵¹⁾

$$\emptyset \text{ baut} = 3/4'' = 1,905 \text{ cm}$$

$$\emptyset \text{ lubang (db)} = 1,905 + 0,2 = 2,105 \text{ cm}$$

$$F_u = \text{kuat tarik bahan baut ; } 120 \text{ Ksi} = 827,371 \text{ MPa}$$

$$\text{Luas } A_b = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,905^2 = 285,022 \text{ mm}^2$$

di coba menggunakan profil L 100.100.14 untuk irisan tunggal dan ganda.

3.5.4.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Memanjang dan melintang)

Kuat tarik desain⁵²⁾ :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 827,371) . 285,022 \\ &= 132648,15 \text{ N} \\ &= 13264,815 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain⁵³⁾ :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 827,371) . 1 . 285,022 \\ &= 91969,39 \text{ N} \\ &= 9196,939 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain⁵⁴⁾ :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu 1,311 cm.

$$\begin{aligned}\phi Rn &= \phi . (2,4 . d . t . Fu^p) \\ &= 0,75 . (2,4 . 19,05 . 13,11 . 520) \\ &= 233761,79 \text{ N} \\ &= 23376,179 \text{ kg}\end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}Mu &= Pu . w \\ &= 10223,377 . 5,5 \\ &= 56283,57 \text{ kg.cm}\end{aligned}$$

52) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 133

53) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

54) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 134

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut⁵⁵⁾ :

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d$ s/d $3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$ cm

$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$ cm

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

$3.d$ s/d $7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,27$ cm

$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34$ cm

Diambil 5,5 cm

Menentukan jumlah baut (n)⁵⁶⁾ :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot p}}$$

dimana : Mu = momen ultimit

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

$P =$ jarak antar baut = 5,5 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 56283,57}{9196,939 \times 5,5}} = 2,58 \approx 6 \text{ buah}$$

Syarat :

$$L \geq \frac{P}{\phi F_u t}$$

$$4 \text{ cm} \geq \frac{10223,337}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,4}$$

$$4 \text{ cm} \geq 1,872 \text{ cm} \dots\dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.14

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut⁵⁷⁾

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 13264,815 \text{ kg}$$

$$R_{ut} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg} 56283,57$$

$$13264,815 \text{ kg} \geq \frac{56283,57 \times 15}{(4^2 + 9,5^2 + 15^2)}$$

$$13264,815 \text{ kg} \geq 2548,490 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut⁵⁸⁾

$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

$$\phi_v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 9196,939 \text{ kg}$$

$$R_{uv} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$9196,939 \text{ kg} \geq \frac{10223,377}{6}$$

$$9196,939 \text{ kg} \geq 1703,896 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

57) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201

58) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201

3.5.4.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar memanjang)

Kuat tarik desain⁵⁹⁾ :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 827,371) . 285,022 \\ &= 132648,15 \text{ N} \\ &= 13264,815 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain⁶⁰⁾ :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 827,371) . 2 . 285,022 \\ &= 183938,78 \text{ N} \\ &= 18393,878 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain⁶¹⁾ :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu 13,11 mm.

$$\begin{aligned}\phi Rn &= \phi . (2,4 . d . t . Fu^p) \\ &= 0,75 . (2,4 . 19,05 . 13,11 . 520) \\ &= 233761,79 \text{ N} \\ &= 23376,179 \text{ kg}\end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}Mu &= Pu . w \\ &= 10223,377 . 5,5 \\ &= 56283,57 \text{ kg.cm}\end{aligned}$$

59) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 133

60) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

61) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 134

Jarak baut⁶²⁾ :

Syarat Penyusunan baut

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \leq 3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86 \text{ cm}$

$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \leq 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,27 \text{ cm}$

$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$

Diambil 5,5 cm

Menentukan jumlah baut (n)⁶³⁾ :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot p}}$$

dimana : Mu = momen ultimit

R = ϕR_n (kekuatan desain yang menentukan)

P = jarak antar baut = 5,5 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 56283,57}{9196,939 \times 5,5}} = 2,58 \approx 3 \text{ buah}$$

Syarat :

$$L \geq \frac{P}{\phi F_u t}$$

$$4 \text{ cm} \geq \frac{10223,337}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,4}$$

$$4 \text{ cm} \geq 1,872 \text{ cm} \dots\dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.14

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut⁶⁴⁾

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 13264,815 \text{ kg}$$

$$R_{ut} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg} 56283,57$$

$$13264,815 \text{ kg} \geq \frac{56283,57 \times 15}{(4^2 + 9,5^2 + 15^2)}$$

$$13264,815 \text{ kg} \geq 2548,490 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut⁶⁵⁾

$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

$$\phi_v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 18393,878 \text{ kg}$$

$$R_{uv} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

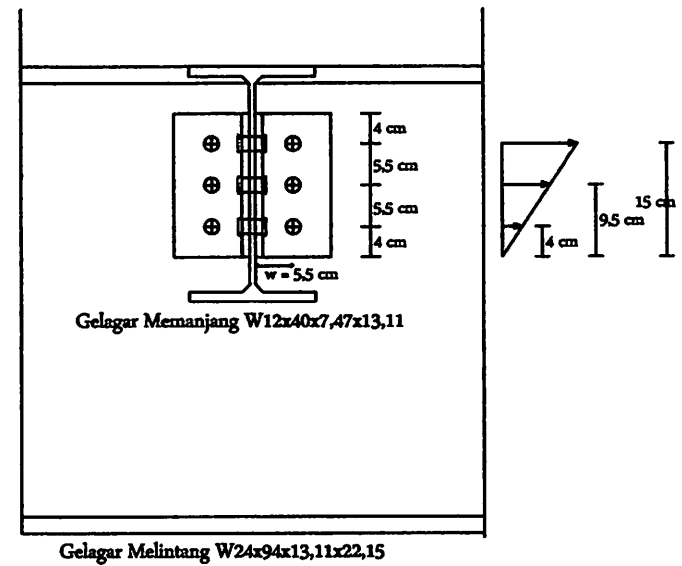
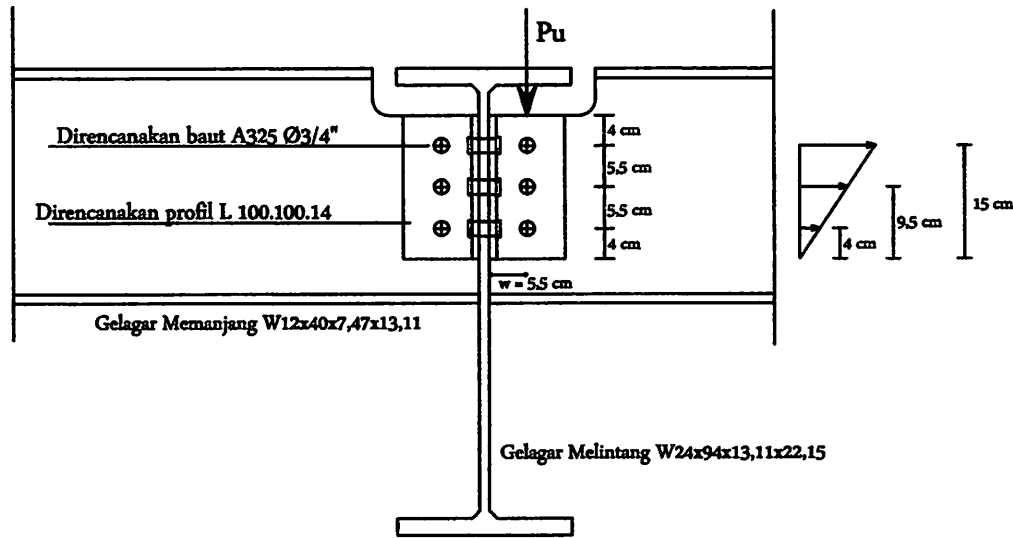
$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$18393,878 \text{ kg} \geq \frac{10223,377}{3}$$

$$18393,878 \text{ kg} \geq 3407,792 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

64) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201

65) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN
ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck)
PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN
KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK

URAIAN :

DIGAMBAR : M. DJUNAIDI WATTIHELW

NIM : 05.21.075

NAMA GAMBAR :
SAMBUNGAN GELAGAR MELINTANG
DENGAN GELEGAR MEMANJANG

DOSEN
PEMBIMBING 1 :

DOSEN
PEMBIMBING 2 :

TANGGAL : JULY 2010

No Gambar : 6

()

()

Skala : 1 : 10

3.6 Perhitungan Gelagar Induk

3.6.1 Akibat beban mati (faktor beban = 1,1)

a. Berat sendiri lantai kendaraan

$$\begin{aligned} G_1 &= q_{lt} \cdot B \cdot L \\ &= 826 \cdot 7 \cdot 92 \\ &= 531944 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat sendiri trotoir

$$\begin{aligned} G_2 &= 2 \cdot (q_t \cdot B \cdot L) \\ &= 2 \cdot (1480 \cdot 1 \cdot 92) \\ &= 272320 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Berat gelagar induk, gelagar melintang (komposit), gelagar memanjang (komposit), kabel, ikatan angin atas dan bawah

Dalam menghitung berat sendiri gelagar induk, gelagar melintang (komposit), gelagar memanjang (komposit), ikatan angin atas dan bawah penyusun tidak menggunakan rumus pendekatan tetapi menggunakan bantuan computer (Program STAAD PRO 2004) untuk menghitung berat sendiri (selfweight = -1)

Digunakan profil :

Gelagar induk : 400x400

Rangka Pengaku : 400x400

Kabel : diameter 7/8 in (dalam satu kabel terdapat 4 strand)

Ikatan angin atas : LD90x90x9

Ikatan angin bawah : LD90x90x9

didapatkan berat total = $3,762 \times 10^5$ kg

$$\begin{aligned} G_3 &= 4,400 \cdot 10^5 \times 1,1 \\ &= 484000 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. Berat tiang dan pipa sandaran

Berat tiang sandaran :

$$g = 0,2 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 2400 = 96 \text{ Kg/m}$$

Berat pipa sandaran \varnothing 76,3 mm

$$g = 5,08 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} G_4 &= (n \cdot L \cdot g_{\text{pipa}}) + (n \cdot q_{\text{ts}}) \\ &= (4 \cdot 92 \cdot 5,08) + (94 \cdot 96) \\ &= 10893,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

Total beban mati yang bekerja pada jembatan adalah :

$$\begin{aligned} G_{\text{total}} &= G_1 + G_2 + G_3 + G_4 \\ &= 531944 + 272320 + 484000 + 10893,44 \\ &= 1299157,440 \end{aligned}$$

Beban mati yang dipikul tiap gelagar induk adalah

$$G_1 = \frac{1299157,440}{2} = 649578,720 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap titik buhul tengah adalah

$$P_m = \frac{649578,720}{22} = 29526,305 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap titik buhul tepi adalah

$$P_{m'} = \frac{29526,305}{2} = 14763,153 \text{ Kg}$$

3.6.2 Akibat beban hidup(faktor beban = 2,0)

❖ Panjang beban yang terbebani $L = 92$ meter

Muatan terbagi rata (q):

$$\begin{aligned} L > 30 \text{ m} \rightarrow q &= 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ Kpa} \\ &= 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{92} \right) \text{ Kpa} \\ &= 5,304 \text{ Kpa} \\ &= 530,4 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Catatan : 1 Kpa = 100 kg/m²

$$\begin{aligned} q' &= \frac{q}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{q}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\ &= \frac{530,4}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{530,4}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\ &= 1060,8 + 144,654 \\ &= 1205,454 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap gelagar induk

$$\begin{aligned} P_q &= \frac{1}{2} \cdot q \cdot L \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1205,454 \cdot 92 \\ &= 55450,884 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{55450,884}{22} \\ &= 2520,495 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul ujung

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{2520,495}{2} \\ &= 1260,247 \text{ kg} \end{aligned}$$

❖ Muatan garis $P = 4400 \text{ kg/m}$

$$\begin{aligned} P' &= \frac{P}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{P}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\ &= \frac{4400}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{4400}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\ &= 8800 + 1200 \\ &= 10000 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap gelagar induk

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{10000}{2} \\ &= 5000 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{5000}{22} \\ &= 227,273 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tepi

$$\begin{aligned} P_4 &= \frac{5000}{2} \\ &= 2500 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban D = beban muatan terbagi merata (q) + Beban garis (P)

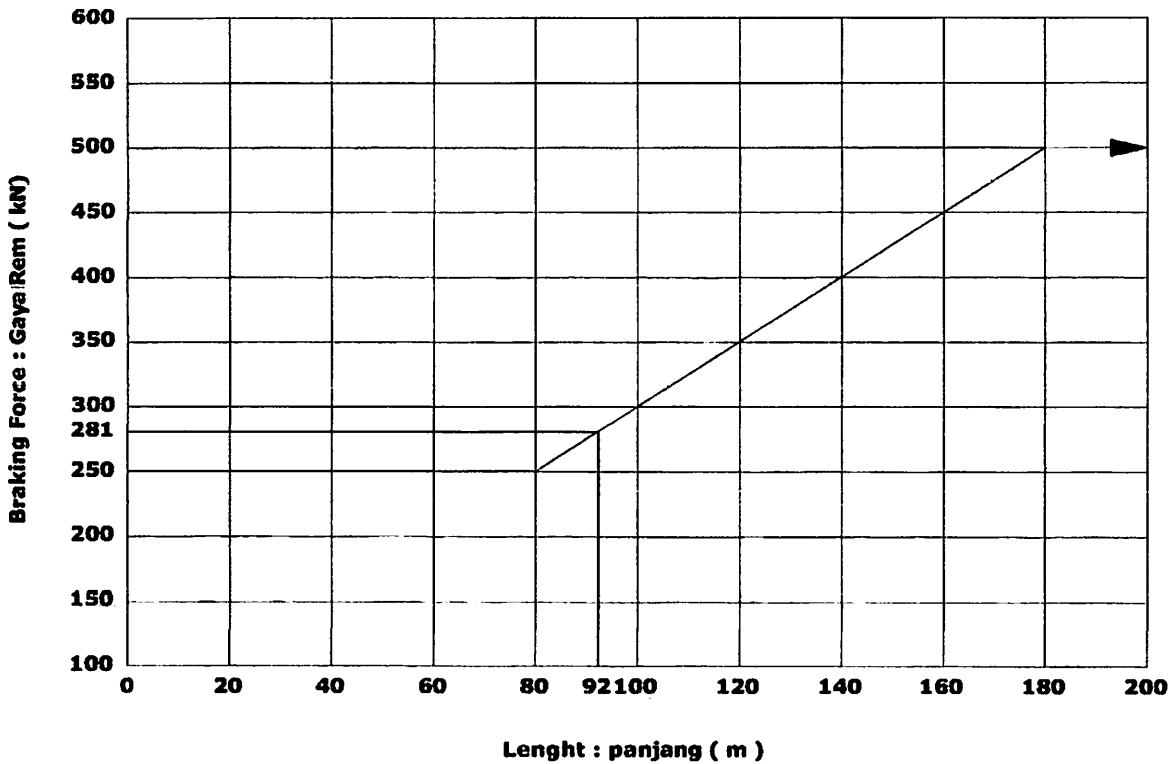
Beban D yang di terima tiap titik buhul tengah :

$$\begin{aligned} &= P_1 + P_3 \\ &= 2520,495 \text{ kg} + 227,273 \text{ kg} \\ &= 2747,768 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban D yang di terima tiap titik buhul tepi :

$$\begin{aligned} &= P_2 + P_4 \\ &= 1260,247 \text{ kg} + 2500 \text{ kg} \\ &= 3760,247 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.6.3 Akibat Beban Rem (faktor beban = 2,0)



Gambar 3.35 Gaya rem

Dari gambar tersebut dengan panjang beban yang terbebani adalah 92 meter didapat gaya rem yang terjadi adalah 281 kN = 28100 kg

Gaya rem yang dipikul tiap gelagar induk adalah :

$$P_R = \frac{1}{2} \cdot 28100 = 14050 \text{ kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tengah adalah :

$$P_R = \frac{14050}{22} = 638,636 \text{ kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tepi adalah :

$$P_R = \frac{638,636}{2} = 319,318 \text{ kg}$$

3.6.4 Akibat Beban Angin

Pada sisi rangka yang terkena angin

$$T_{EW2} = 0,0006 \times c_w \times (V_w)^2 \times A_b \text{ kN}$$

Dimana :

V_w = Kecepatan angin rencana (30 m/dt)

c_w = Koefisien seret = 1,2 (untuk bangunan rangka)

A_b = Luas koefisien bagian samping jembatan, luas ekuivalen bagian samping jembatan adalah luas total bagian yang masif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan, karena jembatan rangka luasan ekuivalen dianggap 30% dari luas yang dibatasi oleh batang-batang yang terluar

Beban angin jembatan tergantung pada kecepatan angin rencana :

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

Sumber : BMS, hal 2- 44

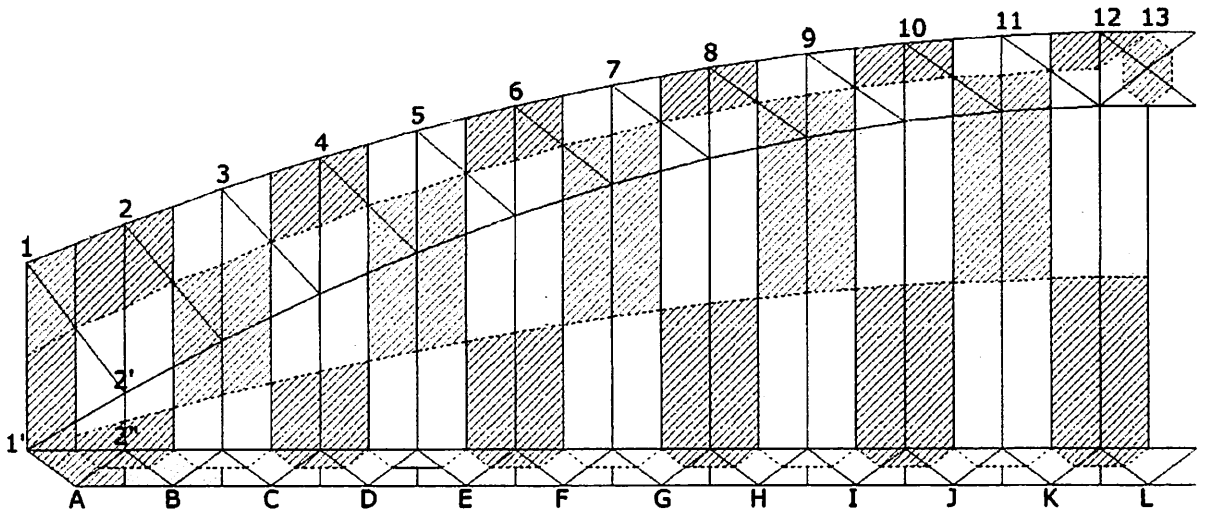
Bangunan masif	C_w
$b/d = 1$	2,1
$b/d = 2$	1,5
$b/d \geq 2$	1,25
Bangunan atas rangka	1,2

Sumber : BMS, hal 2- 44

Dimana : b = Lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar

d = tinggi bagian atas termasuk tinggi bagian yang masif

Luas beban yang terkena angin



Gambar 3.36 Luas beban yang terkena angin

Luas Bidang Yang Terkena Angin

AREA	LUAS (M2)	AREA	LUAS (M2)	AREA	LUAS (M2)	AREA	LUAS (M2)
1	7.310	1'	9.615	1"	0	A	2.625
2	13.480	2'	14.230	2"	6.858	B	3.750
3	12.085	3'	21.605	3"	11.095	C	3.750
4	10.850	4'	24.105	4"	14.900	D	3.750
5	9.735	5'	26.315	5"	18.295	E	3.750
6	8.645	6'	28.305	6"	21.258	F	3.750
7	7.965	7'	29.903	7"	23.798	G	3.750
8	7.300	8'	31.280	8"	25.915	H	3.750
9	6.770	9'	32.420	9"	27.600	I	3.750
10	6.370	10'	33.175	10"	28.875	J	3.750
11	6.305	11'	33.698	11"	29.538	K	3.750
12	4.515	12'	33.190	12"	30.138	L	3.750
		13'	4.515				

Total luas bidang yang terkena angin adalah 1268,389 m² (Ab)

$$T_{EW2} = 0,0006 \times cw \times (Vw)^2 \times Ab \times 30 \%$$

$$= 0,0006 \times 1,2 \times 30^2 \times 1268,389 \times 0,3$$

$$= 246,575 \text{ kN}$$

$$= 24657,5 \text{ kg}$$

Beban angin yang diterima oleh gelagar induk adalah :

Tabel 1

AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
1	7.310	1.2	900	142.1
2	13.480	1.2	900	262.1
3	12.085	1.2	900	234.9
4	10.850	1.2	900	210.9
5	9.735	1.2	900	189.2
6	8.645	1.2	900	168.1
7	7.965	1.2	900	154.8
8	7.300	1.2	900	141.9
9	6.770	1.2	900	131.6
10	6.370	1.2	900	123.8
11	6.305	1.2	900	122.6
12	4.515	1.2	900	87.8

Tabel 2

AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
1'	9.615	1.2	900	186.9
2'	14.230	1.2	900	276.6
3'	21.605	1.2	900	420.0
4'	24.105	1.2	900	468.6
5'	26.315	1.2	900	511.6
6'	28.305	1.2	900	550.2
7'	29.903	1.2	900	581.3
8'	31.280	1.2	900	608.1
9'	32.420	1.2	900	630.2
10'	33.175	1.2	900	644.9
11'	33.698	1.2	900	655.1
12'	33.190	1.2	900	645.2
13'	4.515	1.2	900	87.8

Tabel 3

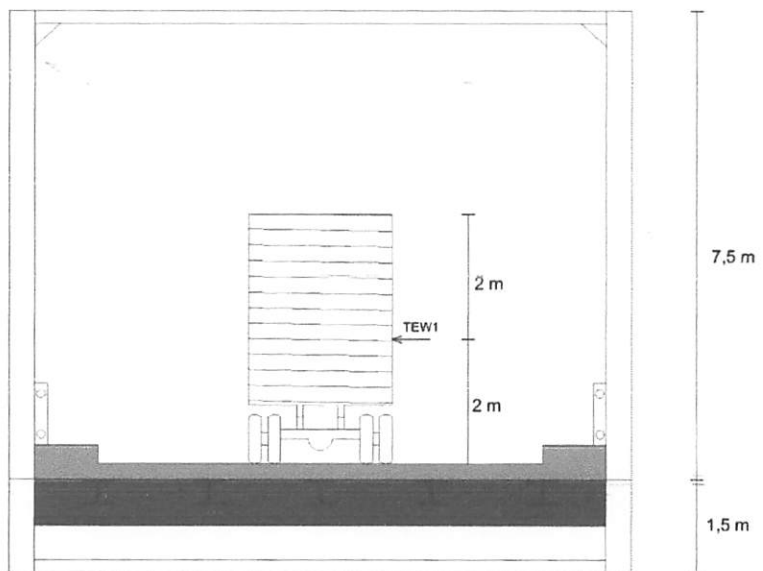
AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
1"	0	1.2	900	0.000
2"	6.858	1.2	900	133.3
3"	11.095	1.2	900	215.7
4"	14.900	1.2	900	289.7
5"	18.295	1.2	900	355.7
6"	21.258	1.2	900	413.3
7"	23.798	1.2	900	462.6
8"	25.915	1.2	900	503.8
9"	27.600	1.2	900	536.5
10"	28.875	1.2	900	561.3
11"	29.538	1.2	900	574.2
12"	30.138	1.2	900	585.9

Tabel 4

AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
A	2.625	1.2	900	51.0
B	3.750	1.2	900	72.9
C	3.750	1.2	900	72.9
D	3.750	1.2	900	72.9
E	3.750	1.2	900	72.9
F	3.750	1.2	900	72.9
G	3.750	1.2 </td <td>900</td> <td>72.9</td>	900	72.9
H	3.750	1.2	900	72.9
I	3.750	1.2	900	72.9
J	3.750	1.2	900	72.9
K	3.750	1.2	900	72.9
L	3.750	1.2	900	72.9

Pada sisi kendaraan yang terkena angin :

$$\begin{aligned}
 T_{EW1} &= 0,0012 \times cw \times (Vw)^2 \\
 &= 0,0012 \times 1,2 \times 30^2 \\
 &= 1,296 \text{ kN} \\
 &= 129,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Gambar 3.37 Kendraan yang terkena angin

3.7 Perhitungan Profil Baja

3.7.1 Perhitungan Dimensi Penampang Paga Gelagar Pengaku (tipe waren)

❖ Perencanaan dimensi batang tekan

$P_u = 32550,53 \text{ kg}$ (batang no. 289) \rightarrow output Staad Pro 2004

289	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.038	11
		32550.53	C	0.00	0.00	250.00
290	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	11
		9312.77	T	0.00	0.00	250.00

Dimensi batang digunakan profil WF400X400 :

$$H = 414 \text{ mm} \quad A_g = 295,4 \text{ cm}^2$$

$$B = 405 \text{ mm} \quad G = 232 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 18 \text{ mm} \quad I_x = 92800 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 28 \text{ mm} \quad I_y = 31000 \text{ cm}^4$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 289 = 250 cm = 2500 mm

Syarat kekuatan dalam desain factor beban dan resistensi menurut LRFD⁶⁶⁾ :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius gitasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{92800}{295,4}} = 17,724 \text{ cm} = 177,24 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{31000}{295,4}} = 10,244 \text{ cm} = 102,44 \text{ mm}$$

- Menghitung parameter kerampingan (λ_c)⁶⁷⁾

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

dimana : K = factor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.2500}{102,44} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 2,1 \times 10^5}} = 0,322$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})⁶⁸⁾

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c \geq 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda^2} \right] f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{0,322^2}) 360 \\ &= 344,711 \text{ Mpa} \\ &= 3447,11 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 3447,11 \cdot 295,4 \geq 32550,53 \text{ kg}$$

$$865534,85 \text{ kg} \geq 32550,53 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

67) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 338
 68) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 340

❖ Perencanaan dimensi batang tarik

$P_u = 316430,53 \text{ kg}$ (batang no. 189) \rightarrow output Staad Pro 2004

183	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.011	11
		10080.84	T	0.00	0.00	308.00
189	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.339	11
		316430.53	T	0.00	0.00	400.00

Dimensi batang digunakan profil WF400X400 :

$$H = 414 \text{ mm} \quad A_g = 295,4 \text{ cm}^2$$

$$B = 405 \text{ mm} \quad G = 232 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 18 \text{ mm} \quad I_x = 92800 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 28 \text{ mm} \quad I_y = 31000 \text{ cm}^4$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 189 = 400 cm = 4000 mm

Persamaan LRFD untuk batang tarik⁶⁹⁾ :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

T_n = kekuatan nominal batang tarik

T_u = beban terfaktor pada batang tarik

Kekuatan nominal dari bahan / profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban terfaktor pada batang tarik (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung luas bersih profil⁷⁰⁾

$$A_e = 0,75 \cdot A_n$$

Direncanakan menggunakan 2 baris baut pada flens

Baut yang digunakan berdiameter $3/4'' = 19,05 \text{ mm}$

$$\text{Lebar lubang} = 19,05 + 2 = 21,05 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - 2 (\text{lebar lubang} \times \text{tebal flens}) \\
 &= 29540 - 2 (21,05 \times 28) \\
 &= 28361,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri atas 2 kriteria⁷¹⁾ yaitu :

1. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\begin{aligned}
 \phi_t \cdot T_n &= \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \\
 &= 0,90 \cdot 360 \cdot 29540 \\
 &= 9570960 \text{ N} \\
 &= 957096 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi (0,90)

T_n = kekuatan nominal batang tarik

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

A_g = luas penampang bruto mm^2

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

$$957096 \text{ kg} \geq 316430,53 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil aman})$$

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\begin{aligned}
 \phi_t \cdot T_n &= \phi_t \cdot F_u \cdot A_e \\
 &= 0,75 \cdot 520 \cdot (0,75 \cdot 28361,2) \\
 &= 8295651 \text{ N} \\
 &= 829565,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi (0,75)

T_n = kekuatan nominal batang tarik

F_u = tegangan putus baja = 520 Mpa

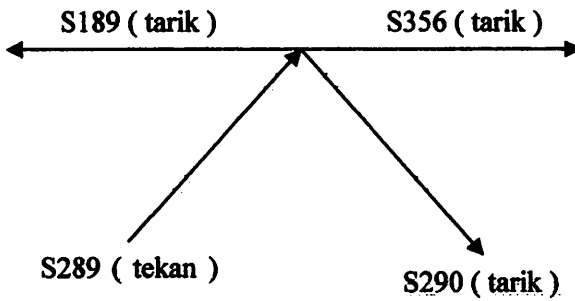
A_e = luas bersih efektif (0,75 . A_n)

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

$$829565,1 \text{ kg} \geq 316430,53 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil aman})$$

3.7.1.1 Perhitungan Sambungan Rangka Pengaku (tipe warena)

Joint. 1



$$S189 = 316430,53 \text{ kg (tarik)}$$

$$S356 = 209668,09 \text{ kg (tarik)}$$

$$S289 = 32550,53 \text{ kg (tekan)}$$

$$S290 = 9312,77 \text{ kg (tarik)}$$

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu⁷²⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

$$= 499262,4 \text{ N/baut}$$

72) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 134

$$= 49926,24 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser⁷³⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

$$F_u^b = \text{kekuatan tarik dari bahan baut} = 120 \text{ ksi} = 827,371 \text{ MPa}$$

$$m = \text{banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)}$$

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 189

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{189} = \frac{316430,53}{9686,036} = 32,67 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁷⁴⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 \cdot d \text{ s/d } 3 \cdot d$$

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3 \cdot d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

73) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

74) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan⁷⁵⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{316430,53/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,290 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{76)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{316430,53/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,44 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3 \cdot d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7 \cdot d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 356

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{356} = \frac{209668,09}{9686,036} = 21,65 \approx 46 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁷⁷⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

75) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

76) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

77) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal KONstruksi Baja I, hal.14

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan⁷⁸⁾ adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{209668,09/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,192 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{79)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{209668,09/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,27 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3. Batang 289

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{289} = \frac{32550,53}{9686,036} = 3,36 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁸⁰⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

78) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

79) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

80) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan⁸¹⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{32550,53/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,104 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{82)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{32550,53/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

4. Batang 290

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{290} = \frac{9312,77}{9686,036} = 0,96 \approx 16 \text{ baut}$$

81) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

82) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁸³⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d$ s/d $3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$

$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$ cm

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan⁸⁴⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{9312,77/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,030 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{85)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{9312,77/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,00 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d$ s/d $7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$

$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34$ cm

Diambil 8 cm

83) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

84) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

85) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 1)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 189

$$S_{189} \sin 16^{\circ} = 316430,53 \sin 16^{\circ} = 87220,075 \text{ kg}$$

$$S_{189} \cos 16^{\circ} = 316430,53 \cos 16^{\circ} = 304172,548 \text{ kg}$$

o Batang 289

$$S_{289} \sin 21^{\circ} = 32550,53 \sin 21^{\circ} = 11665,067 \text{ kg}$$

$$S_{289} \cos 21^{\circ} = 32550,53 \cos 21^{\circ} = 30388,538 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,905 cm

Diameter lubang baut : 2,105 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 88,68 \times 3 = 266,04 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 266,04 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 253,41 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 253,41 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (mm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$An \times Ya = (88,68 \times 3 \times \frac{88,68}{2}) - (2,105 \times 3 \times 21,09) - (2,105 \times 3 \times 23,75)$$

$$253,41 \times Ya = 11796,214 - 133,183 - 149,981$$

$$253,41 \times Ya = 11513,05$$

$$Ya = 45,43 \text{ cm}$$

$$Yb = 88,68 - 45,44 = 43,25 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$Nu = S_{189} \sin 16^{\circ} + S_{289} \sin 21^{\circ}$$

$$= 87220,075 + 11665,067$$

$$= 98885,142 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$Vu = -S_{189} \cos 16^{\circ} + S_{289} \cos 21^{\circ}$$

$$= -304172,548 + 30388,538$$

$$= -273784,01 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$Mu = S_{189} \cos 16^{\circ} \cdot Z1 - S_{289} \cos 21^{\circ} \cdot Z2$$

$$= 304172,548 \cdot 24,42 - 30388,538 \cdot 19,50$$

$$= 6835317,131 \text{ kg.cm}$$

$$Zx = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 88,68^2$$

$$= 5898,107 \text{ cm}^3$$

$$Fy = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{98885,142}{253,41} + \frac{6835317,131}{5898,107} = 1549,118 \text{ kg/cm}^2 < Fy = 3600$$

kg/cm²

...OK

$$F_V = \frac{Vu}{An} = \frac{273784,01}{253,41} = 1080,399 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{1549,118^2 + 1080,399^2}$$

$$= 1888,658 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

- o Batang 356

$$S_{356} \sin 0^0 = 209668,09 \sin 0^0 = 0 \text{ kg}$$

$$S_{356} \cos 0^0 = 209668,09 \cos 0^0 = 209668,09 \text{ kg}$$

- o Batang 290

$$S_{290} \sin 37^0 = 9312,77 \sin 37^0 = 5604,565 \text{ kg}$$

$$S_{290} \cos 37^0 = 9312,77 \cos 37^0 = 7437,509 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

Diameter baut : 1,905 cm

Diameter lubang baut : 2,105 cm

$$Ag \text{ plat} = b \times t = 77,06 \times 3 = 231,18 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (An)

$$An = Ag - n \times d \times t$$

$$= 266,04 - 5 \times 2,105 \times 3$$

$$= 234,465 \text{ cm}^2$$

$$An = Ae = 234,465 \text{ cm}^2$$

Dimana : $A_g = \text{Luas penampang (mm}^2 \text{)}$

$t = \text{tebal plat (cm)}$

$d = \text{diameter lubang baut (cm)}$

$n = \text{banyaknya jumlah baut dalam satu potongan}$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (77,06 \times 3 \times \frac{77,06}{2}) - (2,105 \times 3 \times 20,25) - (2,105 \times 3 \times 12,19)$$

$$234,465 \times Y_a = 8907,365 - 127,879 - 76,980$$

$$234,465 \times Y_a = 8702,506$$

$$Y_a = 37,12 \text{ cm}$$

$$Y_b = 77,06 - 45,44 = 39,94 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{356} \sin 0^\circ - S_{290} \sin 37^\circ$$

$$= 0 - 5604,565$$

$$= - 5604,565 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{356} \cos 0^\circ + S_{290} \cos 37^\circ$$

$$= 209668,09 + 7437,509$$

$$= 217105,60 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = - S_{356} \cos 0^\circ \cdot Z_1 - S_{290} \cos 37^\circ$$

$$= - 209668,09 \cdot 16,87 - 7437,509 \cdot 27,75$$

$$= - 3743491,553 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 77,06^2$$

$$= 4453,683 \text{ cm}^3$$

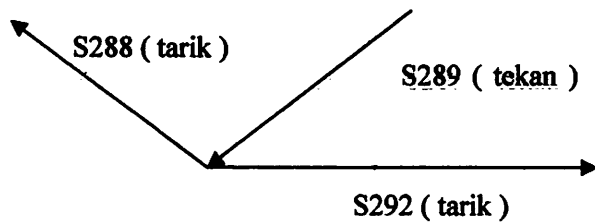
$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{5604,565}{234,465} + \frac{3743492,553}{4453,683} = 864,442 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{217105,60}{234,465} = 925,962 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{864,442^2 + 925,962^2}$$
$$= 1266,754 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

Joint. 284



$$S288 = 34288,28 \text{ kg (tarik)}$$

$$S289 = 32550,53 \text{ kg (tekan)}$$

$$S292 = 54005,89 \text{ kg (tarik)}$$

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu⁸⁶⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

$$= 499262,4 \text{ N/baut}$$

$$= 49926,24 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser⁸⁷⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : ϕ = 0,65

86) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 134

87) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 827,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 288

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{288} = \frac{34288,28}{9686,036} = 3,54 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁸⁹⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \leq 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan⁹⁰⁾ adalah

$$t \geq \frac{P_u/n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{34288,28/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

89) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

90) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

85) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

$$\geq 0,037 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{91)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{34288,28/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3 \cdot d \text{ s/d } 7 \cdot d$$

$$\text{Jadi : } 3 \cdot d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7 \cdot d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 289

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{289} = \frac{32550,53}{9686,036} = 3,36 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁹²⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 \cdot d \text{ s/d } 3 \cdot d$$

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86 \text{ cm}$$

$$3 \cdot d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

91) S. G. Charles dan Johnson J.E., *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 135

92) Ir. Sudirman Indra, Msc, *teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I*, hal.14

Ketebalan plat yang digunakan⁹³⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{32550,53/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,104 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{94)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{32550,53/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,13 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3. Batang 292

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{292} = \frac{54005,89}{9686,036} = 5,58 \approx 40 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut⁹⁵⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

93) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

94) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

95) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan⁹⁶⁾ adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{54005,89/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,069 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{97)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{54005,89/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,07 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 284)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 289

$$S_{289} \sin 46^{\circ} = 32550,53 \sin 46^{\circ} = 23414,892 \text{ kg}$$

$$S_{289} \cos 46^0 = 32550,53 \cos 46^0 = 22611,498 \text{ kg}$$

o Batang 292

$$S_{292} \sin 9^0 = 54005,89 \sin 9^0 = 8448,383 \text{ kg}$$

$$S_{292} \cos 9^0 = 54005,89 \cos 9^0 = 53340,988 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,105 \text{ cm} = 21,05 \text{ mm}$$

$$\text{Ag plat} = b \times t = 91,14 \times 3 = 273,42 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (mm)

t = tebal plat (mm)

Luas bersih plat (An)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 273,42 - 3 \times 2,105 \times 3$$

$$= 254,475 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 254,475 \text{ cm}^2$$

Dimana : Ag = Luas penampang (mm²)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (91,14 \times 3 \times \frac{91,14}{2}) - (2,105 \times 3 \times 29,34) - (2,105 \times 3 \times 20,51)$$

$$254,475 \times Y_a = 12459,749 - 185,282 - 127,247$$

$$254,475 \times Y_a = 12147,22$$

$$Y_a = 47,73 \text{ cm}$$

$$Y_b = 91,14 - 47,73 = 43,41 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= -S_{289} \sin 46^\circ + S_{292} \sin 9^\circ \\ &= -23414,892 + 8448,383 \\ &= -14966,509 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= -S_{289} \cos 46^\circ + S_{292} \cos 9^\circ \\ &= -22611,498 + 53340,988 \\ &= 30729,49 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_{289} \cos 46^\circ \cdot Z_1 - S_{292} \cos 9^\circ \cdot Z_2 \\ &= 22611,498 \cdot 18,39 - 53340,988 \cdot 22,90 \\ &= -805683,177 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3 \cdot 91,14^2 \\ &= 6229,875 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{14966,509}{254,475} + \frac{805683,177}{6229,875} = 188,139 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{30729,49}{254,475} = 120,756 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{188,139^2 + 120,756^2} \\ &= 223,558 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

o Batang 288

$$S_{288} \sin 37^{\circ} = 34288,28 \sin 37^{\circ} = 20635,202 \text{ kg}$$

$$S_{288} \cos 37^{\circ} = 34288,28 \cos 37^{\circ} = 27383,838 \text{ kg}$$

o Batang 289

$$S_{289} \sin 37^{\circ} = 32550,53 \sin 37^{\circ} = 19589,398 \text{ kg}$$

$$S_{289} \cos 37^{\circ} = 32550,53 \cos 37^{\circ} = 25996,009 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,105 \text{ cm} = 21,05 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 166,03 \times 3 = 498,09 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 498,09 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 485,46 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 485,46 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (mm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (166,03 \times 3 \times \frac{166,03}{2}) - (2,105 \times 3 \times 32,38) - (2,105 \times 3 \times 32,38)$$

$$485,46 \times Y_a = 41348,941 - 204,480 - 204,480$$

$$485,46 \times Y_a = 40939,981$$

$$Y_a = 84,33 \text{ cm}$$

$$Y_b = 166,03 - 84,33 = 81,7 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = -S_{288} \cos 37^\circ - S_{289} \cos 37^\circ$$

$$= -27383,838 - 25996,009$$

$$= -53379,847 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{288} \sin 37^\circ - S_{289} \sin 37^\circ$$

$$= 20635,202 - 19589,398$$

$$= 1045,804 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{288} \sin 37^\circ \cdot Z_1 - S_{289} \sin 37^\circ \cdot Z_2$$

$$= 20635,202 \cdot 51,95 - 19589,398 \cdot 49,33$$

$$= 105653,741 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 166,03^2$$

$$= 20674,471 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{53379,847}{485,46} + \frac{105653,741}{20674,471} = 115,068 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{1045,804}{485,46} = 2,154 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{115,068^2 + 2,142^2}$$

$$= 115,088 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

...OK

3.7.2 Perhitungan Dimensi Penampang Paga Gelagar Induk (Pelengkung)

❖ Perencanaan dimensi batang tekan

$P_u = 648732,31 \text{ kg}$ (batang no. 121) \rightarrow output Staad Pro 2004

121	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.833	11
		648732.31	C	0.00	0.00	462.91
122	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.760	11
		595921.00	C	0.00	0.00	452.71

Dimensi batang digunakan profil WF400X400 :

$$H = 414 \text{ mm} \quad A_g = 295,4 \text{ cm}^2$$

$$B = 405 \text{ mm} \quad G = 232 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 18 \text{ mm} \quad I_x = 92800 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 28 \text{ mm} \quad I_y = 31000 \text{ cm}^4$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 420 = 462,91 cm = 4629,1 mm

Syarat kekuatan dalam desain factor beban dan resistensi menurut LRFD⁹⁸⁾ :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius gitasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{92800}{295,4}} = 17,724 \text{ cm} = 177,24 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{31000}{295,4}} = 10,244 \text{ cm} = 102,44 \text{ mm}$$

- Menghitung parameter kerampingan (λ_c)⁹⁹⁾

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

dimana : K = factor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.4629,1}{102,44} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 2,1 \times 10^5}} = 0,596$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})¹⁰⁰⁾

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c \geq 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda^2} \right] f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{0,596^2}) 360 \\ &= 310,265 \text{ Mpa} \\ &= 3102,65 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 3102,65 \cdot 295,4 \geq 648732,31 \text{ kg}$$

$$779044,389 \text{ kg} \geq 648732,31 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

99) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 338
 100) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 340

❖ Perencanaan dimensi batang tarik

$P_u = 76153,90 \text{ kg}$ (batang no. 53) \rightarrow output Staad Pro 2004

53	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	11
		76152.90	T	0.00	0.00	301.00
54	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	11
		76140.35	T	0.00	0.00	301.00

Dimensi batang digunakan profil WF400X400 :

$$H = 414 \text{ mm} \quad A_g = 295,4 \text{ cm}^2$$

$$B = 405 \text{ mm} \quad G = 232 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 18 \text{ mm} \quad I_x = 92800 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 28 \text{ mm} \quad I_y = 31000 \text{ cm}^4$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 13 = 301 cm = 3010 mm

Persamaan LRFD untuk batang tarik¹⁰¹⁾ :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

T_n = kekuatan nominal batang tarik

T_u = beban terfaktor pada batang tarik

Kekuatan nominal dari bahan / profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban terfaktor pada batang tarik (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung luas bersih profil¹⁰²⁾

$$A_e = 0,75 \cdot A_n$$

Direncanakan menggunakan 2 baris baut pada flens

Baut yang digunakan berdiameter 3/4" = 19,05 mm

Lebar lubang = 19,05 + 2 = 21,05 mm

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - 2 \text{ (lebar lubang x tebal flens)} \\
 &= 29540 - 2 \text{ (21,05 x 28)} \\
 &= 28361,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri atas 2 kriteria¹⁰³⁾ yaitu :

1. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\begin{aligned}
 \phi_t \cdot T_n &= \phi_t \cdot F_y \cdot A_g \\
 &= 0,90 \cdot 360 \cdot 29540 \\
 &= 9570960 \text{ N} \\
 &= 957096 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi (0,90)

T_n = kekuatan nominal batang tarik

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

A_g = luas penampang bruto mm^2

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

$$957096 \text{ kg} \geq 76153,90 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{(Profil aman)}$$

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\begin{aligned}
 \phi_t \cdot T_n &= \phi_t \cdot F_u \cdot A_e \\
 &= 0,75 \cdot 520 \cdot (0,75 \cdot 28361,2) \\
 &= 8295651 \text{ N} \\
 &= 829565,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi (0,75)

T_n = kekuatan nominal batang tarik

F_u = tegangan putus baja = 520 Mpa

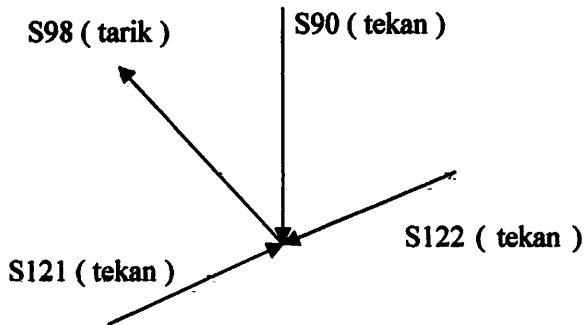
A_e = luas bersih efektif (0,75 . A_n)

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

$$829565,1 \text{ kg} \geq 76153,90 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil aman})$$

3.7.2.1 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk (pelengkung)

Joint. 71



$$S_{98} = 56957,83 \text{ kg (tarik)}$$

$$S_{90} = 68168,10 \text{ kg (tekan)}$$

$$S_{122} = 595921 \text{ kg (tekan)}$$

$$S_{121} = 648732,31 \text{ kg (tekan)}$$

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹⁰⁴⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

104) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 134

$$= 499262,4 \text{ N/baut}$$

$$= 49926,24 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹⁰⁵⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

$$F_u^b = \text{kekuatan tarik dari bahan baut} = 120 \text{ ksi} = 827,371 \text{ MPa}$$

$$m = \text{banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)}$$

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 98

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{98} = \frac{56957,83}{9686,036} = 5,88 \approx 24 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁰⁶⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 \cdot d \leq 3 \cdot d$$

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁰⁷⁾ adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{56957,83/24}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,122 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{108)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{56957,83/24}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,16 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 90

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{90} = \frac{68186,10}{9686,036} = 7,04 \approx 24 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁰⁹⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

107) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

108) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

109) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹¹⁰⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{68186,10/24}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,146 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{111)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{68186,10/24}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3. Batang 122

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{289} = \frac{595921}{9686,036} = 61,52 \approx 72 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹¹²⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹¹³⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{595921/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,424 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{114)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{595921/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2}$$

$$\geq 1,66 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

112) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

113) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

114) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

4. Batang 121

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{121} = \frac{648732,31}{9686,036} = 66,98 \approx 72 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹¹⁵⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹¹⁶⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{648732,31/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,462 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{117)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{648732,31/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2}$$

$$\geq 1,72 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

115) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

116) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

117) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

Diambil 13 cm

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 71)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 98

$$S_{98} \sin 38^{\circ} = 56957,83 \sin 38^{\circ} = 35066,742 \text{ kg}$$

$$S_{98} \cos 38^{\circ} = 56957,83 \cos 38^{\circ} = 44883,383 \text{ kg}$$

o Batang 121

$$S_{121} \sin 45^{\circ} = 648732,31 \sin 45^{\circ} = 458723,016 \text{ kg}$$

$$S_{121} \cos 45^{\circ} = 648732,31 \cos 45^{\circ} = 458723,016 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,905 cm = 19,05 mm

Diameter lubang baut : 2,105 cm = 21,05 mm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 176,82 \times 3 = 530,46 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 530,46 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 517,83 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 517,83 \text{ cm}^2$$

Dimana : $A_g = \text{Luas penampang (cm}^2 \text{)}$

$t = \text{tebal plat (cm)}$

$d = \text{diameter lubang baut (cm)}$

$n = \text{banyaknya jumlah baut dalam satu potongan}$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (176,82 \times 3 \times \frac{176,82}{2}) - (2,105 \times 3 \times 27,34) - (2,105 \times 3 \times 28,88)$$

$$517,83 \times Y_a = 46897,969 - 172,652 - 182,377$$

$$517,83 \times Y_a = 46542,94$$

$$Y_a = 89,88 \text{ cm}$$

$$Y_b = 176,82 - 89,88 = 86,94 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= S_{98} \sin 38^\circ + S_{121} \sin 45^\circ \\ &= 35066,742 + 458723,016 \\ &= 493789,758 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= -S_{98} \cos 38^\circ + S_{121} \cos 45^\circ \\ &= -44883,383 + 458723,016 \\ &= 413839,633 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_{98} \cos 38^\circ \cdot Z_1 - S_{121} \sin 45^\circ \cdot Z_2 \\ &= 44883,383 \cdot 62,54 - 458723,016 \cdot 58,06 \\ &= -23826451,54 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{1}{4} \cdot b \cdot h^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3 \cdot 176,82^2 \end{aligned}$$

$$= 23448,984 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{493789,758}{517,83} + \frac{23826451,54}{23448,984} = 1969,672 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{413839,633}{517,83} = 799,180 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{1696,672^2 + 799,180^2}$$

$$\cong 2125,628 \text{ kg/cm}^2 < F_y \cong 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

- o Batang 90

$$S_{90} \sin 48^\circ = 68168,10 \sin 48^\circ = 50658,771 \text{ kg}$$

$$S_{90} \cos 48^\circ = 68168,10 \cos 48^\circ = 45613,362 \text{ kg}$$

- o Batang 122

$$S_{122} \sin 14^\circ = 595921 \sin 14^\circ = 144166,338 \text{ kg}$$

$$S_{122} \cos 14^\circ = 595921 \cos 14^\circ = 578219,599 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

Diameter baut : 1,905 cm = 19,05 mm

Diameter lubang baut : 2,105 cm = 21,05 mm

$$Ag \text{ plat} = b \times t = 125,16 \times 3 = 375,48 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (An)

$$An = Ag - n \times d \times t$$

$$= 375,48 - 3 \times 2,105 \times 3$$

$$= 356,535 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 356,535 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (125,16 \times 3 \times \frac{125,16}{2}) - (2,105 \times 3 \times 30,09) - (2,105 \times 3 \times 24,04)$$

$$356,535 \times Y_a = 23497,538 - 190,018 - 151,813$$

$$356,535 \times Y_a = 23155,707$$

$$Y_a = 64,95 \text{ cm}$$

$$Y_b = 125,16 - 64,95 = 60,21 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = - S_{90} \sin 48^\circ + S_{122} \sin 14^\circ$$

$$= - 50658,771 + 144166,338$$

$$= 93507,567 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = - S_{90} \cos 48^\circ - S_{122} \cos 14^\circ$$

$$= - 45613,362 - 578219,599$$

$$= - 623832,961 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{90} \cos 48^\circ \cdot Z_1 + S_{122} \cos 14^\circ \cdot Z_2$$

$$= 45613,362 \cdot 34,86 + 350273,575 \cdot 38,16$$

$$= 14956521,42 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 125,16^2$$

$$= 11748,769 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} = \frac{93507,567}{356,535} + \frac{14956521,42}{11748,769} = 1535,296 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

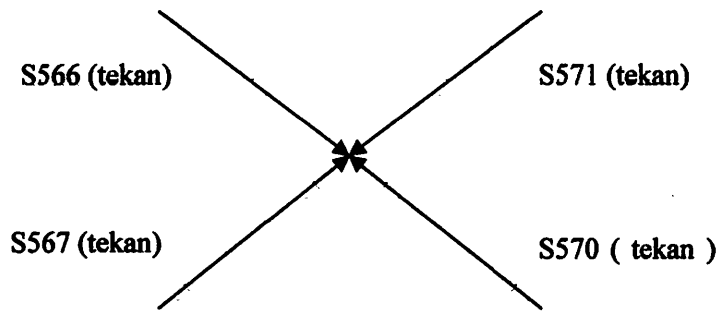
$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{623832,961}{356,535} = 1749,710 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{1535,296^2 + 1749,710^2}$$

$$= 2327,793 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

Joint. 308



S 566 = 100189,10 kg (tarik)

S 567 = 100163,92 kg (tekan)

S 570 = 100188,85 kg (tekan)

S 571 = 100163,95 kg (tekan)

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹¹⁸⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

$$= 499262,4 \text{ N/baut}$$

$$= 49926,24 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹¹⁹⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 566

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{566} = \frac{100189,10}{9686,036} = 10,34 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁰⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹²⁰⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{100189,10/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,214 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{121)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{100189,10/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,31 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3 \cdot d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7 \cdot d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 567

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{567} = \frac{100163,92}{9686,036} = 10,34 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹²²⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

120) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

121) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

122) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal. 14

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹²³⁾ adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{100163,92/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,214 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{124)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{100163,92/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,31 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3. Batang 570

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{570} = \frac{100188,85}{9686,036} = 10,34 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹²⁵⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

123) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

124) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

125) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal. 14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹²⁶⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{100188,85/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,214 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{127)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{100188,85/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,31 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

4. Batang 571

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{571} = \frac{100163,95}{9686,036} = 10,34 \approx 16 \text{ baut}$$

126) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 136
127) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 135

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹²⁸⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \leq 3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$

$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹²⁹⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{100163,95/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,214 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{130)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{100163,95/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,31 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \leq 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$

$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$

Diambil 13 cm

128) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

129) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

130) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 71)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 566

$$S_{566} \sin 37^0 = 100189,10 \sin 37^0 = 60295,306 \text{ kg}$$

$$S_{566} \cos 37^0 = 100189,10 \cos 37^0 = 80014,573 \text{ kg}$$

o Batang 567

$$S_{567} \sin 37^0 = 100163,92 \sin 37^0 = 60280,152 \text{ kg}$$

$$S_{567} \cos 37^0 = 100163,92 \cos 37^0 = 79994,463 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

Diameter baut : 1,905 cm = 19,05 mm

Diameter lubang baut : 2,105 cm = 21,05 mm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 98,39 \times 3 = 295,17 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (An)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 295,17 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 282,54 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 282,54 \text{ cm}^2$$

Dimana : Ag = Luas penampang (cm²)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (98,39 \times 3 \times \frac{98,39}{2}) - (2,105 \times 3 \times 26,28) - (2,105 \times 3 \times 26,28)$$

$$282,54 \times Y_a = 14520,888 - 165,958 - 165,958$$

$$282,54 \times Y_a = 14188,972$$

$$Y_a = 50,22 \text{ cm}$$

$$Y_b = 98,39 - 50,22 = 48,17 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = -S_{566} \sin 37^\circ + S_{567} \sin 37^\circ$$

$$= -60295,306 + 60280,152$$

$$= -15,154 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{566} \cos 37^\circ + S_{567} \cos 37^\circ$$

$$= 80014,573 + 79994,463$$

$$= 160009,036 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = -S_{566} \cos 37^\circ \cdot Z_1 - S_{567} \cos 37^\circ \cdot Z_2$$

$$= -80014,573 \cdot 23,94 - 79994,463 \cdot 21,89$$

$$= -3666627,673 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 98,39^2$$

$$= 7260,444 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{15,154}{282,54} + \frac{3666627,673}{7260,444} = 505,068 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

kg/cm².... ...OK

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{160009,036}{282,54} = 566,323 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \text{ ...OK}$$

$$F_R = \sqrt{505,068^2 + 566,323^2}$$
$$= 758,825 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ ...OK}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

- o Batang 571

$$S_{571} \sin 33^\circ = 100163,95 \sin 33^\circ = 54553,197 \text{ kg}$$

$$S_{571} \cos 33^\circ = 100163,95 \cos 33^\circ = 84004,557 \text{ kg}$$

- o Batang 570

$$S_{570} \sin 40^\circ = 100188,85 \sin 40^\circ = 64400,151 \text{ kg}$$

$$S_{570} \cos 40^\circ = 100188,85 \cos 40^\circ = 76749,112 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,105 \text{ cm} = 21,05 \text{ mm}$$

$$\text{Ag plat} = b \times t = 93,20 \times 3 = 279,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dimana : } b = \text{Panjang potongan (cm)}$$

$$t = \text{tebal plat (cm)}$$

Luas bersih plat (An)

$$An = Ag - n \times d \times t$$

$$= 279,6 - 3 \times 2,105 \times 3$$

$$= 260,655 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 260,655 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (93,20 \times 3 \times \frac{93,20}{2}) - (2,105 \times 3 \times 25,46) - (2,105 \times 3 \times 17,79)$$

$$260,655 \times Y_a = 13029,36 - 160,780 - 112,344$$

$$260,655 \times Y_a = 12756,236$$

$$Y_a = 48,94 \text{ cm}$$

$$Y_b = 93,20 - 50,22 = 44,26 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = - S_{571} \sin 33^\circ + S_{570} \sin 40^\circ$$

$$= - 54553,197 + 64400,151$$

$$= 9846,954 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = - S_{571} \cos 33^\circ - S_{570} \cos 40^\circ$$

$$= - 84004,557 - 76749,112$$

$$= - 160753,669 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{571} \cos 33^\circ \cdot Z_1 + S_{570} \cos 40^\circ \cdot Z_2$$

$$= 84004,557 \cdot 23,48 + 76749,112 \cdot 26,47$$

$$= 4003975,993 \text{ kg.cm}$$

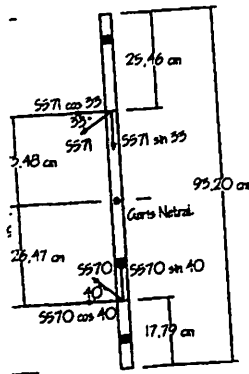
$$\begin{aligned}
Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\
&= 1/4 \cdot 3 \cdot 93,20^2 \\
&= 6514,68 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} = \frac{9846,954}{260,655} + \frac{4003975,993}{6514,68} = 652,386 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

kg/cm².... ...OK

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{160753,669}{260,655} = 616,730 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$\begin{aligned}
F_R &= \sqrt{652,386^2 + 616,730^2} \\
&= 897,755 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}
\end{aligned}$$



S 566 = 100189,10 kg
 S 567 = 100163,92 kg
 S 570 = 100188,85 kg
 S 571 = 100163,95 kg



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 MALANG**
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
 PERENCANAAN
 JURUSAN TEKNIK SIPIL

BIMBING 1 :

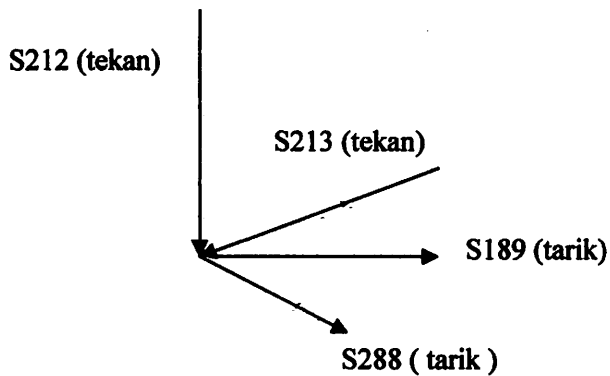
DOSEN PEMBIMBING 2 :

SKRIPSI
 STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN
 ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower
 Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN
 KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK

)

()

Joint. 258



$$S\ 212 = 56515,14\ \text{kg (tekan)}$$

$$S\ 213 = 648713,13\ \text{kg (tekan)}$$

$$S\ 189 = 316430,53\ \text{kg (tarik)}$$

$$S\ 288 = 34288,26\ \text{kg (tarik)}$$

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹³¹⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

$$= 499262,4\ \text{N/baut}$$

$$= 49926,24\ \text{kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹³²⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 212

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{212} = \frac{56515,14}{9686,036} = 5,83 \approx 120 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹³³⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

132) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 132

133) Ir. Sudirman Indra, *Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I*, hal.14

Ketebalan plat yang digunakan¹³⁴⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{56515,14/120}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,024 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{135)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{56515,14/120}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 0,99 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3 \cdot d \text{ s/d } 7 \cdot d$$

$$\text{Jadi : } 3 \cdot d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7 \cdot d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 213

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{213} = \frac{648713,13}{9686,036} = 66,97 \approx 72 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹³⁶⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 \cdot d \text{ s/d } 3 \cdot d$$

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

134) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

135) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

136) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹³⁷⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{648713,13/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,462 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{138)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{648713,13/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2}$$

$$\geq 1,72 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3. Batang 189

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{189} = \frac{316430,53}{9686,036} = 32,67 \approx 40 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹³⁹⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

137) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

138) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

139) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal. 14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁴⁰⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{316430,53/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,406 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{141)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{316430,53/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,63 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

4. Batang 288

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{288} = \frac{34288,26}{9686,036} = 3,54 \approx 48 \text{ baut}$$

140) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

141) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁴²⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \leq 3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$

$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁴³⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{34288,26/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,015 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{144)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{34288,26/48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 0,98 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \leq 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$

$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$

Diambil 13 cm

142) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

143) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

144) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 258)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 212

$$S_{212} \sin 90^0 = 56515,14 \sin 90^0 = 56515,14 \text{ kg}$$

$$S_{212} \cos 90^0 = 56515,14 \cos 90^0 = 0 \text{ kg}$$

o Batang 213

$$S_{213} \sin 30^0 = 648713,13 \sin 30^0 = 324356,565 \text{ kg}$$

$$S_{213} \cos 30^0 = 648713,13 \cos 30^0 = 561802,050 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,905 cm = 19,05 mm

Diameter lubang baut : 2,105 cm = 21,05 mm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 163,51 \times 3 = 490,53 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 490,53 - 6 \times 2,105 \times 3$$

$$= 452,64 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 452,64 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (163,51 \times 3 \times \frac{163,51}{2}) - (2,105 \times 3 \times 20,25) - (2,105 \times 3 \times 48,84)$$

$$452,64 \times Y_a = 40103,280 - 127,879 - 308,425$$

$$452,64 \times Y_a = 41608,131$$

$$Y_a = 91,92 \text{ cm}$$

$$Y_b = 163,51 - 85,10 = 71,59 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{212} \cos 90^0 - S_{213} \cos 30^0$$

$$= 0 - 561802,050$$

$$= - 561802,050 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = - S_{212} \sin 90^0 - S_{213} \sin 30^0$$

$$= - 56515,14 - 324356,565$$

$$= - 380871,705 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{212} \sin 90^0 \cdot Z_1 + S_{213} \sin 30^0 \cdot Z_2$$

$$= 56515,14 \cdot 71,67 + 324356,565 \cdot 22,75$$

$$= 11429551,94 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 163,51^2$$

$$= 20051,640 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{561802,050}{452,64} + \frac{11429551,94}{20051,640} = 1811,173 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{380871,705}{452,64} = 841,445 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{1811,173^2 + 841,445^2}$$

$$= 1997,092 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

o Batang 213

$$S_{213} \sin 41^0 = 648713,13 \sin 41^0 = 425594,106 \text{ kg}$$

$$S_{213} \cos 41^0 = 648713,13 \cos 41^0 = 489590,014 \text{ kg}$$

o Batang 189

$$S_{189} \sin 10^0 = 316430,53 \sin 10^0 = 54947,585 \text{ kg}$$

$$S_{189} \cos 10^0 = 316430,53 \cos 10^0 = 311623,239 \text{ kg}$$

o Batang 288

$$S_{288} \sin 27^0 = 34288,26 \sin 27^0 = 15566,544 \text{ kg}$$

$$S_{288} \cos 27^0 = 34288,26 \cos 27^0 = 30551,063 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,105 \text{ cm} = 21,05 \text{ mm}$$

$$\text{Ag plat} = b \times t = 191,10 \times 3 = 573,3 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

$t = \text{tebal plat (cm)}$

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 573,3 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 560,67 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 560,67 \text{ cm}^2$$

Dimana : $A_g = \text{Luas penampang (cm}^2 \text{)}$

$t = \text{tebal plat (cm)}$

$d = \text{diameter lubang baut (cm)}$

$n = \text{banyaknya jumlah baut dalam satu potongan}$

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (191,10 \times 3 \times \frac{191,10}{2}) - (2,105 \times 3 \times 27,20) - (2,105 \times 3 \times 24,29)$$

$$560,67 \times Y_a = 54778,815 - 171,768 - 153,391$$

$$560,67 \times Y_a = 54453,656$$

$$Y_a = 97,12 \text{ cm}$$

$$Y_b = 191,10 - 97,12 = 93,98 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = - S_{213} \sin 41^\circ + S_{189} \sin 10^\circ - S_{288} \sin 27^\circ$$

$$= - 425594,106 + 54947,585 - 15566,544$$

$$= - 386213,065 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = - S_{213} \cos 41^\circ + S_{189} \cos 10^\circ + S_{288} \cos 27^\circ$$

$$= - 489590,014 + 311623,239 + 30551,063$$

$$= - 147415,712 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} Mu &= S_{213} \cos 41^{\circ} \cdot Z1 - S_{189} \cos 10^{\circ} \cdot Z2 - S_{288} \cos 27^{\circ} \cdot Z3 \\ &= 489590,014 \cdot 69,62 - 311623,239 \cdot 0,55 - 30551,063 \cdot 69,69 \\ &= 31784760,41 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Zx &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3 \cdot 191,10^2 \\ &= 27389,408 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

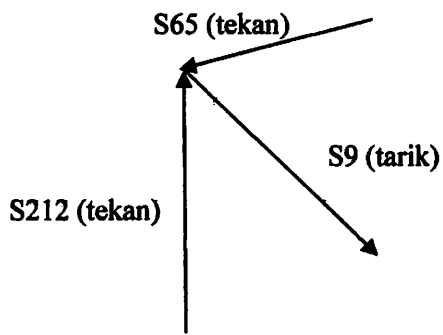
$$Fy = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{386213,065}{560,67} + \frac{31784760,41}{27389,408} = 1849,318 \text{ kg/cm}^2 < Fy = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$Fv = \frac{Vu}{An} = \frac{147415,712}{560,67} = 262,928 \text{ kg/cm}^2 < Fv = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$\begin{aligned} FR &= \sqrt{1849,318^2 + 262,928^2} \\ &= 1867,915 \text{ kg/cm}^2 < Fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK} \end{aligned}$$

Joint. 18



$$S\ 212 = 56515,14\ \text{kg (tekan)}$$

$$S\ 65 = 36136,79\ \text{kg (tekan)}$$

$$S\ 9 = 56912,77\ \text{kg (tarik)}$$

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹⁴⁵⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

$$= 499262,4\ \text{N/baut}$$

$$= 49926,24\ \text{kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹⁴⁶⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 212

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{212} = \frac{56515,14}{9686,036} = 5,83 \approx 56 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁴⁷⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁴⁸⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{56515,14/56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,052 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{149)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{56515,14/56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,04 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 65

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{65} = \frac{36136,79}{9686,036} = 3,73 \approx 32 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁵⁰⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

148) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

149) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

150) Ir. Sudirman Indra, Msc. teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁵¹⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{36136,79/32}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,029 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{152)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{36136,79/32}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2}$$

$$\geq 1,00 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3. Batang 9

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_9 = \frac{56192,77}{9686,036} = 5,80 \approx 24 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁵³⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

151) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

152) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

153) Ir. Sudirman Indra. Msc. teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I. hal.14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

Jadi : 1,5.d = 1,5 . 1,905 = 2,86

3.d = 3 . 1,905 = 5,72 cm

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁵⁴⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{56192,77/24}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,045 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{155)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{56192,77/24}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,03 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

Jadi : 3.d = 3 . 1,905 = 5,72

7.d = 7 . 1,905 = 13,34 cm

Diambil 13 cm

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 18)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 65

$$S_{65} \sin 28^0 = 36136,79 \sin 28^0 = 16965,195 \text{ kg}$$

$$S_{65} \cos 28^0 = 36136,79 \cos 28^0 = 31906,892 \text{ kg}$$

o Batang 9

$$S_9 \sin 47^0 = 56912,77 \sin 47^0 = 41623,365 \text{ kg}$$

$$S_9 \cos 47^0 = 56912,77 \cos 47^0 = 38814,416 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,905 cm = 19,05 mm

Diameter lubang baut : 2,105 cm = 21,05 mm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 140,21 \times 3 = 420,63 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 420,63 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 408 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 408 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (140,21 \times 3 \times \frac{140,21}{2}) - (2,105 \times 3 \times 22,89) - (2,105 \times 3 \times 29,68)$$

$$408 \times Y_a = 29488,266 - 144,550 - 187,429$$

$$408 \times Y_a = 29156,287$$

$$Y_a = 71,46 \text{ cm}$$

$$Y_b = 140,21 - 71,46 = 68,75 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = - S_{65} \sin 28^0 - S_9 \sin 47^0$$

$$= - 16965,195 - 41623,365$$

$$= - 58588,56 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = - S_{65} \cos 28^0 + S_9 \cos 47^0$$

$$= - 31906,892 + 38814,416$$

$$= 6907,524 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{65} \cos 28^0 \cdot Z_1 - S_9 \cos 47^0 \cdot Z_2$$

$$= 31906,892 \cdot 48,57 + 38814,416 \cdot 39,06$$

$$= 33626,655 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 140,21^2$$

$$= 14744,133 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{58588,56}{408} + \frac{33626,655}{14744,133} = 145,880 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

$$\text{kg/cm}^2 \dots \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{6907,524}{408} = 16,930 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{145,880^2 + 16,930^2}$$

$$= 146,859 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

- o Batang 212

$$S_{212} \sin 83^0 = 56515,14 \sin 83^0 = 56093,885 \text{ kg}$$

$$S_{212} \cos 83^0 = 56515,14 \cos 83^0 = 6887,463 \text{ kg}$$

- o Batang 9

$$S_9 \sin 60^0 = 56912,77 \sin 60^0 = 49287,905 \text{ kg}$$

$$S_9 \cos 60^0 = 56912,77 \cos 60^0 = 28456,385 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,105 \text{ cm} = 21,05 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 95,22 \times 3 = 285,66 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (An)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 285,66 - 3 \times 2,105 \times 3$$

$$= 266,715 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 266,715 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (95,22 \times 3 \times \frac{95,22}{2}) - (2,105 \times 3 \times 20,41) - (2,105 \times 3 \times 18,98)$$

$$266,715 \times Y_a = 13600,273 - 128,889 - 119,859$$

$$266,715 \times Y_a = 15457,639$$

$$Y_a = 50,06 \text{ cm}$$

$$Y_b = 95,22 - 50,06 = 45,16 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{212} \cos 83^\circ + S_9 \cos 60^\circ$$

$$= 6887,463 + 28456,385$$

$$= 35343,848 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{212} \sin 83^\circ - S_9 \sin 60^\circ$$

$$= 56093,885 - 49287,905$$

$$= 6805,98 \text{ kg}$$

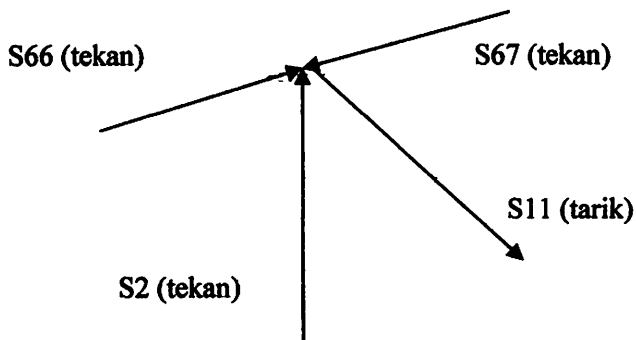
- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = - S_{212} \sin 83^\circ \cdot Z_1 + S_9 \sin 60^\circ \cdot Z_2$$

$$= - 56093,885 \cdot 29,65 + 49287,905 \cdot 26,18$$

$$= - 372826,337 \text{ kg.cm}$$

Joint. 20



$$S\ 66 = 82498,37\ \text{kg (tekan)}$$

$$S\ 67 = 135284,67\ \text{kg (tekan)}$$

$$S\ 11 = 75310,23\ \text{kg (tarik)}$$

$$S\ 2 = 68908,38\ \text{kg (tekan)}$$

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹⁵⁶⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 19,05 \cdot 28$$

$$= 499262,4\ \text{N/baut}$$

$$= 49926,24\ \text{kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹⁵⁷⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 285,022 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 285,022$$

$$= 96860,363 \text{ N/baut}$$

$$= 9686,036 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 9686,036 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 66

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{66} = \frac{82498,37}{9686,036} = 8,51 \approx 40 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁵⁸⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁵⁹⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{82498,37/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,066 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{160)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{82498,37/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,06 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

2. Batang 67

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{67} = \frac{135284,67}{9686,036} = 13,97 \approx 40 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁶¹⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

159) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 136

160) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 135

161) Ir. Sudirman Indra, Msc, *teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I*, hal.14

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁶²⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{135284,67/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,108 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{163)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{135284,67/40}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2}$$

$$\geq 1,13 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3. Batang 11

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{11} = \frac{75310,23}{9686,036} = 7,78 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁶⁴⁾

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

162) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

163) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

164) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal. 14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁶⁵⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{75310,23/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,060 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{166)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{75310,23/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,05 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

4. Batang 2

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_2 = \frac{68908,38}{9686,036} = 7,11 \approx 16 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁶⁷⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \leq 3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86$

$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁶⁸⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{68908,38/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,055 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{169)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{68908,38/16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{1,905}{2} \\ &\geq 1,04 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \leq 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72$

$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$

Diambil 13 cm

167) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

168) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

169) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 18)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 67

$$S_{67} \sin 25^0 = 135284,67 \sin 25^0 = 57173,772 \text{ kg}$$

$$S_{67} \cos 25^0 = 135284,67 \cos 25^0 = 122609,550 \text{ kg}$$

o Batang 11

$$S_{11} \sin 47^0 = 75310,23 \sin 40^0 = 48408,483 \text{ kg}$$

$$S_{11} \cos 47^0 = 75310,23 \cos 40^0 = 57690,983 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,905 cm = 19,05 mm

Diameter lubang baut : 2,105 cm = 21,05 mm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 111,26 \times 3 = 333,78 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 333,78 - 2 \times 2,105 \times 3$$

$$= 321,15 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 321,15 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (111,26 \times 3 \times \frac{111,26}{2}) - (2,105 \times 3 \times 22,34) - (2,105 \times 3 \times 27,60)$$

$$321,15 \times Y_a = 18568,181 - 141,077 - 174,294$$

$$321,15 \times Y_a = 18252,81$$

$$Y_a = 56,84 \text{ cm}$$

$$Y_b = 111,26 - 56,84 = 54,42 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = - S_{67} \sin 25^\circ - S_{11} \sin 47^\circ$$

$$= - 57173,772 - 48408,483$$

$$= - 105582,255 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = - S_{67} \cos 25^\circ + S_{11} \cos 47^\circ$$

$$= - 122609,550 + 57690,983$$

$$= - 64918,567 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{67} \cos 25^\circ \cdot Z_1 - S_{11} \cos 47^\circ \cdot Z_2$$

$$= 122609,550 \cdot 34,05 - 57690,983 \cdot 26,82$$

$$= 2627583,013 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/4 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3 \cdot 111,26^2$$

$$= 9284,091 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{105582,255}{321,15} + \frac{2627583,013}{9284,091} = 611,783 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600$$

kg/cm²... ...OK

$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{64918,567}{321,15} = 202,144 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{611,783^2 + 202,144^2}$$

$$= 644,314 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

Potongan II-II

Gaya batang :

o Batang 66

$$S_{66} \sin 29^0 = 82498,37 \sin 29^0 = 39996,003 \text{ kg}$$

$$S_{66} \cos 29^0 = 82498,37 \cos 29^0 = 72154,700 \text{ kg}$$

o Batang 2

$$S_2 \sin 42^0 = 68908,38 \sin 71^0 = 65154,153 \text{ kg}$$

$$S_2 \cos 42^0 = 68908,38 \cos 71^0 = 22434,374 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,105 \text{ cm} = 21,05 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 116,10 \times 3 = 348,3 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (An)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 348,3 - 3 \times 2,105 \times 3$$

$$= 329,355 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 329,355 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (116,10 \times 3 \times \frac{116,10}{2}) - (2,105 \times 3 \times 23,06) - (2,105 \times 3 \times 28,20)$$

$$329,355 \times Y_a = 20218,815 - 145,624 - 178,083$$

$$329,355 \times Y_a = 19895,108$$

$$Y_a = 60,41 \text{ cm}$$

$$Y_b = 116,10 - 60,41 = 55,69 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = - S_{66} \sin 29^\circ + S_2 \sin 42^\circ$$

$$= - 39996,003 + 65154,153$$

$$= 25158,15 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{66} \cos 29^\circ + S_2 \cos 42^\circ$$

$$= 72154,700 + 22434,374$$

$$= 94589,074 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = - S_{66} \cos 29^\circ \cdot Z_1 - S_2 \cos 42^\circ \cdot Z_2$$

$$= - 72154,700 \cdot 37,75 - 22434,374 \cdot 27,50$$

$$= - 3340785,21 \text{ kg.cm}$$

❖ Kontrol dimensi (batang 212)

$$N_u = 56155,14 \text{ kg}$$

$$M_u = 898239,81 \text{ kg.cm}$$

189	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.339	11
		316430.53	T	0.00	0.00	400.00
212	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.157	11
		56515.14	C	217341.19	-898239.81	770.00

Dimensi batang digunakan profil WF400X400 :

$$H = 414 \text{ mm} \quad A_g = 295,4 \text{ cm}^2$$

$$B = 405 \text{ mm} \quad G = 232 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 18 \text{ mm} \quad I_x = 92800 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 28 \text{ mm} \quad I_y = 31000 \text{ cm}^4$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 212 = 750 cm = 7500 mm

- Cek Kriteria Penampang

$$K_c = \frac{D - 2 \cdot t_f - 2r}{t_w}$$

$$= \frac{414 - 2 \cdot 28 - 2 \cdot 22}{18}$$

$$= 17,44$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$K_c \leq \frac{1680}{\sqrt{360}} = 88,544$$

Karena $K_c = 17,44 \leq 88,544$, maka kapasitas momen penampang harus dianalisis dengan distribusi tegangan plastis

- Kontrol Terhadap Kompak

- Untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{405}{2 \cdot 28} = 7,232$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{360}} = 8,960$$

$$\lambda < \lambda_p = 7,232 < 8,960 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{d - 2(r_0 + t_f)}{t_w} = \frac{414 - 2(22 + 28)}{18} = 17,44$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{360}} = 88,544$$

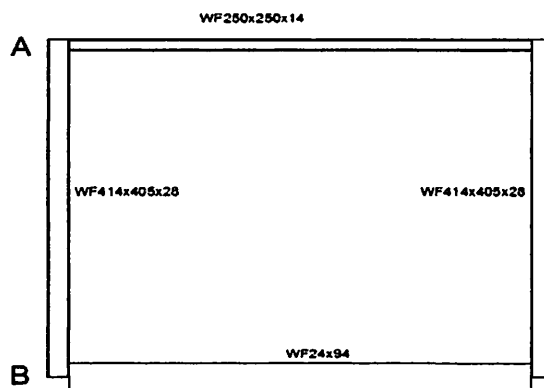
$$\lambda < \lambda_p = 17,44 < 88,544 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Panjang tekuk batang

$$G = \frac{\sum I_{kolom} / L_{kolom}}{\sum I_{balok} / L_{balok}}$$

$$G_A = \frac{\sum I_{kolom} / L_{kolom}}{\sum I_{balok} / L_{balok}} = \frac{98200 / 770}{10800 / 900} = 10,63$$

$$G_B = \frac{\sum I_{kolom} / L_{kolom}}{\sum I_{balok} / L_{balok}} = \frac{98200 / 770}{1117000 / 900} = 0,1$$



Gambar 3.38 Portal

Maka dari monogram porta; bergoyang diambil nilai $K_c = 1,7$

- **Menentukan Rasio Kelangsingan**

Panjang tekuk $L_k = K_c \times L = 1,7 \times 770 = 1309 \text{ cm}$

$$\frac{L_k}{i_x} = \frac{1309}{17,7} = 73,955$$

$$\frac{L_k}{i_y} = \frac{1309}{10,2} = 128,333$$

Dari rasio kelangsingan didapat tekuk terjadi pada arah sumbu y (sumbu lemah)

karena $\frac{L_k}{i_y} > \frac{L_k}{i_x}$

- **Menentukan λ_c**

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{L_k}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$= \frac{1}{\pi} \cdot 128,333 \cdot \sqrt{\frac{3600}{2,1 \cdot 10^6}}$$

$$= 1,69$$

- **Menentukan daya dukung nominal tahan**

Cek perbandingan lebar terhadap tebal penampang lebih (kelangsingan pelat) kecil

dari λ_r

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{405}{2 \cdot 28} = 7,232$$

$$\lambda_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{360}} = 13,18$$

$$\lambda_f < \lambda_r \dots \dots \dots \text{OK}$$

maka tidak terjadi tekuk local

$$N_n = A_g \cdot F_{cr}$$

$$F_{cr} = \frac{F_y}{\omega} \text{ digunakan } \lambda_r \geq 1,2 \text{ maka } \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2 = 1,25 \cdot 1,69^2 = 3,57$$

$$F_{cr} = \frac{3600}{3,57} = 1008,403 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_n = 295,4 \times 1008,403$$

$$= 297882,246 \text{ kg}$$

Daya dukung nominal :

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$56155,14 \leq 0,85 \cdot 297882,246$$

$$56155,14 \text{ kg} \leq 253199,909 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi profil WF400x400 mampu memikul gaya tekan (Nu)

- Interaksi Aksial dan momen kolom

$$N_u = 56155,14 \text{ kg}$$

$$M_u = 898239,81 \text{ kg.cm}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{56155,14}{0,85 \cdot 297882,246} = 0,223 \geq 0,2$$

Sehingga :

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1$$

$$M_{nx} = M_p = Z_x \cdot F_y = 4480 \cdot 3600 = 16128000 \text{ kg.cm} = 161280 \text{ kg.m}$$

$$M_{ny} = M_p = Z_y \cdot F_y = 1530 \cdot 3600 = 5508000 \text{ kg.cm} = 55080 \text{ kg.m}$$

$$\frac{56155,14}{0,85 \cdot 297882,246} + \frac{8}{9} \left(\frac{8982,398}{0,9 \cdot 161280} + \frac{0}{0,9 \cdot 55080} \right) \leq 1$$

$$0,278 \leq 1$$

Jadi profil WF400x400 dapat memikul gaya aksial tekan dan momen

- Sambungan Balok(beam 180) -Kolom

Sambungan menggunakan pelat ujung (end plate)

Beam End Forces

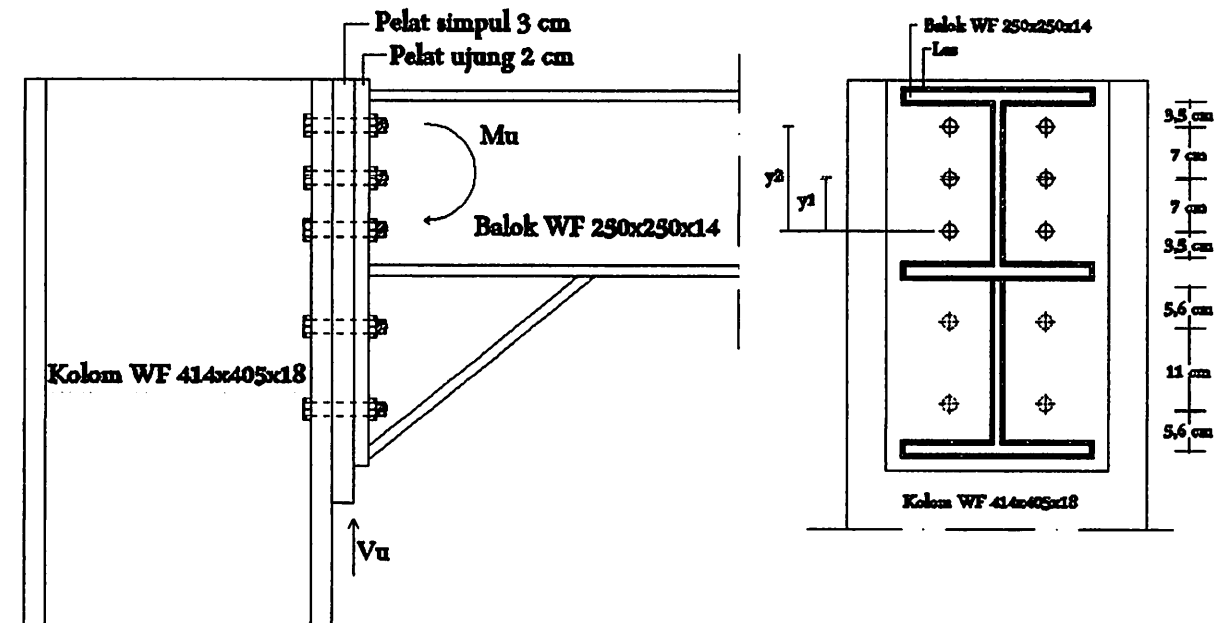
Sign convention is as the action of the joint on the beam.

Beam	Node	L/C	Axial	Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)	
180	18	6:KOMBINASI E	-700.966	-0.000	-0.000	0.000	0.080	-0.730	
		7:KOMBINASI E	-593.334	338.733	0.741	0.000	0.041	14.274	
		8:KOMBINASI E	-593.339	-339.907	-0.743	-0.000	0.107	-15.674	
		9:KOMBINASI E	-726.383	-0.000	-0.000	0.000	0.083	-0.756	
		10:KOMBINASI	-673.427	338.733	0.741	0.000	0.050	14.191	
	87	11:KOMBINASI	-673.433	-339.907	-0.743	-0.000	0.116	-15.758	
		6:KOMBINASI E	700.966	0.000	0.000	-0.000	-0.080	0.730	
		7:KOMBINASI E	593.334	-338.733	-0.741	-0.000	-0.107	15.622	
		8:KOMBINASI E	593.339	339.907	0.743	0.000	-0.041	-14.326	
		9:KOMBINASI E	726.383	0.000	0.000	-0.000	-0.083	0.756	
		10:KOMBINASI	673.427	-338.733	-0.741	-0.000	-0.116	15.706	
		11:KOMBINASI	673.433	339.907	0.743	0.000	-0.050	-14.243	

$M_u = 15,758 \text{ KN.m} = 157580 \text{ kg.cm}$

$V_u = 339,907 \text{ kg}$

Dicoba menggunakan 6 baut (3 buah per baris)



a. Perhitungan kekuatan baut

$$\begin{aligned}\Sigma y^2 &= 2 (y_1^2 + y_2^2) \\ &= 2 (7^2 + 14^2) \\ &= 490 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Gaya tarik baut teratas :

$$\begin{aligned}T &= \frac{Mu \cdot y_2}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{157580 \cdot 14}{490} = 4502,286 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dipakai baut A325 Ø3/4" = 1,905 cm

Tegangan tarik teratas untuk 1 baut :

$$\begin{aligned}F_t &= \frac{T}{A_{\text{baut}}} = \frac{4502,286}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} \\ &= \frac{4502,286}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,905^2} = 1579,622 \text{ kg/cm}^2 < F_{T_{\text{baut}}} = 120 \text{ Ksi} = 8273,71 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}\end{aligned}$$

Tegangan geser yang dipikul 1 baut :

$$\begin{aligned}F_v &= \frac{V}{A \cdot n} = \frac{V}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot n} \\ &= \frac{339,907}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,905^2 \cdot 6} = 19,876 \text{ kg/cm}^2 < F_{v_{\text{baut}}} = 2100 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

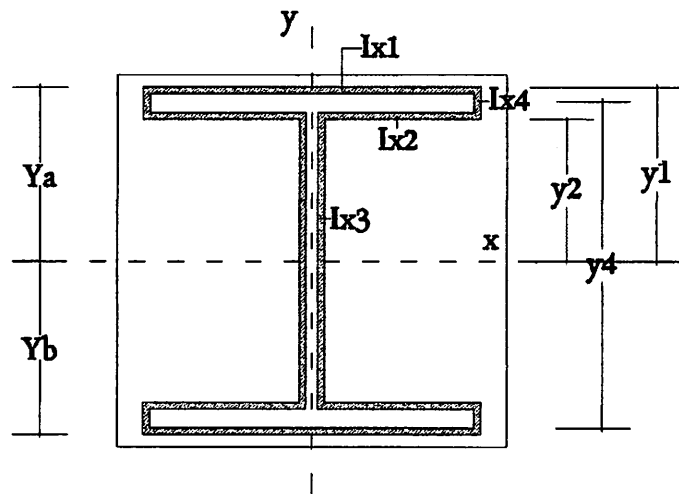
Tegangan ideal yang dipikul oleh 1 baut :

$$\begin{aligned}F_R &= \sqrt{F_t^2 + F_v^2} \\ &= \sqrt{1579,622^2 + 19,876^2} \\ &= 1579,747 \text{ kg/cm}^2 < F_{T_{\text{baut}}} = 120 \text{ Ksi} = 8273,71 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}\end{aligned}$$

b. Perencanaan Las pada sambungan pelat ujung

Direncanakan tebal pelat ujung = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Tebal las} &= \frac{1}{2} \cdot t_p \cdot \sqrt{2} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \\ &= 1,41 \text{ cm} \end{aligned}$$



Direncanakan ukuran nominal las = 1 cm

Las pelat ujung dan balok dipakai las E70 (Elektroda 70)

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{d}{2} + 1/3 \cdot a \\ &= \frac{250}{2} + 1/3 \cdot 10 \\ &= 128,3 \text{ mm} = 12,83 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_2 &= \frac{d-2 \cdot t_f}{2} - 1/3 \cdot a \\ &= \frac{250-2 \cdot 14}{2} - 1/3 \cdot 10 \\ &= 114,3 \text{ mm} = 11,43 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$y_3 = 0 \text{ (titik berat las bagian 3 tepat pada sumbu x)}$$

$$\begin{aligned} y_4 &= d - (1/2 \cdot t_f) \\ &= 250 - (1/2 \cdot 14) \\ &= 243 \text{ mm} = 24,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

▪ **Momen inersia las**

$$\begin{aligned} I_{x_1} &= 2 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot a^3 \right) + (b \cdot a \cdot y^2) \right] \\ &= 2 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot 25 \cdot 1^3 \right) + (25 \cdot 1 \cdot 12,83^2) \right] \\ &= 8234,612 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x_2} &= 4 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot \frac{b-tw}{2} \cdot a^3 \right) + \left(\frac{b-tw}{2} \cdot a \cdot y^2 \right) \right] \\ &= 4 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot \frac{25-0,9}{2} \cdot 1^3 \right) + \left(\frac{25-0,9}{2} \cdot 1 \cdot 11,43^2 \right) \right] \\ &= 6301,101 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x_3} &= 2 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot a \cdot (d-2 \cdot tf)^3 \right) + (a \cdot (d-2 \cdot tf) \cdot y^2) \right] \\ &= 2 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot 2 \cdot (25-2 \cdot 1,4)^3 \right) + (1 \cdot (25-2 \cdot 1,4) \cdot 0^2) \right] \\ &= 3647,016 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x_4} &= 4 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot a \cdot tf^3 \right) + (a \cdot tf \cdot y^2) \right] \\ &= 4 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 1,4^3 \right) + (1 \cdot 1,4 \cdot 24,3^2) \right] \\ &= 3307,66 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_x \text{ total} &= I_{x_1} + I_{x_2} + I_{x_3} + I_{x_4} \\ &= 8234,612 \text{ cm}^4 + 6301,101 \text{ cm}^4 + 3647,016 \text{ cm}^4 + 3307,66 \text{ cm}^4 \\ &= 21490,389 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

▪ **Momen tahanan las**

Serat atas ;

$$W_x \text{ atas} = \frac{I_x}{Y_a} = \frac{21490,389}{12,83} = 1675,011 \text{ cm}^3$$

Serat bawah ;

$$W_x \text{ bawah} = \frac{I_x}{Y_b} = \frac{21490,389}{12,83} = 1675,011 \text{ cm}^3$$

- **Tegangan tarik yang terjadi pada las (ditahan las pada flens beton)**

Serat atas :

$$\begin{aligned}
 W_x \text{ atas} &= \frac{Mu}{W_x \text{ atas}} \\
 &= \frac{157580}{1675,011} \\
 &= 94,077 \text{ kg/cm}^2 < F_t \text{ las} = 1390 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Serat bawah:

$$\begin{aligned}
 W_x \text{ Bawah} &= \frac{Mu}{W_x \text{ bawah}} \\
 &= \frac{157580}{1675,011} \\
 &= 94,077 \text{ kg/cm}^2 < F_t \text{ las} = 1390 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

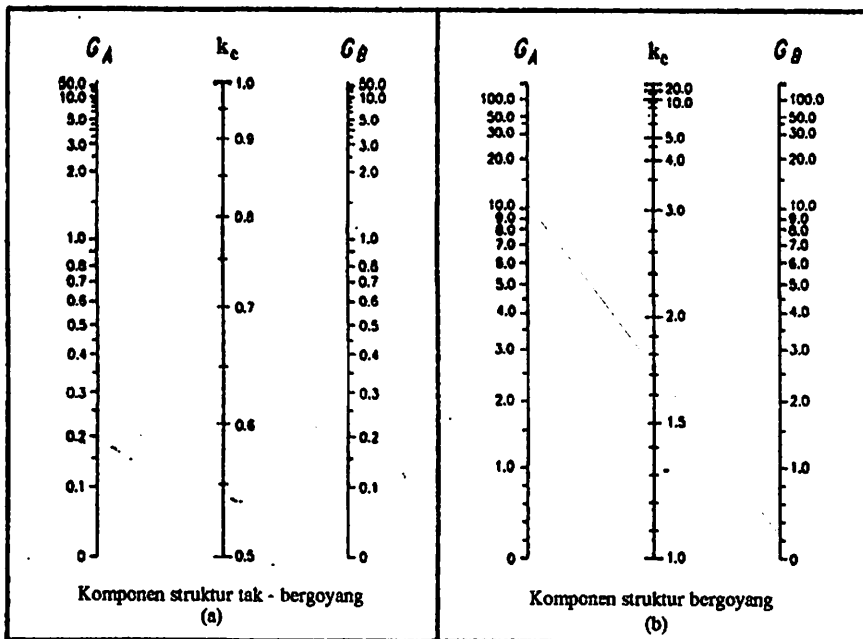
- **Tegangan geser yang terjadi pada las (ditahan las pada plat badan balok)**

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang las (L)} &= [d - 2(r + t_f)] \times 2 \\
 &= [250 - 2(16 + 14)] \times 2 \\
 &= 380 \text{ mm} = 38 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas (A)} &= L \times a \\
 &= 38 \times 2 \\
 &= 76 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Tegangan geser yang terjadi pada las :

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{339,907}{76} = 4,472 \text{ kg/cm}^2 < F_t \text{ las} = 1390 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{OK}$$



Gambar 7.6-2

(a) Nilai k_c untuk komponen struktur tak bergoyang, dan (b) untuk komponen struktur bergoyang.

3.7.3 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Atas

❖ Perencanaan dimensi batang tekan

$P_u = 4030,05 \text{ kg}$ (batang no. 583) \rightarrow output Staad Pro 2004

583	LD	L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.278	11
			4030.04 C	-1131.72	229.96	0.00
596	LD	L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.052	10
			1491.75 C	-142.12	-43.07	498.51

Dimensi batang digunakan profil LD L90.90.9 :

$$H = 90 \text{ mm} \quad G = 12,2 \text{ kg/m}$$

$$B = 90 \text{ mm} \quad I_x = 116 \text{ cm}^4$$

$$T_w = 9 \text{ mm}$$

$$A_g = 15,5 \text{ cm}^2$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 583 = 494,23 cm = 4942,3 mm

Syarat kekuatan dalam desain factor beban dan resistensi menurut LRFD¹⁷⁰⁾ :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius gitasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{116}{15,5}} = 2,736 \text{ cm} = 27,36 \text{ mm}$$

170) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{116}{15,5}} = 2,736 \text{ cm} = 27,36 \text{ mm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)¹⁷¹⁾

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

dimana : K = factor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.4942,3}{27,36} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 2,1 \times 10^5}} = 2,381$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})¹⁷²⁾

$$\begin{aligned} \lambda_c > 1,5 \rightarrow F_{cr} &= \left[\frac{0,887}{\lambda_c^2} \right] f_y \\ &= \left[\frac{0,887}{2,381^2} \right] 360 \\ &= 56,326 \text{ Mpa} \\ &\approx 563,26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 563,26 \cdot 15,5 \geq 4030,05 \text{ kg}$$

$$7420,818 \text{ kg} \geq 4030,05 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{ Profil Aman })$$

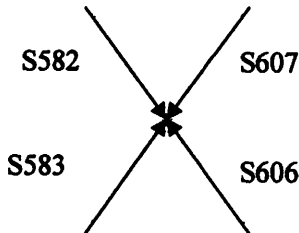
171) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 338
 172) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 340

3.7.3.1 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Atas

Sambungan pada iktan angin menggunakan baut mutu tinggi A325 dengan data sebagai berikut :

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) = 120 Ksi = 827,371 MPa
- Kekuatan geser = 35,1 Ksi = 242,006 MPa
- Diameter baut $\phi 1/2''$ = 1,27 cm = 12,7 mm
- Diameter lubang baut = 1,27 + 0,2 = 1,47 cm = 14,7 mm
- Luas baut (A_b) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 126,6 \text{ mm}^2$

Joint 314



S582 = 4025,98 kg (tekan)

S607 = 4029,40 kg (tekan)

S606 = 4025,33 kg (tekan)

S583 = 4030,05 kg (tekan)

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹⁷³⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 12,7 mm

t = tebal plat = 9 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 12,7 \cdot 9$$

$$= 106984,8 \text{ N/baut}$$

$$= 10698,48 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹⁷⁴⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = 126,6 mm²

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 126,6$$

$$= 43023,07 \text{ N/baut}$$

$$= 4302,307 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 4302,307 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 582

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{582} = \frac{4025,98}{4302,307} = 0,94 \approx 4 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁷⁵⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

174) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 132

175) Ir. Sudirman Indra, Msc, *teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I*, hal.14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁷⁶⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{4025,98/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3}$$

$$\geq 0,086 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{177)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{4025,98/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,72 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

176) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136
177) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

2. Batang 607

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{607} = \frac{4029,40}{4302,307} = 0,94 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁷⁸⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \text{ s/d } 3.d$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁷⁹⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{4029,40/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3}$$

$$\geq 0,086 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{180)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{4029,40/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2}$$

$$\geq 0,72 \text{ cm}$$

178) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

179) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

180) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

3. Batang 606

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{606} = \frac{4025,33}{4302,307} = 0,94 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁸¹⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁸²⁾ adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{4025,33/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,086 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

181) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal. 14
182) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{183)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{4025,33/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,72 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

4. Batang 583

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{583} = \frac{4030,05}{4302,307} = 0,94 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁸⁴⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁸⁵⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{4030,05/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,086\text{cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{186)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{4030,05/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,72 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 20)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 583

$$S_{583} \sin 24^0 = 4030,05 \sin 24^0 = 1639,169 \text{ kg}$$

$$S_{583} \cos 24^0 = 4030,05 \cos 24^0 = 3681,634 \text{ kg}$$

185) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136
186) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

o Batang 606

$$S_{606} \sin 24^0 = 4025,33 \sin 24^0 = 1637,25 \text{ kg}$$

$$S_{606} \cos 24^0 = 4025,33 \cos 24^0 = 3677,32 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 1,27 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 1,47 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 47,42 \times 1,5 = 71,13 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 71,13 - 2 \times 1,47 \times 1,5$$

$$= 66,72 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 66,72 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (47,42 \times 1,5 \times \frac{47,42}{2}) - (1,47 \times 1,5 \times 10,89) - (1,47 \times 1,5 \times 10,89)$$

$$66,72 \times Y_a = 1686,492 - 24,012 - 24,012$$

$$66,72 \times Y_a = 1638,468$$

$$Y_a = 24,56 \text{ cm}$$

$$Y_b = 47,42 - 24,56 = 22,86 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= -S_{583} \sin 24^\circ + S_{606} \sin 24^\circ \\ &= -1639,169 + 1637,25 \\ &= -1,919 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_{583} \cos 24^\circ + S_{606} \cos 24^\circ \\ &= 3681,634 + 3677,32 \\ &= 7358,954 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

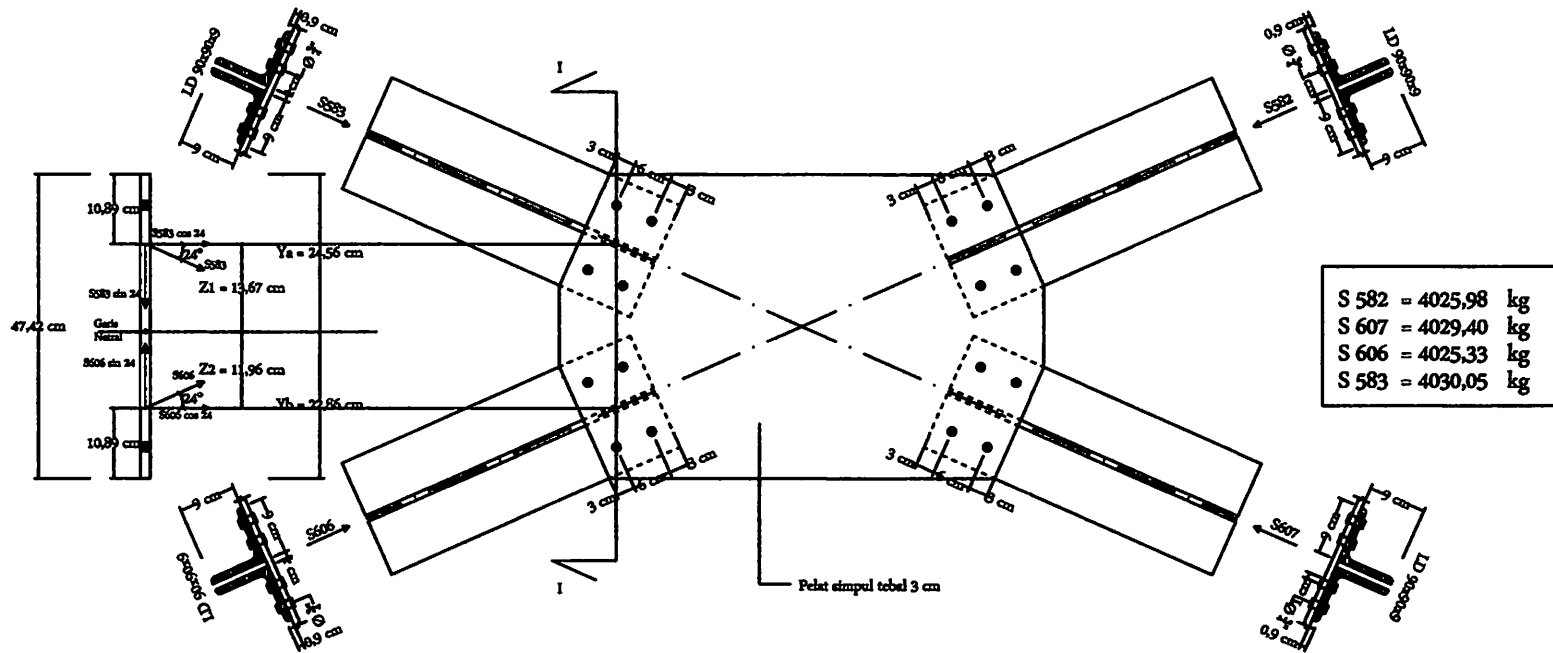
$$\begin{aligned} M_u &= -S_{583} \cos 24^\circ \cdot Z_1 - S_{606} \cos 24^\circ \cdot Z_2 \\ &= -3681,634 \cdot 13,67 - 3677,32 \cdot 11,96 \\ &= -94308,684 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \\ &= \frac{1}{6} \cdot 1,5 \cdot 47,42^2 \\ &= 562,401 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{1,919}{66,72} + \frac{94308,684}{562,401} = 167,718 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{7358,954}{66,72} = 110,296 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{167,718^2 + 110,296^2} \\ &= 200,735 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$



SAMBUNGAN IKATAN ANGIN ATAS
(JOINT 314)

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG PAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAIDI WATTIHELWU NIM : 05.21.075	DOSEN PEMBIMBING 1 : DOSEN PEMBIMBING 2 : () ()
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNGUNGAN KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : SAMBUNGAN IKATAN ANGIN ATAS (JOINT 314)	
			TANGGAL : AGUSTUS 2010	
			No Gambar : 14 Skala : 1 : 8	

3.7.4 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Bawah

❖ Perencanaan dimensi batang tekan

$P_u = 597,766 \text{ kg}$ (batang no. 669) \rightarrow output Staad Pro 2004

668	LD	L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.040	10
			591.87 C	0.00	0.00	492.44
669	LD	L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.040	11
			597.77 C	0.00	0.00	492.45

Dimensi batang digunakan profil LD L90.90.9 :

$$H = 90 \text{ mm} \quad G = 12,2 \text{ kg/m}$$

$$B = 90 \text{ mm} \quad I_x = 116 \text{ cm}^4$$

$$T_w = 9 \text{ mm}$$

$$A_g = 15,5 \text{ cm}^2$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 583 = $492,44 \text{ cm} = 4924,4 \text{ mm}$

Syarat kekuatan dalam desain factor beban dan resistensi menurut LRFD¹⁸⁷⁾ :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius gitasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{116}{15,5}} = 2,736 \text{ cm} = 27,36 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{116}{15,5}} = 2,736 \text{ cm} = 27,36 \text{ mm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)⁰²⁾

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

dimana : K = factor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.4924,4}{27,36} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 2,1 \times 10^5}} = 2,372$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})¹⁸⁸⁾

$$\begin{aligned} \lambda_c > 1,5 \rightarrow F_{cr} &= \left[\frac{0,887}{\lambda_c^2} \right] f_y \\ &= \left[\frac{0,887}{2,372^2} \right] 360 \\ &= 56,754 \text{ Mpa} \\ &\approx 567,54 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 567,54 \cdot 15,5 \geq 597,766 \text{ kg}$$

$$7477,340 \text{ kg} \geq 597,766 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

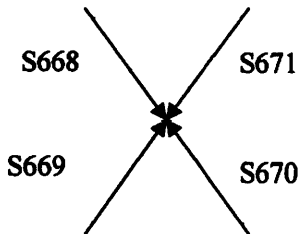
187) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 338
 188) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 340

3.7.3.1 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Bawah

Sambungan pada ikatan angin menggunakan baut mutu tinggi A325 dengan data sebagai berikut :

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) = 120 Ksi = 827,371 MPa
- Kekuatan geser = 35,1 Ksi = 242,006 MPa
- Diameter baut $\phi 1/2''$ = 1,27 cm = 12,7 mm
- Diameter lubang baut = 1,27 + 0,2 = 1,47 cm = 14,7 mm
- Luas baut (A_b) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2$ = 126,6 mm²

Joint 333



S668 = 591,87 kg (tekan)

S671 = 597,76 kg (tekan)

S670 = 591,88 kg (tekan)

S669 = 597,77 kg (tekan)

Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu¹⁸⁹⁾ :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 12,7 mm

t = tebal plat = 9 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 12,7 \cdot 9$$

$$= 106984,8 \text{ N/baut}$$

$$= 10698,48 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser¹⁹⁰⁾ :

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = 126,6 mm²

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 871,371) \cdot 1 \cdot 126,6$$

$$= 43023,07 \text{ N/baut}$$

$$= 4302,307 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 4302,307 kg/baut

Perhitungan sambungan

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 668

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{189} = \frac{591,87}{4302,307} = 0,14 \approx 4 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁹¹⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

190) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 132
 191) Ir. Sudirman Indra, Msc, *teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I*, hal.14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁹²⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{591,87/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3}$$

$$\geq 0,013 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{193)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{591,87/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

192) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 136

193) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 135

2. Batang 671

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{671} = \frac{597,76}{4302,307} = 0,14 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁹⁴⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \text{ s/d } 3.d$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁹⁵⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{597,76/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3}$$

$$\geq 0,013 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\text{Jarak antar baut}^{196)} \geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{597,76/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2}$$

$$\geq 0,66 \text{ cm}$$

194) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14

195) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

196) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

3. Batang 670

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{670} = \frac{591,88}{4302,307} = 0,14 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut¹⁹⁷⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan¹⁹⁸⁾ adalah

$$t \geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L}$$

$$\geq \frac{591,88/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3}$$

$$\geq 0,013 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

197) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14
198) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut}^{199)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{591,88/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3 \cdot d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7 \cdot d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

4. Batang 669

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{669} = \frac{597,77}{4302,307} = 0,14 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut²⁰⁰⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,27 = 1,905 \text{ cm}$$

$$3 \cdot d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan²⁰¹⁾ adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{597,77/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,013 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut}^{202)} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{597,77/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,66 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3 \cdot d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7 \cdot d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 333)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 669

$$S_{669} \sin 24^{\circ} = 597,77 \sin 24^{\circ} = 243,135 \text{ kg}$$

$$S_{669} \cos 24^{\circ} = 597,77 \cos 24^{\circ} = 546,090 \text{ kg}$$

201) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 136

202) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 135

o Batang 670

$$S_{670} \sin 24^{\circ} = 591,88 \sin 24^{\circ} = 240,739 \text{ kg}$$

$$S_{670} \cos 24^{\circ} = 591,88 \cos 24^{\circ} = 540,709 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,27 cm

Diameter lubang baut : 1,47 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 47,42 \times 1,5 = 71,13 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 71,13 - 2 \times 1,47 \times 1,5$$

$$= 66,72 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 66,72 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (47,42 \times 1,5 \times \frac{47,42}{2}) - (1,47 \times 1,5 \times 10,89) - (1,47 \times 1,5 \times 10,89)$$

$$66,72 \times Y_a = 1686,492 - 24,012 - 24,012$$

$$66,72 \times Y_a = 1638,468$$

$$Y_a = 24,56 \text{ cm}$$

$$Y_b = 47,42 - 24,56 = 22,86 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= -S_{669} \sin 24^\circ + S_{670} \sin 24^\circ \\ &= -243,135 + 240,739 \\ &= -2,396 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_{669} \cos 24^\circ + S_{670} \cos 24^\circ \\ &= 546,090 + 540,709 \\ &= 1086,799 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

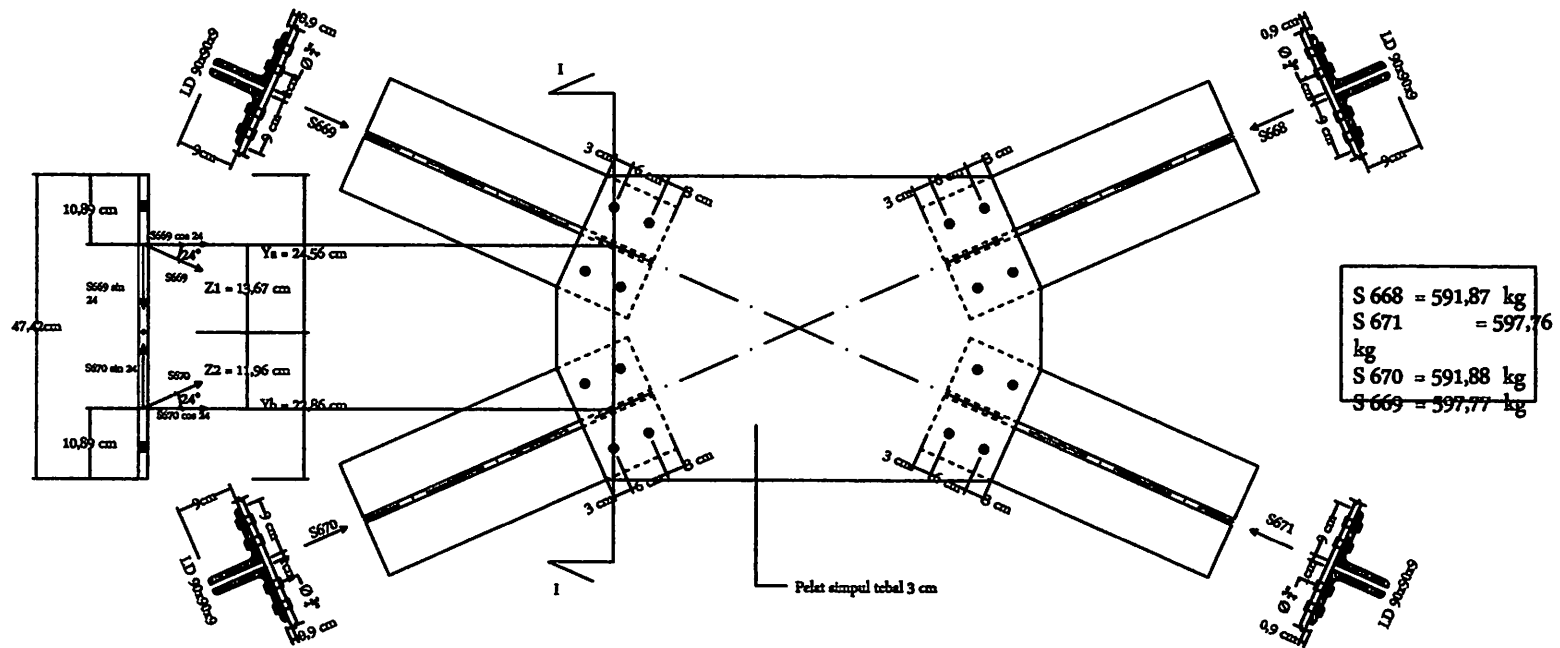
$$\begin{aligned} M_u &= -S_{669} \cos 24^\circ \cdot Z_1 - S_{670} \cos 24^\circ \cdot Z_2 \\ &= -546,090 \cdot 13,67 - 540,709 \cdot 11,96 \\ &= -13931,930 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \\ &= \frac{1}{6} \cdot 1,5 \cdot 47,42^2 \\ &= 562,401 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{2,396}{66,72} + \frac{13931,930}{562,401} = 24,808 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{1086,799}{66,72} = 16,289 \text{ kg/cm}^2 < F_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{24,218^2 + 16,289^2} \\ &= 29,186 \text{ kg/cm}^2 < F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$



SAMBUNGAN IKATAN ANGIN BAWAH
 (JOINT 333)

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAI DI WATTHELUW NIM : 05.21.075		
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBRAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBRAN KONANG MUNJUNGAN KEC. PANGGUL-KAB. TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : SAMBUNGAN IKATAN ANGIN BAWAH (JOINT 333)	DOSEN PEMBIMBING 1 : ()	DOSEN PEMBIMBING 2 : ()
			TANGGAL : AGUSTUS 2010 No Gambar : 15 Skala : 1 : 8		

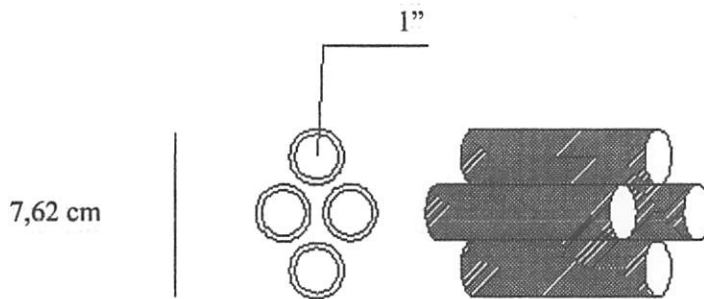
3.8 Perhitungan Dimensi Kabel

$P_u = 39132,15 \text{ kg}$ (batang no.523) \rightarrow output Staad Pro 2004

523	10	77	-39063.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		76	39063.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	77	-39132.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		76	39132.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Direncanakan menggunakan kabel sebagai berikut :

Diameter 1", dalam satu kabel terdiri dari 4 strand



Gambar 3.39 Dimensi Kabel

Diameter kabel = 1" . 3 lapis = 7,62 cm = 0,0762 m

Berat = 2,10 lb/ft
 = 3,125 kg/m . 4 strand
 = 12,5 kg/m

Breaking Strength = 61 ton = 61000 kg
 = 61000 . 4 strand
 = 244000 kg

Akibat rongga-rongga pada saat menyatukan kabel maka breaking strength total mengalami penurunan sebesar 20% menjadi :

= 244000 - (20% x 244000)
 = 195200 kg

Modulus Elastisitas = 24000000 Psi (untuk 1/2" to 2 9/6")

$$= 16548000000 \text{ kg/m}^2$$

Kontrol tension kabel :

$$T_{\max} \leq \text{Breaking Strength}$$

$$\text{Axial kabel} \leq \text{Breaking Strength}$$

$$39132,15 \text{ kg} \leq 195200 \text{ kg}$$

$$39132,15 \text{ kg} \leq 195200 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Aman})$$

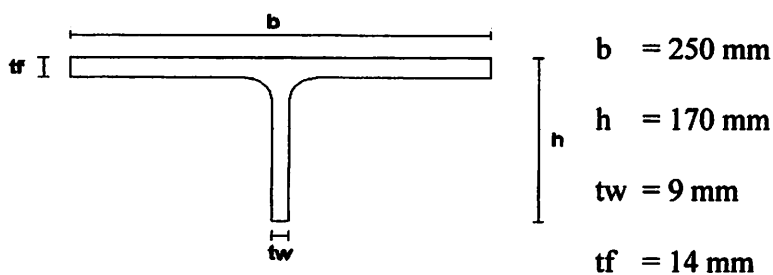
3.8.1 Perhitungan Sambungan Pada Kabel

Sambungan antara sockets dengan dengan gelagar induk

Semua sambungan menggunakan baut mutu tinggi A325, dimana kekuatannya sebagai berikut :

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) = 120 Ksi = 827,371 MPa
- Kekuatan geser = 35,1 Ksi = 242,006 MPa
- Diameter baut $\phi 3/4"$ = 1,905cm
- Diameter lubang baut = 1,905 + 0,2 = 2,105 cm
- Luas baut (A_b) = 3,478 cm^2

Direncanakan profil Tee St350x250, dengan data sebgai berikut :



Gambar 3.40 Profil St200x200

❖ Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan geser, tarik dan tumpu :

- Kekuatan nominal penyambung geser²⁰³⁾

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

$$\phi R_n = \phi (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 347,8 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 827,371) \cdot 1 \cdot 347,8$$

$$= 112226,26 \text{ N/baut}$$

$$= 11222,626 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan nominal penyambung tarik²⁰⁴⁾

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

Dimana : $\phi = 0,75$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

A_b = luas penampang lintang baut = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 347,8 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 827,371 \cdot 347,8$$

$$= 161864,79 \text{ N/baut}$$

$$= 16186,479 \text{ kg/baut}$$

203) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

204) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 133

- Kekuatan nominal penyambung tumpu²⁰⁵⁾

Kekuatan tumpu desain pada perumusannya memepertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan badan gelagar pengaku yaitu 21 mm

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik baja pada bagian yang disambung = 520 MPa

d = dimensi baut = 19,05 mm

t = tebal plat web = 21 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 19,05 \cdot 21 \cdot 520)$$

$$= 374446,8 \text{ N/baut}$$

$$= 37444,68 \text{ kg/baut}$$

Diambil nilai ϕR_n yang terkecil untuk menghitung jumlah baut yaitu ϕR_n penyambung geser = 11222,626 kg/baut

- ❖ Menentukan jumlah baut

$$S_{887} = \frac{37468,98}{11222,626} = 3,34 \text{ baut} \approx 16 \text{ baut}$$

- ❖ Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut²⁰⁶⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

205) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 134

206) Ir. Sudirman Indra, Msc, *teori dan penyelesaian soal-soal KONstruksi Baja I*, hal.14

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Syarat Jarak antar baut :

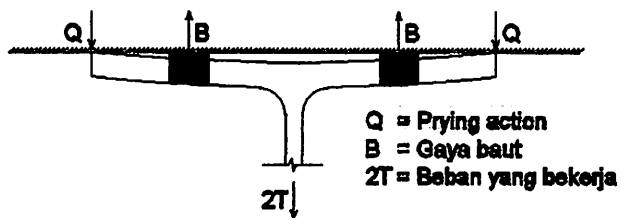
$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

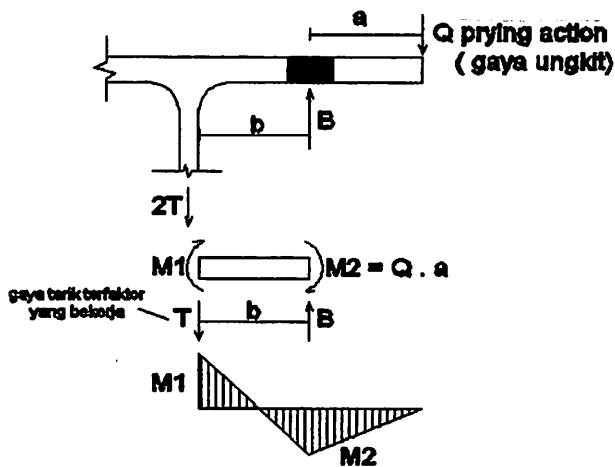
$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

❖ Pehitungan aksial ungit



Gambar 3.41. Prying Action



Gambar 3.42. Model analisis untuk Prying action

T = Gaya tarik terfaktor yang bekerja per baut

$$T = 39132,15 / 16 = 2445,759 \text{ kg}$$

$$2T = 2 \cdot 2445,759 = 4891,519 \text{ kg}$$

$$b = \frac{g}{2} - \frac{tw}{2} = \frac{10,26}{2} - \frac{0,9}{2} = 4,68 \text{ cm}$$

Nb : Estimasi ukuran g umum sebagai 4 inci = $4 \cdot 2,54 = 10,26 \text{ cm}$

a = jarak baut ke tepi plat = 3 cm

$$\delta = \frac{(w-d)}{w}, \text{ dimana : } w = \text{panjang penampang T}$$

d = diameter baut

$$\delta = \frac{(250-19,05)}{250} = 0,924$$

$$\beta = \left(\frac{B}{T} - 1\right) \frac{a'}{b'}$$

$$a' = a + \frac{d}{2} = 30 + \frac{19,05}{2} = 39,53 \text{ mm}$$

$$b' = b - \frac{d}{2} = 46,8 - \frac{19,05}{2} = 37,29 \text{ mm}$$

$$\beta = \left(\frac{16186,479}{2445,759} - 1\right) \frac{39,53}{37,29}$$
$$= 5,956$$

$$\beta = 5,956 \geq 1, \text{ digunakan } \alpha = 1$$

❖ Menghitung Prying Force²⁰⁷⁾

$$Q = T \left(\frac{\alpha \delta}{1 + \alpha \delta} \right) \left(\frac{b}{a} \right)$$
$$= 2445,759 \left(\frac{1 \cdot 0,924}{1 + 1 \cdot 0,924} \right) \left(\frac{4,68}{3} \right)$$

$$= 1832,336 \text{ kg}$$

$$M_1 = \frac{Qa}{\alpha\delta} = \frac{1832,336 \cdot 3}{1 \cdot 0,924} = 5949,145 \text{ kg.cm}$$

$$M_2 = \alpha \cdot \delta \cdot M_1 = 1 \cdot 0,924 \cdot 5949,145 = 5497,001 \text{ kg.cm}$$

❖ Syarat desain untuk tebal flens²⁰⁸⁾

$$t_f \geq \sqrt{\frac{4Tb}{\phi_b w F_y (1 + \alpha\delta)}}$$

$$1,4 \text{ cm} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 2445,759}{0,90 \cdot 25 \cdot 3600 \cdot (1 + 1 \cdot 0,924)}}$$

$$1,4 \text{ cm} \geq 0,250 \text{ cm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

❖ Dua syarat desain yang harus dipenuhi²⁰⁹⁾ :

1. Kontrol Kekuatan Momen Flens Penampang T

$$\phi M_n \geq M_1$$

$$\phi \cdot \frac{w t f^2}{4} F_y \geq 15505,534 \text{ kg.cm}$$

$$0,90 \cdot \frac{25 \cdot 1,4^2}{4} 3600 \geq 5949,145 \text{ kg.cm}$$

$$39690 \text{ kg.cm} \geq 5949,145 \text{ kg.cm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

2. Kontrol Kekuatan Tarik Baut

$$\phi R_n \geq B$$

Dimana, B adalah gaya beban terfaktor pada satu baut

207) Struktur Baja Desain dan Prilaku II, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :467

208) Struktur Baja Desain dan Prilaku II, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :466

$$\begin{aligned} B &= T \left[1 + \left(\frac{\alpha\delta}{1+\alpha\delta} \right) \left(\frac{b}{a} \right) \right] \\ &= 2445,759 \left[1 + \left(\frac{1 \cdot 0,924}{1+1 \cdot 0,924} \right) \left(\frac{4,68}{3} \right) \right] \\ &= 4278,095 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi R_n \geq B$$

$$16186,479 \text{ kg} \geq 4278,095 \text{ kg} \dots\dots\dots\text{OK}$$

3.9 Perhitungan Sambungan Gelagrar Melintang dengan Rangka Pengakau (Tipe Waren)

Besarnya gaya lintang yang bekerja pada gelagar melintang adalah :

- Akibat berat lantai kendaraan dan trotoir
 $= \frac{1}{2} \cdot (7 \cdot 1241,313) + (2 \cdot 2566,313) = 6910,91 \text{ kg}$
 - Akibat berat profil memanjang
 $= \frac{1}{2} \cdot (261,93 \cdot 5) = 654,825 \text{ kg}$
 - Akibat beban hidup trotoir
 $= \frac{1}{2} \cdot (2 \cdot 333) = 333 \text{ kg}$
 - Akibat berat sendiri profil melintang
 $= \frac{1}{2} \cdot (139,9 \cdot 1,1 \cdot 9) = 692,505 \text{ kg}$
 - Akibat beban "D"
 $= \frac{1}{2} \cdot (4620,58 \cdot 5,5 + 2310,29 \cdot 0,75 \cdot 1,5) = \underline{14439,313 \text{ kg}}$
- Pu = 23030,553 kg

Digunakan baut A325 $\phi 3/4$ "

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) = 120 Ksi = 827,371 MPa
- Kekuatan geser = 35,1 Ksi = 242,006 MPa
- Diameter baut $\phi 3/4$ " = 1,905 cm = 19,05 mm
- Diameter lubang baut = 1,905 + 0,2 = 2,105 cm = 21,05 mm
- Luas baut (A_b) = 3,478 cm²

di coba menggunakan profil L 100.100.14 untuk irisan tunggal dan ganda.

3.9.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Melintang dan Rangka Pengaku)

Kuat tarik desain²⁰⁹⁾ :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 827,371) . 347,8 \\ &= 161864,79 \text{ N} \\ &= 16186,479 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain²¹⁰⁾ :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 827,371) . 1 . 347,8 \\ &= 112226,26 \text{ N} \\ &= 11222,626 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain²¹¹⁾ :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar induk yaitu 28 mm.

$$\begin{aligned}\phi Rn &= \phi . (2,4 . d . t . Fu^p) \\ &= 0,75 . (2,4 . 19,05 . 28 . 520) \\ &= 499262,4 \text{ N} \\ &= 49926,24 \text{ Kg}\end{aligned}$$

209) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 133

210) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 132

211) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 134

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned} Mu &= Pu \cdot w \\ &= 23030,553 \cdot 5,5 \\ &= 126668,042 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut²¹²⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,27 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

Menentukan jumlah baut (n)²¹³⁾ :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot p}}$$

dimana : Mu = momen ultimit

$$R = \phi R_n \text{ (kekuatan desain yang menentukan)}$$

212) Ir. Sudirman Indra, Msc, teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I, hal.14
213) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

P = jarak antar baut = 10 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 126668,042}{11222,626 \times 8}} = 2,90 \approx 12 \text{ buah}$$

Syarat :

$$L \geq \frac{P}{\phi F_{ut}}$$

$$4 \text{ cm} \geq \frac{23030,553/12}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,4}$$

$$4 \text{ cm} \geq 0,351 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.14

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut²¹⁴⁾

$$\phi \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$$\phi \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 16186,479 \text{ Kg}$$

$$R_{ut} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{M \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$\phi \cdot R_{nt} \geq \frac{M \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$16186,479 \text{ Kg} \geq \frac{126668,042 \times 51,35}{(4^2 + 12^2 + 20^2 + 28^2 + 43,35^2 + 51,35^2)}$$

$$18062,026 \text{ kg} \geq 1110,340 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut²¹⁵⁾

$$\phi v. R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

$$\phi v. R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 11222,626 \text{ Kg}$$

$$R_{uv} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$\phi v. R_{nv} \geq \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$11222,626 \text{ Kg} \geq \frac{23030,553}{12}$$

$$11222,626 \text{ Kg} \geq 1919,213 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.9.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar melintang)

Kuat tarik desain²¹⁶⁾ :

$$\begin{aligned} \phi.R_n &= \phi . (0,75 . F_u^b) A_b \\ &= 0,75 . (0,75 . 827,371) . 347,8 \\ &= 161864,79 \text{ N} \\ &= 16186,479 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kekuatan geser desain²¹⁷⁾ :

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

$$\begin{aligned} \phi.R_n &= \phi . (0,60 . F_u^b) . m . A_b \\ &= 0,65 . (0,60 . 827,371) . 2 . 347,8 \end{aligned}$$

215) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201
 216) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 133
 217) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 132

$$= 224452,21 \text{ N}$$

$$= 22445,221 \text{ Kg}$$

Kekuatan tumpu desain²¹⁸⁾ :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu 13,11 mm.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u^p) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 19,05 \cdot 13,11 \cdot 520) \\ &= 233761,788 \text{ N} \\ &= 23376,179 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}M_u &= P_u \cdot w \\ &= 23030,553 \cdot 5,5 \\ &= 126668,042 \text{ kg.cm}\end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut²¹⁹⁾

Jarak tepi baut, $L = 1,5d - 3d$ dan antar baut, $L = 3d - 7d$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \leq 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 1,905 = 2,86 \text{ cm}$$

218) S. G. Charles dan Johnson J.E, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid 1, hal 134

219) Ir. Sudirman Indra, Msc, *teori dan penyelesaian soal-soal Konstruksi Baja I*, hal.14

$$3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,72 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,905 = 5,27 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,905 = 13,34 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

Menentukan jumlah baut (n)²²⁰⁾ :

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot p}}$$

dimana : Mu = momen ultimit

R = ϕ Rn (kekuatan desain yang menentukan)

P = jarak antar baut = 8 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 126668,042}{11222,626 \times 8}} = 2,90 \approx 6 \text{ buah}$$

Syarat :

$$L \geq \frac{P}{\phi F_u t}$$

$$4 \text{ cm} \geq \frac{23030,553/12}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,4}$$

$$4 \text{ cm} \geq 0,351 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.14

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut²²¹⁾

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq R_{ut}$$

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 16186,479 \text{ Kg}$$

$$R_{ut} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$16186,479 \text{ Kg} \geq \frac{126668,042 \times 51,35}{(4^2 + 12^2 + 20^2 + 28^2 + 43,35^2 + 51,35^2)}$$

$$18062,026 \text{ kg} \geq 1110,340 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut²²²⁾

$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

$$\phi_v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 22445,221 \text{ Kg}$$

$$R_{uv} = \text{Beban tarik faktor baut} : \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

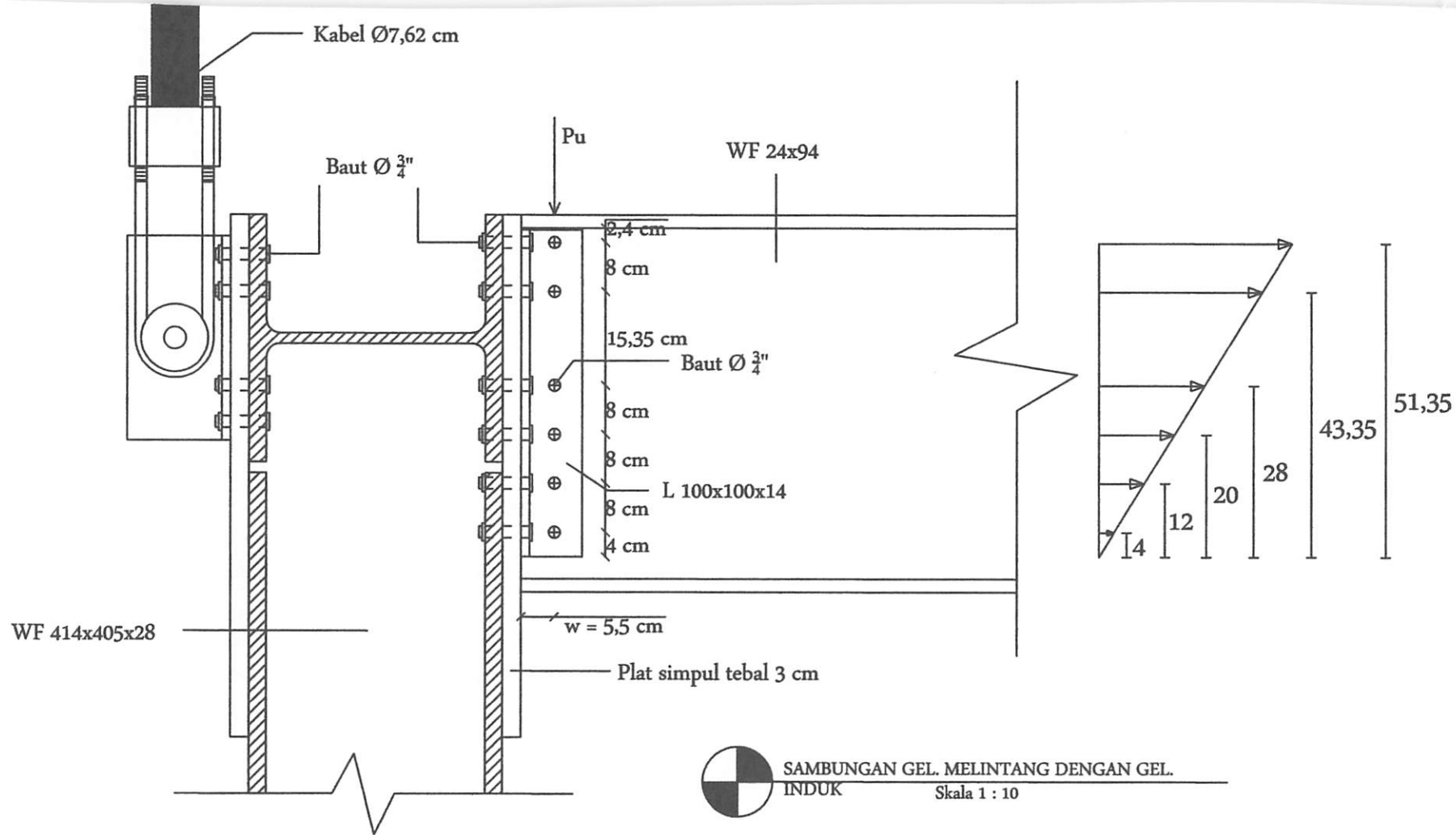
$$\phi_v \cdot R_{nv} \geq \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$


$$22445,221 \text{ Kg} \geq \frac{23030,553}{6}$$

$$22445,221 \text{ Kg} \geq 3838,426 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

221) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201

222) S. G. Charles dan Johnson J.E, Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, hal 201



	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAIDI WATTIHELW NIM : 05.21.075			
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : SAMBUNGAN GELAGAR MELINTANG DENGAN GELAGAR INDUK		DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
			TANGGAL : JULY 2010		()	()
			No Gambar : 17		()	()
			Skala : 1 : 10		()	()

3.10 PERHITUNGAN PERLETAKAN

Data perencanaan :

Bentang jembatan = 92 meter

Tegangan ijin BJ-52 = 3600 kg/cm^2

Tegangan ijin bantalan baja = 100 kg/cm^2

Support reaksi :

Perletakan rol :

Joint 69 = 423500 kg

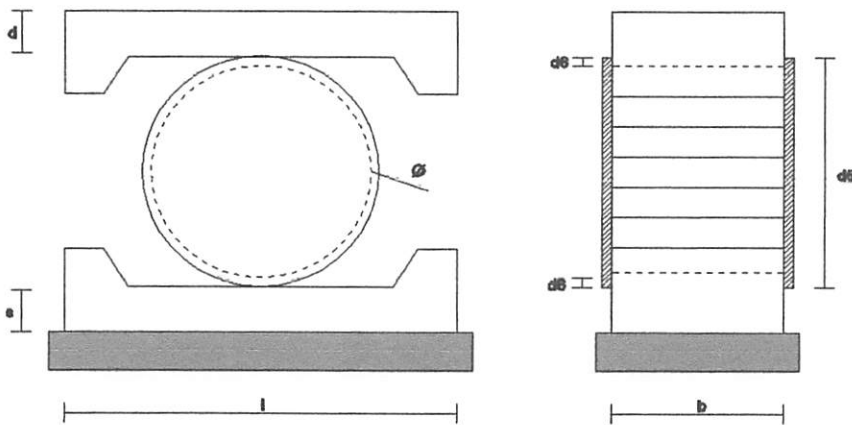
Joint 260 = 423500 kg

Perletakan sendi :

Joint 68 = 425070,38 kg

Joint 258 = 425051,06 kg

❖ **Perhitungan Perletakan Rol**



Gambar 3.43 Perletakan rol

Direncanakan tumpuan rol sebagai berikut :

$$\sigma_d = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\sigma_d}$$
$$= \frac{423500}{100} = 4235 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{luas} = 50 \times 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 423500 \text{ kg}$$

A. Tebal Bantalan

$$d = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : d = Tebal kursi

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

P = gaya yang bekerja

$$d = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 423500 \cdot 100}{50 \cdot 3600}}$$

$$= 13,28 \approx 14 \text{ cm}$$

B. Tebal Kursi

$$s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : s = Tebal bantalan

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm^2)

P = gaya yang bekerja

$$s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 423500 \cdot 100}{50 \cdot 3600}}$$
$$= 13,28 \approx 14 \text{ cm}$$

C. Garis Tengah Rol

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{l \cdot (\phi \cdot f_u)^2}$$

Dimana : d_4 = Garis tengah rol (cm)

$\phi = 0,9$

f_u = tegangan putus untuk A529 = $8500 \text{ kg}/\text{cm}^2$

P = gaya yang bekerja (kg)

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{423500}{100 \cdot (0,9 \cdot 8500)^2}$$
$$= 47,79 = 48 \text{ cm}$$

D. Tebal Bibir Rol

d_6 = direncanakan 2,5 cm

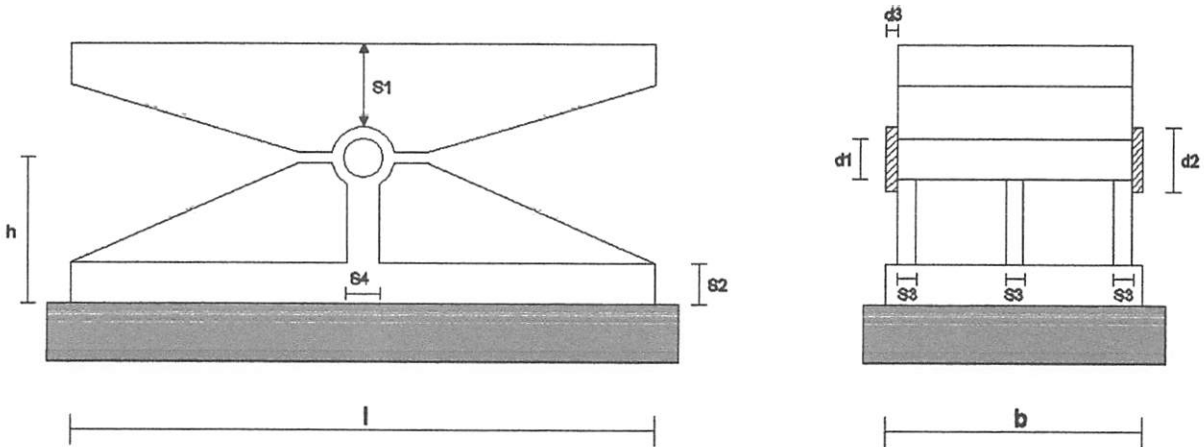
E. Tinggi Total Rol

$$\begin{aligned}
 d_5 &= d_4 + 2 \cdot d_6 \\
 &= 48 + 2 \cdot 2,5 \\
 &= 53 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

F. Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{430100}{5000} \\
 &= 86,02 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{OK}
 \end{aligned}$$

❖ **Perhitungan Perletakan Sendi**



Gambar 4.44 Perletakan sendi

Direncanakan tumpuan rol sebagai berikut :

$$\sigma_d = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\sigma_d}$$

$$= \frac{425070,38}{100} = 4250,70 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{luas} = 50 \times 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 425070,38 \text{ kg}$$

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Mutu baja BJ-52)}$$

A. Tebal Bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : s = Tebal bantalan (cm)

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

P = gaya yang bekerja

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 425070,38 \cdot 100}{50 \cdot 3600}}$$

$$= 13,31 \approx 14 \text{ cm}$$

B. Mencari Nilai S₂, S₃, S₄, S₅

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot P_u \cdot l$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 425070,38 \cdot 100$$

$$= 5313379,75 \text{ kg.cm}$$

$$W = \frac{Mu}{\phi \cdot fy}$$

$$= \frac{5313379,75}{0,9 \cdot 3600}$$

$$= 1639,932 \text{ cm}^3$$

Untuk harga S_2 , S_3 , S_4 , dipakai Muller Breslaw :

Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{b}{a \cdot S_3}$	W
3	4	$0,2222 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
4	4,2	$0,2251 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
5	4,6	$0,2286 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
6	5	$0,2315 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$

Sumber : H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan : 249

Diambil, $\frac{h}{S_2} = 4$, $\frac{b}{a \cdot S_3} = 4,2$

Dipakai jumlah rusuk (a) = 4

$$\frac{h}{S_2} = 4$$

$$\frac{b}{a \cdot S_3} = 4,2$$

$$S_3 = \frac{50}{4 \cdot 4,2} = 2,38 \approx 3 \text{ cm}$$

$$S_2 = \frac{h}{4}$$

Mencari nilai h dipakai rumus :

$$\begin{aligned} W &= 0,2251 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3 \\ &= 0,2251 \cdot 4 \cdot h^2 \cdot 3 \end{aligned}$$

$$W = 2,701 \cdot h^2$$

$$1639,932 = 2,701 \cdot h^2$$

$$h^2 = \frac{1639,932}{2,701} = 607,158$$

$$h = \sqrt{607,158} = 24,64 \approx 25 \text{ cm}$$

Maka :

$$S_2 = \frac{h}{4} = \frac{25}{4} = 6,25 \approx 7 \text{ cm}$$

$$S_4 = \frac{h}{6} = \frac{25}{6} = 4,16 \approx 5 \text{ cm}$$

C. Jari-jari sumbu sedi

$$r = \frac{0,8 \cdot P}{\phi \cdot f_y \cdot l}$$

Dimana : r = jari-jari engsel sendi (cm)

F_y = Tegangan ijin bantalan baja (kg/cm²)

$$\phi = 0,9$$

L = Panjang bantalan rancangan (cm)

P = gaya yang bekerja (kg)

$$r = \frac{0,8 \cdot 425070,38}{0,9 \cdot 3600 \cdot 100}$$

$$= 1,050$$

$d_1 = 2 \cdot r = 2 \cdot 1,050 = 2,1 \text{ cm}$, karena d_1 minimal = 7 cm, maka dipakai $d_1 = 7 \text{ cm}$

$$d_3 = \frac{1}{4} \cdot d_1$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,75 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

$$d_2 = d_1 + 2 \cdot 2$$

$$= 7 + 4$$

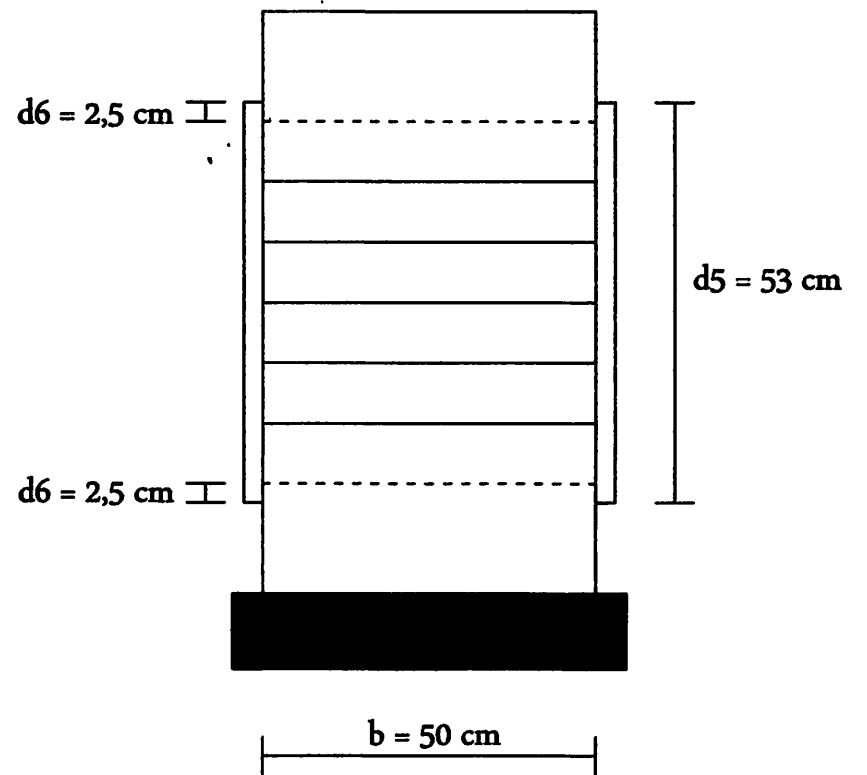
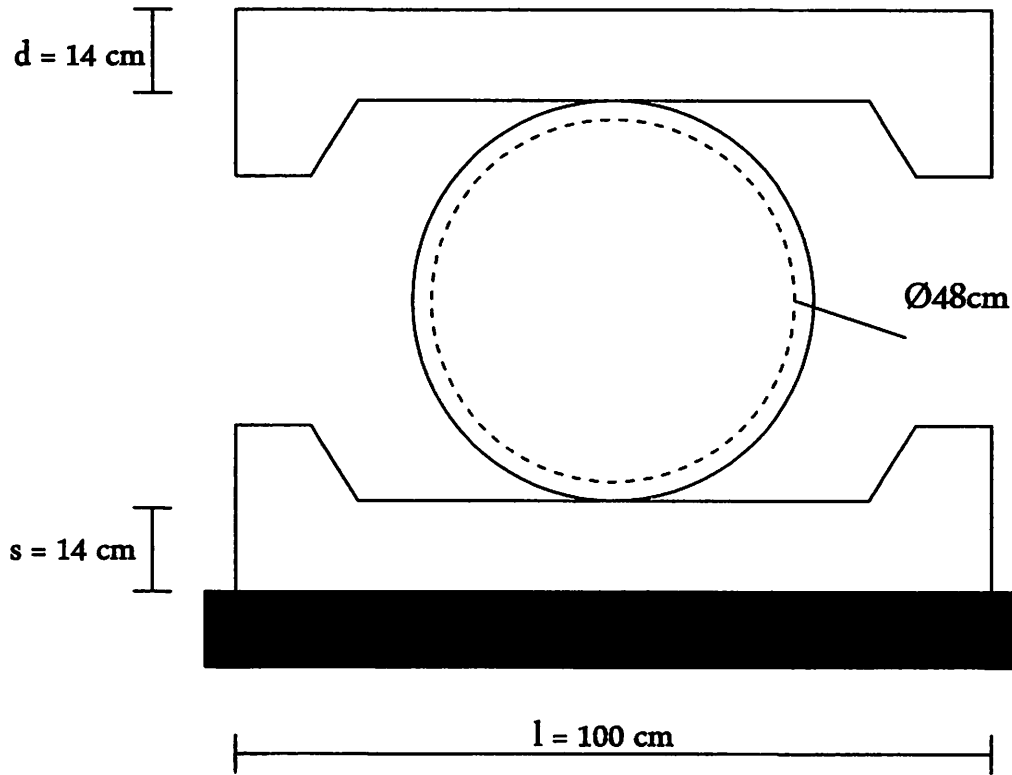
$$= 11 \text{ cm}$$

D. Kontrol tegangan kursi

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

$$= \frac{404881,75}{5000}$$

$$= 80,98 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{OK}$$



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN
ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck)
PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN
KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK

URAIAN :

DIGAMBAR : M. DJUNAI DI WATTIHEL U

NIM : 05.21.075

NAMA GAMBAR :
TUMPUAN ROL

DOSEN
PEMBIMBING 1 :

DOSEN
PEMBIMBING 2 :

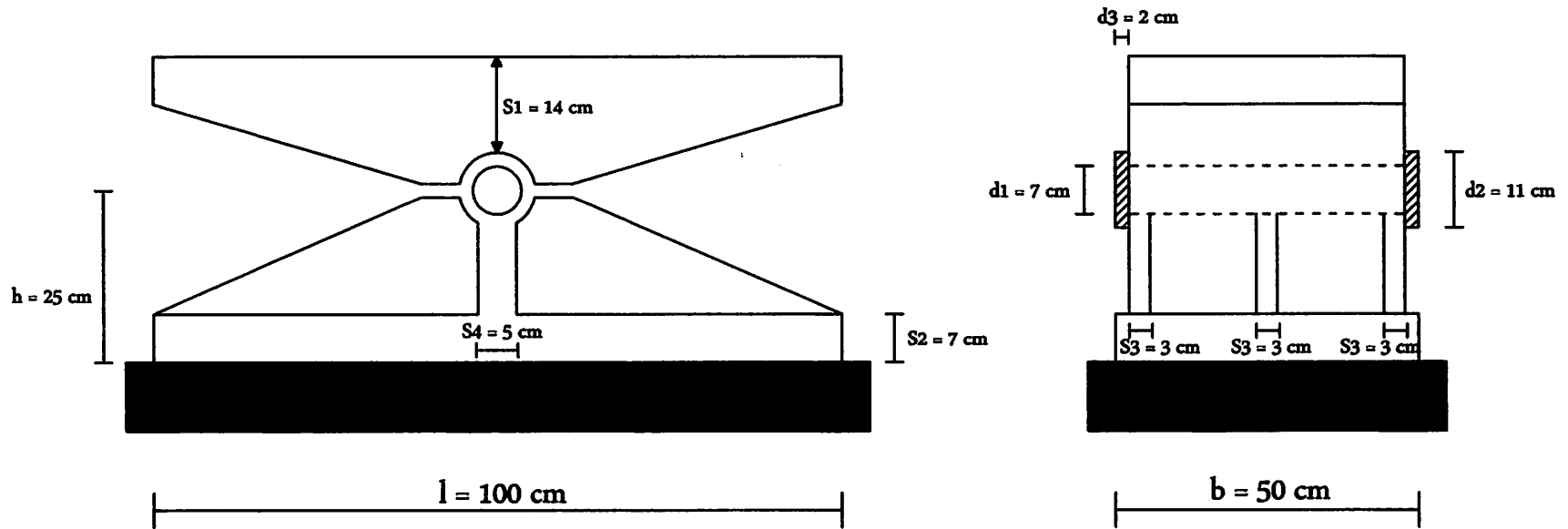
TANGGAL : JULY 2010


No Gambar : 13

Skala : 1 : 10

()

()

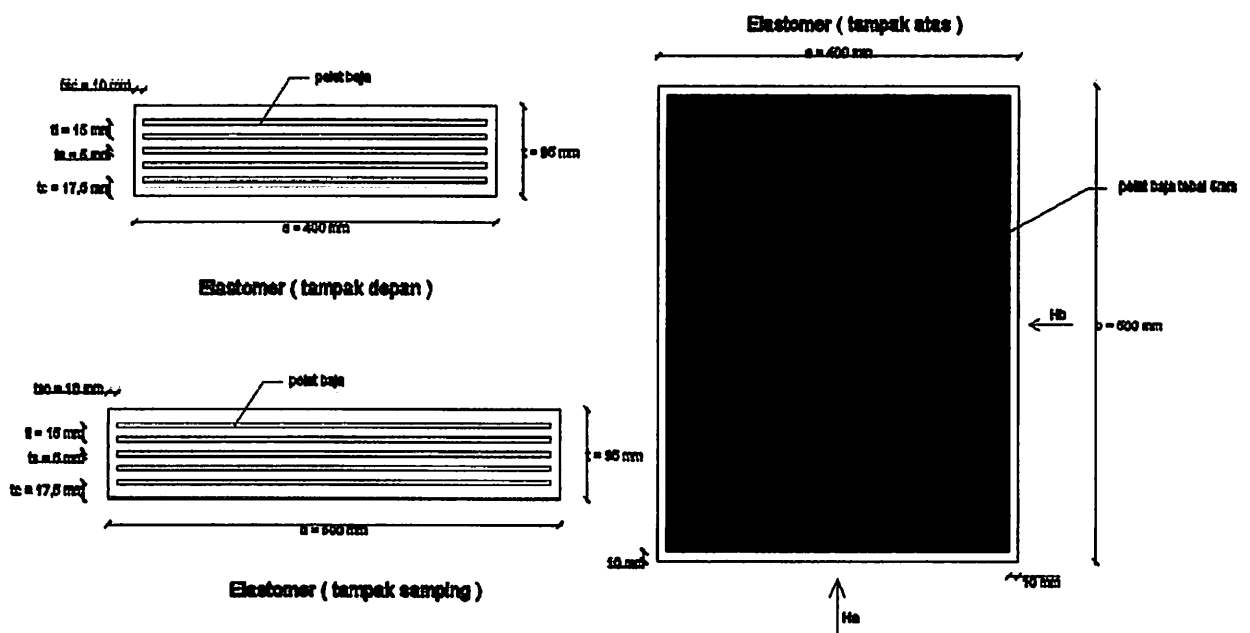


	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAIDI WATTIHELW NIM : 05.21.075			
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : TUMPUAN SENDI		DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
			TANGGAL : JULY 2010		()	()
			No Gambar : 14		()	()
		Skala : 1 : 25				

❖ **Perencanaan Perletakan Menggunakan Bearing Ped (elastomer)**

Perencanaan Elastomer :

- Durometer hardens IRHD = 70⁰C
- Shear modulus (G) = 1,2 MPa (BMS Tabel 8.1)
- Bulk modulus (B) = 2000 MPa (BMS Tabel 8.1)
- Panjang elastomer (a) = 400 mm
- Lebar elastomer (b) = 500 mm
- Tebal elastomer (t) = 95 mm
- Tebal selimut (tc) = 17,5 mm
- Tebal lapisan dalam (tl) = 15 mm
- Tebal pelat baja (ts) = 5 mm, n = 5 lapis
- Side cover thickness (tsc) = 10 mm (BMS Tabel 8.1)
- Luas daerah total karet (Ar) = {(a - 2 . tsc) x (b - 2 . tsc)}
- = {(400 - 2 . 10) x (500 - 2 . 10)}
- = 182400 mm²



Gambar 4.45 Perletakan Elastomer

1. The following are the main components of a typical...

1. The following are the main components of a typical...

- (a) ...
- (b) ...
- (c) ...
- (d) ...
- (e) ...
- (f) ...
- (g) ...
- (h) ...
- (i) ...
- (j) ...
- (k) ...
- (l) ...
- (m) ...
- (n) ...
- (o) ...
- (p) ...
- (q) ...
- (r) ...
- (s) ...
- (t) ...
- (u) ...
- (v) ...
- (w) ...
- (x) ...
- (y) ...
- (z) ...

2. The following are the main components of a typical...



The following are the main components of a typical...

(a) ...

(b) ...

(c) ...

(d) ...

(e) ...

(f) ...

(g) ...

(h) ...

(i) ...

(j) ...

(k) ...

(l) ...

(m) ...

(n) ...

(o) ...

(p) ...

(q) ...

(r) ...

(s) ...

(t) ...

(u) ...

(v) ...

(w) ...

(x) ...

(y) ...

(z) ...

Kontrol elastomer :

1. Faktor Bentuk

$$S = \frac{Ar}{P \cdot te}$$

Dimana : Ar = luas permukaan terikat

P = keliling permukaan terikat

te = tebal efektif lapisan elastomer

= $t_1 = 15$ mm ...untuk lapisan dalam

= $1,4 \cdot t_2$

= $1,4 \cdot 15 = 21$ mm ...untuk lapisan selimut

Syarat perletakan laminasi : $4 < S < 12$

$$\begin{aligned} \text{Faktor bentuk } S &= \frac{182400}{\{2 \cdot (380 + 480)\} \cdot 15} \\ &= 7,07 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

2. Persyaratan Perencanaan

A. Regangan geser tekan ϵ_{sc}

$$\delta_a = \frac{H a \cdot t}{Ar \cdot G}$$

$$\delta_b = \frac{H b \cdot t}{Ar \cdot G}$$

Dimana : $\delta_a = \delta_b =$ simpangan geser max. tangensial pada permukaan tumpuan dalam arah dimensi a dan b akibat gerakan struktur dan gaya tangensial.

Ar = seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

G = modulus geser (MPa)

t = tebal total elastomer (mm)

Ha = P gempa longitudinal (N)

Hb = P gempa transversal (N)

$$\delta a = \frac{150884,10 \cdot 95}{182400 \cdot 1,2} = 65,488 \text{ mm}$$

$$\delta b = \frac{293656,8 \cdot 95}{182400 \cdot 1,2} = 127,455 \text{ mm}$$

Aeff = luas daerah efektif perletakan ... (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.1.d)

$$= A \left(1 - \frac{\delta a}{a} - \frac{\delta b}{b}\right)$$

$$= 182400 \left(1 - \frac{65,488}{400} - \frac{127,455}{900}\right)$$

$$= 106041,862 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon c = \frac{V_{max}}{3 \cdot A_{eff} \cdot G \cdot (1 + 2 \cdot S^2)}$$

$$= \frac{383869,6}{3 \cdot 106041,862 \cdot 1,2 \cdot (1 + 2 \cdot 7,07^2)}$$

$$= 0,00996$$

$$\epsilon_{sc} = 6 \cdot S \cdot \epsilon c$$

$$= 6 \cdot 7,07 \cdot 0,00996$$

$$= 0,422$$

B. Regangan geser tekan ϵ_{sr}

Gaya vertical 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)

C. Regangan geser tangensial esh

$$\epsilon_{sh} = \frac{\delta a}{t} = \frac{65,488}{95} = 0,68$$

untuk membatasi distorsi tangensial dan agar ujung perletakan menggelinding seminimum mungkin atas kecenderungan pelat baja untuk melentur, syarat yang harus dipenuhi adalah pasal (8.3.6.3) :

nilai regangan geser maksimum ijin :

$$A_{eff} \leq 0,9 \cdot A_r$$

$$106041,862 \text{ mm}^2 \leq 0,9 \cdot 182400 \text{ mm}^2$$

$$106041,862 \text{ mm}^2 \leq 164160 \text{ mm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$\text{Dan } \epsilon_{sh} \leq 0,7$$

$$0,68 \leq 0,7 \quad \dots\text{OK}$$

Syarat untuk menjamin bahwa regangan geser total yang berkembang tidak berlebihan berdasarkan pasal 8.3.6.1 adalah :

$$\epsilon_{sh} + \epsilon_{sr} + \epsilon_{sc} \leq \frac{2,6}{\sqrt{G}}$$

$$0,68 + 0 + 0,422 \leq \frac{2,6}{\sqrt{1,2}}$$

$$1,102 \leq 2,375 \quad \dots\text{OK}$$

3. Persyaratan tegangan tekan rata-rata (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.2)

$$\frac{V_{max}}{A_r} \leq 15 \text{ MPa} \rightarrow \text{Perletakan laminasi}$$

$$\frac{383869,6}{182400} \leq 15 \text{ MPa}$$

$$2,104 \text{ MPa} \leq 15 \text{ MPa} \quad \dots\text{OK}$$

4. Perletakan Stabilitas Perletakan (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.5)

$$\frac{V_{max}}{A_{eff}} \leq \frac{2.b.G.S}{3.t}$$

$$\frac{383869,6}{106041,862} \leq \frac{2.500.1,2.7,07}{3.95}$$

$$3,620 \text{ MPa} \leq 29,768 \text{ MPa} \quad \dots\text{OK}$$

5. Persyaratan tebal minimum pelat baja (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.6)

Tebal pelat baja $t_s = 5$,dengan $f_y = 360 \text{ MPa}$

Syarat 1 :

$$t_s \geq 3 \text{ mm}$$

$$5 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm} \quad \dots\text{OK}$$

$$t_s \geq \frac{3.V_{max}.t_l}{A_r.f_y}$$

$$t_s \geq \frac{3.383869,6.15}{182400.360}$$

$$5 \text{ mm} \geq 0,263 \text{ mm} \quad \dots\text{OK}$$

6. Persyaratan penahan perletakan (berdasarkan BMS pasal 8.3.6.6)

- Kombinasi beban

$$H' < 0,1 \cdot [V_{max} + 3 \cdot A_{eff} \cdot 0,001]$$

$$H' = \text{beban gempa horizontal terbesar} = 345105,6 \text{ N}$$

$$345105,6 \text{ N} < 0,1 \cdot [383869,6 + 3 \cdot 106041,862 \cdot 0,001]$$

$$345105,6 \text{ N} < 384187,726 \text{ N} \quad \dots\text{OK}$$

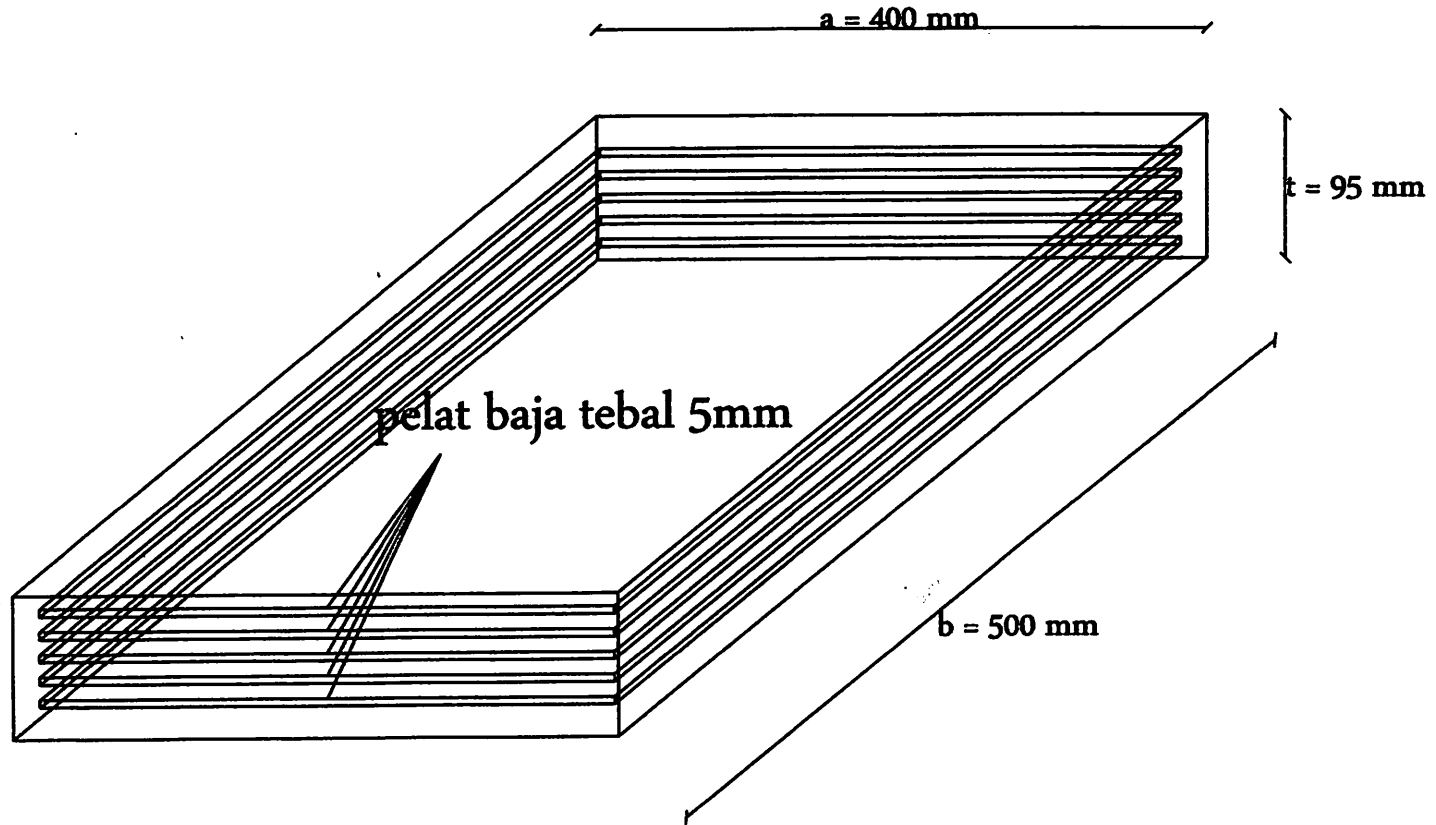
- Beban permanen


$$\frac{V_{max}}{A_{eff}} \geq 2 \text{ MPa}$$

$$\frac{383869,6}{106041,862} \geq 2 \text{ MPa}$$

$$3,620 \text{ MPa} \geq 2 \text{ MPa} \quad \dots\text{OK}$$

Jadi elastomer berukuran 400x500 mm dapat dipakai.



	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : M. DJUNAIDI WATTIHELW NIM : 05.21
	SKRIPSI STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN ATAS TYPE JEMBATAN PELENGKUNG (Lower Deck) PADA JEMBATAN KONANG MUNJUNGAN KEC.PANGGUL-KAB.TRENGGALEK		NAMA GAMBAR : ELASTOMER BEARING PADS
			TANGGAL : JULY 2010
			No Gambar : 8
			Skala : 1 : 5

075

DOSEN
PEMBIMBING 1:

DOSEN
PEMBIMBING 2:

()

()

BAB IV
PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN

4.1 PROFIL BAJA

Nama	Jenis Profil/Diameter	Berat Profil (kg/m)	Panjang Bentang (m)	Berat (kg)
Gelagar Memanjang	W12x40	59,53	460	27383,80
Gelagar Melintang	W24x94	139,9	216	30218,40
Gelagar Induk (Pelengkung)	WF414x405x28	232	867,25	201202
Gelagar Pengaku (Type Waren)	WF414x405x28	233	589,99	137467,67
Ikatan Angin Atas	JL 90x90x9	12,2	455,07	5551,85
	WF250x250x14	72,4	216	15638,40
Ikatan Angin Bawah	JL 90x90x9	12,2	433,35	5286,87
	WF250x250x14	72,4	18	1303,20
Pipa Sandaran	φ76,3 mm	5,08	368	1869,44
Kabel	φ76,2 mm	12,5	214,26	2678,25
Berat Total				428599,88

4.2 Kebutuhan Baut

a. Sambungan gelagar memanjang dan melintang

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 3/4''$
- Jumlah titik simpul = 120
- Jumlah baut tiap simpul = $3 + (3 \times 2)$
- Jumlah baut = 120×9
= 1080 buah

b. Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk (rangka warena)

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 3/4''$
- Jumlah titik simpul = 48
- Jumlah baut tiap simpul = $6 + (6 \times 2) = 18$
- Jumlah baut = 48×18
= 864 buah

c. Sambungan simpul ikatan angin atas

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 23
- Jumlah baut tiap simpul = $4 \times 4 = 16$
- Jumlah baut = 23×16
= 368 buah

d. Sambungan simpul ikatan angin atas dengan gelagar induk (pelengkung)

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 48
- Jumlah baut tiap simpul = $4 \times 2 = 8$

- Jumlah baut = 8 x 48
= 384

e. Sambungan simpul ikatan angin bawah

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 22
- Jumlah baut tiap simpul = 4 x 4 = 16
- Jumlah baut = 22 x 16
= 352

f. Sambungan simpul ikatan angin bawah dengan gelagar pengaku (warena)

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 23
- Jumlah baut tiap simpul = 8
- Jumlah baut = 23 x 8
= 184 buah

g. Sambungan gelagar induk

▪ **Gelagar Pengaku (Tipe Warena)**

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 3/4''$
- Jumlah titik simpul = 4 (tepi) dan 86 (tengah)
- Jumlah baut tiap simpul = 104 dan 128
- Jumlah baut = (4 x 104) + (86 x 128)
= 11424 buah

▪ **Pelengkung**

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 3/4''$
- Jumlah titik simpul = 8 (tepi) dan 172 (tengah)
- Jumlah baut tiap simpul = 135 dan 192
- Jumlah baut = $(8 \times 135) + (172 \times 192)$
= 34104 buah

▪ **Kabel**

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 3/4''$
- Jumlah titik simpul = 88
- Jumlah baut tiap simpul = 6
- Jumlah baut = 88×6
= 528 buah

4.3 Kebutuhan Beton

a. Volume beton

- Lantai kendaraan = $0,25 \times 7 \times 92$ = 161 cm^3
- Trotoir = $0,55 \times 1 \times 92 \times 2$ = $101,2 \text{ cm}^3$
- Tegel dan spesi = $0,05 \times 1 \times 92 \times 2$ = $9,2 \text{ cm}^3$
- Aspal = $0,08 \times 7 \times 92$ = $51,2 \text{ cm}^3$

b. Kebutuhan tulangan

1 lonjor = 12 m

- Tulangan pokok D16 – 200 mm

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{92}{0,20} \times 9 \right) + \left(\frac{92}{0,20} \times 9 \right) + \left(\frac{92}{0,20} \times 2 \right) \right]$$

$$= 9200 \text{ meter}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan} = \frac{9200}{12}$$

$$= 766,7 \text{ lonjor}$$

- Tulangan bagi $\emptyset 12 - 250 \text{ mm}$

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{92}{0,25} \times 9 \right) + \left(\frac{92}{0,25} \times 9 \right) + \left(\frac{92}{0,25} \times 2 \right) \right]$$

$$= 7360 \text{ meter}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan} = \frac{7360}{12}$$

$$= 613,3 \text{ lonjor}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan plat lantai kendaraan :
 - Tabal plat beton : 250 mm
 - Dipakai tulangan pokok : D16 – 200 mm
 - Dipakai tulangan bagi : ϕ 12 – 250 mm
2. Pada perencanaan gelagar memanjang :
 - Dipakai profil : WF 12 x 40
 - Berat total profil : 27383,80 kg
3. Pada perencanaan gelagar melintang :
 - Dipakai profil : WF 24 x 94
 - Berat total profil : 30218,40 kg
4. Pada perencanaan gelagar induk (pelengkung) :
 - Dipakai profil : WF 414x405x28
 - Berat total profil : 201202 kg
5. Pada perencanaan gelagar Pengaku (Waren) :
 - Dipakai profil : WF 414x405x28
 - Berat total profil : 137467,67 kg

6. Pada perencanaan ikatan angin atas :

- Dipakai profil : JL 90x90x9 dan WF250x250x14
- Berat total profil : 5551,85 kg dan 15638,40 kg

7. Pada perencanaan ikatan angin bawah :

- Dipakai profil : JL 90x90x9 dan WF250x250x14
- Berat total profil : 5286,87 kg dan 1303,20kg

8. Pada kabel hanger :

- Dipakai kabel : 4 x Ø 1"
- Berat total profil : 2687,25 kg

9. Pada perhitungan perletakan jembatan :

Sendi :

- b : 50 cm
- l : 100 cm

Rol :

- b : 50 cm
- l : 100 cm

10. Rasio tegangan Baja :

- Batang tekan :
Maksimum : 0,833
Minimum : 0,002
- Batang tarik :
Maksimum : 0,339
Minimum : 0,007

Berdasarkan hasil uraian diatas dari analisa perencanaan, maka penyusun dapat menyimpulkan :

1. Pada perencanaan Jembatan Pelengkung (lower deck), dengan menggunakan metode LRFD dihasilkan konstruksi yang kuat didalam menahan beban ultimate karena ratio antara tegangan baja dan tegangan ijin yang paling maksimum adalah $0,833 < 1$.
2. Untuk mempermudah dalam proses penyambungan maka digunakan profil dengan ukuran yang sama untuk sambungan batang batang gelagar hal ini mengakibatkan ratio tegangan ijin baja dan beban ultimate yang bekerja pada jembatan kecil, terutama ratio pada batang tarik gelagar induk.
3. Pada perencanaan jembatan pelengkung (lowerdeck) digunakan program Staad Pro 2004 dalam menganalisa struktur, dari hasil analisa kita memperoleh hasil output yang lengkap berupa gaya batang, momen yang terjadi serta rekasi tumpuan.

5.2 Saran

Saran penulis adalah sebagai berikut :

1. Jembatan dengan bentang panjang (60 m-120 m) sebaiknya menggunakan jembatan pelengkung (lowerdeck) 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.
3. Untuk penyempurnaan penulisan skripsi ini penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim., (2000). *Departemen Pekerjaan Umum, peraturan perencanaan jembatan (BMS 1992)*, Direktorat Bina Program Jalan Binamarga.

Anonim., (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI-03-1729-2002*.

Anonim., (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI-03-2847-2002.*, Penerbit ITSpress.

Bethlehem. *Roof Cable Struktur*

Salmon C. G dan Johnson J. e, (1994). *Struktur Baja Disain Dan Perilaku I dan II*, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama,

Salmon C. G dan Johnson J. e, (1994). *Struktur Baja Disain Dan Perilaku*, edisi ke-dua,

Jakarta : Erlangga.

Setiawan Agus, (2008), *Perncanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*,

Jakarta, Erlangga

Steinmen, *Suspension Bridge I*, Terjemahan Ir. Hannis Burhan, Bandung. Laboratorium Konstruksi Baja ITB Bandung

Struyk, H. J. dan Van Der Ven, K. H. C. W. Prof. Ir. 1995. *Jembatan*, terjemahan Soemargono, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Supriadi, Bambang. *Jembatan Edis-pertama*. Jakarta: Erlangga

LAMPIRAN

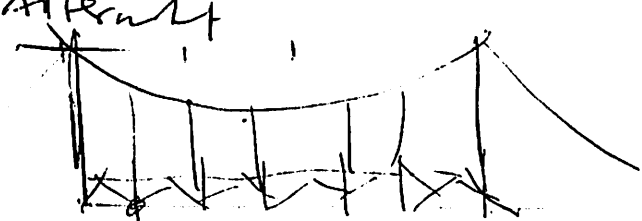


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Djunaedi Wattiheluw
 NIM : 05.21.075
 Jurusan : Teknik Sipil S-1
 Tugas : SKRIPSI
 Pembimbing : Ir, H. Sudirman Indra, MSc.

No.	Tanggal	Keterangan	T.Tangan
		<p>① Alternatif</p> 	
	14/08/07	<p>②. Cara lain ket y pabri: q cable q Rynh Baji Bar. Kekerkian q Andu</p>	✗
	2/07/07	<p>Lawyke y. Pabrik myyuh Elastomer. dnyjth. - joint Sijul p br. Hto. Ketchal pdrA sijul.</p>	✗



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Djuneidi Wattiheluw
NIM : 05.21.075
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Tugas : SKRIPSI
Pembimbing : Ir, H. Sudirman Indra, MSc.

No.	Tanggal	Keterangan	T.Tangan
	28 07	- Perbaikan peris elastomer - juring lantai & cel. - Loyalka & gubuk ke lurus - perbaikan gubuk PT Peris sipil + ker. ket	
	29 07	Heure sigla 9. Maji	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Djunaidi Wattiheluw
 NIM : 05.21.075
 Jurusan : Teknik Sipil S-1
 Tugas : SKRIPSI
 Pembimbing : Yosimson P. Manaha, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	T.Tangan
1.	18/02-10	<ul style="list-style-type: none"> - Buat teori pelat tautai - mutu bahan? di lapangan - cek tebal pelat tautai? & profil?? - perhitungan penulangan pelat sesuai dg yg ^{atau} terpasang. (tangga / bayloap / ulir / pelat). 	
2.	18/03-10.	<ul style="list-style-type: none"> - rumus pelat di buat lelekap. - pelat di hitung tulangan rangkap. 	
3.	03/04-10.	<ul style="list-style-type: none"> - perhitungan pelat di cek lagi. - perhit. tigas sandaran di cek Pu, & Mu, Vu. - perhit. perataan beban & defleksi membran cek, Mu, kontrol profil sesuai aturan SNI - 1729 - 2002 	
4.	14/04-10.	<ul style="list-style-type: none"> - sandaran cek arah gaya D & L, cek geser Vu get. membran - lanjut ke get. melintang (buat komposit) 	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Djunaidi Wattiheluw
NIM : 05.21.075
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Tugas : SKRIPSI
Pembimbing : Yosimson P. Manaha, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	T.Tangan
	08/05-10	- Cek lagi titik sandaran, ges. melintang paku elastis/ plastik - Ceyit baru.	
	20/05-10	- Jempuran raka hit sambung pel. memampang & melutaj - hit. Beban? qgl. induk	
	21/05-10	- hit. hit. Distribusi beban yg dipikul kabel dan rangka (presentasinya), - Ceyit (ceyit komputer).	
	25/06-10	- cek lagi truss atau frame Pd Rangka jembatan - cek distribusi beban \approx yg Beban Pd rangka saja & setrad di pasang kabel. - Ceyit desah penumpang qgl \approx induk.	
	28/06-10	- Rumus \approx paku satuan SII - Penempatan baut di cek lagi jarak \approx nya.	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Djunaidi Wattiheluw
NIM : 05.21.075
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Tugas : SKRIPSI
Pembimbing : Yosimson P. Manaha, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	T.Tangan
	07/07-10	<ul style="list-style-type: none">- Cet Cagi' Wit Sambungan- Surlungan pakau' cara analitis & cet lagi pelatsanaan y. penempatan baut & pelat simpul.- lanjutka	
	27/07-10	<ul style="list-style-type: none">- Sambungan \geq di Sempurnaaka, cek samb. Kabel.!- qbr pot. pelat simpul di buat yg lebih jelas. Pd A3- qbr Tumpuan dibuat dg skala- lanjut ke bab berikut & gambar \geq di A3.	
	31/07-10	<ul style="list-style-type: none">- qbr \geq di perjelas lagi- qbr \geq di perbaiki.- qbr \geq di atur di A3 spy lebih jelas.	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Muhammad Djunaidi Wattiheluw
N I M : 05.21.075
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Tugas : SKRIPSI
Pembimbing : Yosimson P. Manaha, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	T.Tangan
	02/08-10	- sempurnakan gbr - siapkan power point seminar hasil.	
	04/08-10	- Dapat Materi Seminar Hasil. - Buat power point sel. Seminar hasil.	

```

) PLANE
P JOB INFORMATION
NAME PEMBEANAN
NEER DATE 22-Mar-10
JOB INFORMATION
T WIDTH 79
' METER KG
IT COORDINATES
1 0; 2 9 1 0; 3 1 1 0; 4 2.75 1 0; 5 4.5 1 0; 6 6.25 1 0; 7 8 1 0; 8 0 2 0;
2 0;
3ER INCIDENCES
3; 2 3 4; 3 4 5; 4 5 6; 5 6 7; 6 7 2; 7 1 8; 8 2 9;
INE MATERIAL START
PROPIC CONCRETE
.35e+009
SSON 0.17
SITY 2402.62
HA 1e-005
P 0.05
DEFINE MATERIAL
BER PROPERTY AMERICAN
O 5 PRIS YD 0.25 ZD 1
PRIS YD 0.55 ZD 1
BER PROPERTY AMERICAN
PRIS YD 0.2 ZD 0.2
STANTS
ERIAL CONCRETE MEMB 1 TO 8
PORTS
O 7 PINNED
D 1 BEBAN MATI
BER LOAD
UNI GY -2576
O 5 UNI GY -991.2
NT LOAD
FY -162.848
O 2 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 1)
BER LOAD
CON GY -10000 0.5
CON GY -10000 1
NT LOAD
: -150
: 150
O 4 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 2)
BER LOAD
CON GY -10000 0.5
NT LOAD
: 150
: -150
O 6 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 3)
BER LOAD
CON GY -10000 0.875
NT LOAD
: -150
: 150
O 7 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 4)
BER LOAD
CON GY -10000 1.5
CON GY -10000 0.5
NT LOAD
: -150
: 150
O 8 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 5)
BER LOAD
O 5 CON GY -10000 0.875
NT LOAD
: -150
: 150
O COMB 3 KOMBINASI 1 + BEBAN MATI
O 3 2 2
O COMB 5 KOMBINASI 2 + BEBAN MATI
O 3 4 2
O COMB 9 KOMBINASI 3 + BEBAN MATI
O 3 6 2
O COMB 10 KOMBINASI 4 + BEBAN MATI
O 3 7 2
O COMB 11 KOMBINASI 5 + BEBAN MATI
O 3 8 2

```

FORM ANALYSIS
SH

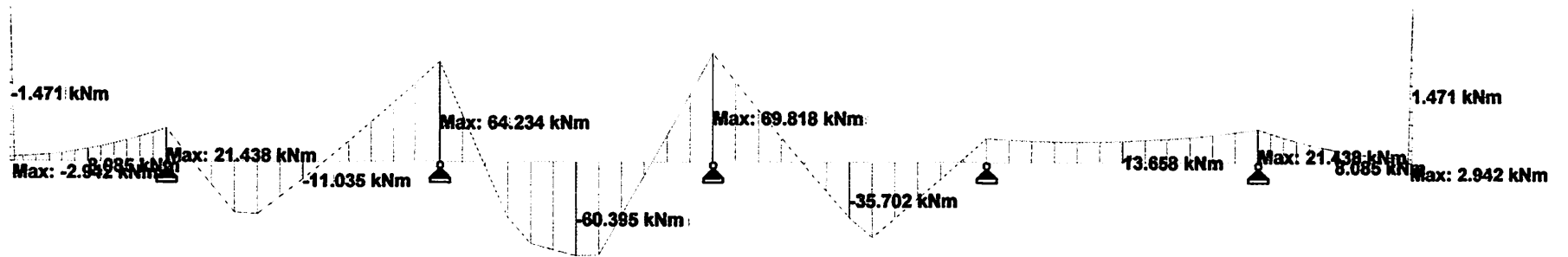


Software licensed to "PTB-PERACS"

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 22-Mar-10	Chd
File	PEMBEBANAN - REVISI	Date/Time 14-Sep-2010 21:44

Job Title **PEMBEBANAN**

Client



Y
Z-x

Load 3 : Bending Z
Moment - kNm

KOMBINASI 1

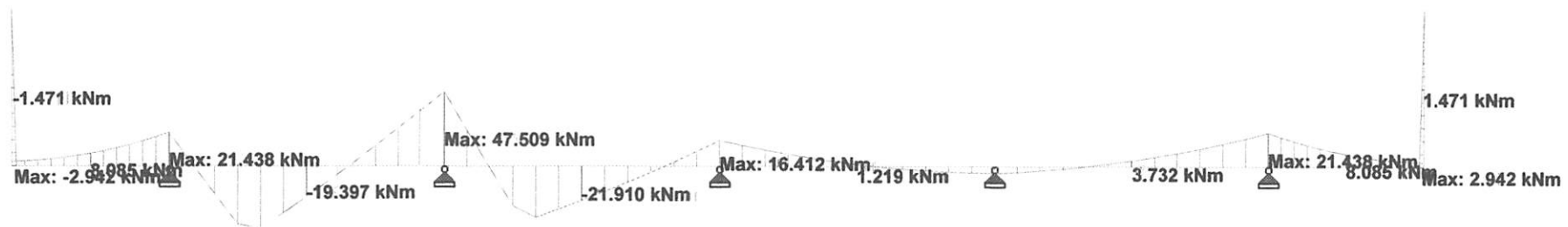


Software licensed to *ITB-PERACS*

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Date 22-Mar-10	Chd
Client	File PEMBEBANAN - REVISI	Date/Time 14-Sep-2010 21:44

Job Title PEMBEBANAN

Client



Y
Z-x

Load 5 : Bending Z
Moment - kNm



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No

Sheet No

3

Rev

Job Title **PEMBEBANAN**

Part

Ref

By

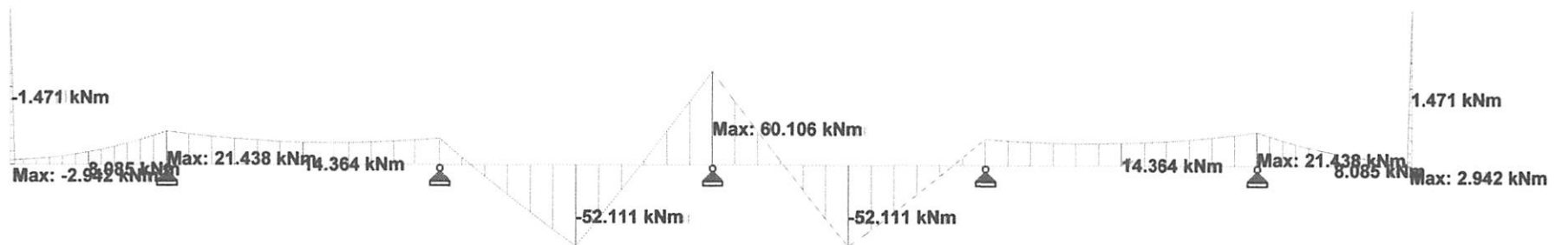
Date 22-Mar-10

Chd

Client

File **PEMBEBANAN - REVISI**

Date/Time 14-Sep-2010 21:44



Y
Z-X

Load 9 : Bending Z
Moment - kNm

KOMBINASI 3

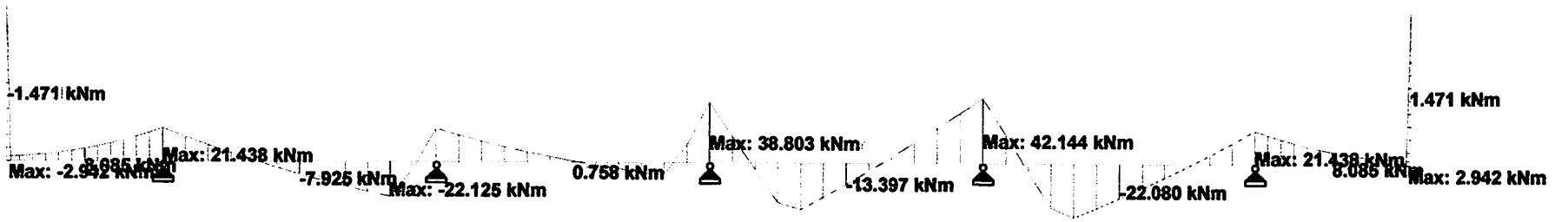


Software licensed to "PTB-PERACS"

Job No	Sheet No 4	Rev
Part		
Ref		
By	Date 22-Mar-10	Chd
Client	File PEMBEBANAN - REVISI	Date/Time 14-Sep-2010 21:44

Job Title **PEMBEBANAN**

Client



Y
Z-x

Load 10 : Bending Z
Moment - kNm



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No

Sheet No

5

Rev

Job Title **PEMBEBANAN**

Part

Ref

By

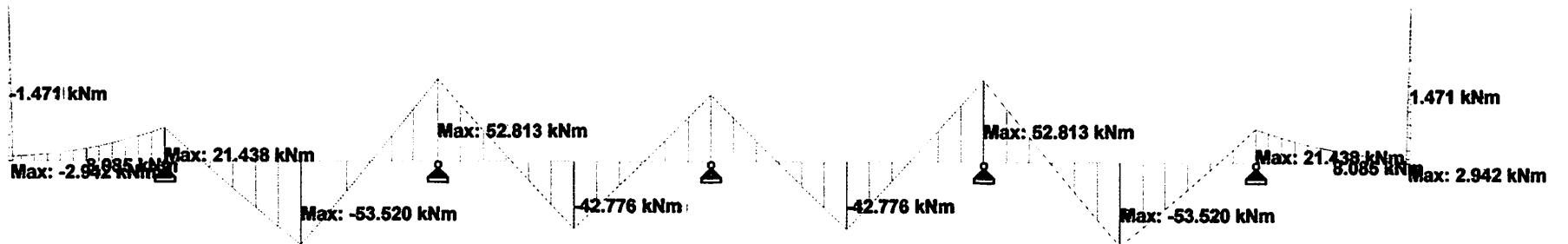
Date 22-Mar-10

Chd

Client

File **PEMBEBANAN - REVISI**

Date/Time 14-Sep-2010 21:44



Y
Z-X

Load 11 : Bending Z
Moment - kNm

```

) PLANE
[ JOB INFORMATION
NAME PEMBEBANAN
NEER DATE 22-Mar-10
JOB INFORMATION
T WIDTH 79
' METER KG
IT COORDINATES
1 0; 2 9 1 0; 3 1 1 0; 4 2.75 1 0; 5 4.5 1 0; 6 6.25 1 0; 7 8 1 0; 8 0 2 0;
2 0;
BER INCIDENCES
3; 2 3 4; 3 4 5; 4 5 6; 5 6 7; 6 7 2; 7 1 8; 8 2 9;
INE MATERIAL START
PROPIC CONCRETE
.35e+009
SSON 0.17
SITY 2402.62
HA 1e-005
P 0.05
DEFINE MATERIAL
BER PROPERTY AMERICAN
D 5 PRIS YD 0.25 ZD 1
PRIS YD 0.55 ZD 1
BER PROPERTY AMERICAN
PRIS YD 0.2 ZD 0.2
STANTS
ERIAL CONCRETE MEMB 1 TO 8
PORTS
D 7 PINNED
D 1 BEBAN MATI
BER LOAD
UNI GY -2576
D 5 UNI GY -991.2
NT LOAD
FY -162.848
D 2 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 1)
BER LOAD
CON GY -10000 0.5
CON GY -10000 1
NT LOAD
K -150
K 150
D 4 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 2)
BER LOAD
CON GY -10000 0.5
NT LOAD
K 150
K -150
D 6 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 3)
BER LOAD
CON GY -10000 0.875
T LOAD
-150
150
D 7 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 4)
ER LOAD
CON GY -10000 1.5
CON GY -10000 0.5
T LOAD
-150
150
D 8 BEBAN HIDUP (KOMBINASI 5)
ER LOAD
D 5 CON GY -10000 0.875
T LOAD
-150
150
D COMB 3 KOMBINASI 1 + BEBAN MATI
3 2 2
D COMB 5 KOMBINASI 2 + BEBAN MATI
3 4 2
D COMB 9 KOMBINASI 3 + BEBAN MATI
3 6 2
D COMB 10 KOMBINASI 4 + BEBAN MATI
3 7 2
D COMB 11 KOMBINASI 5 + BEBAN MATI
3 8 2

```

FORM ANALYSIS

3H



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title **PEMBEBANAN**

Ref

By

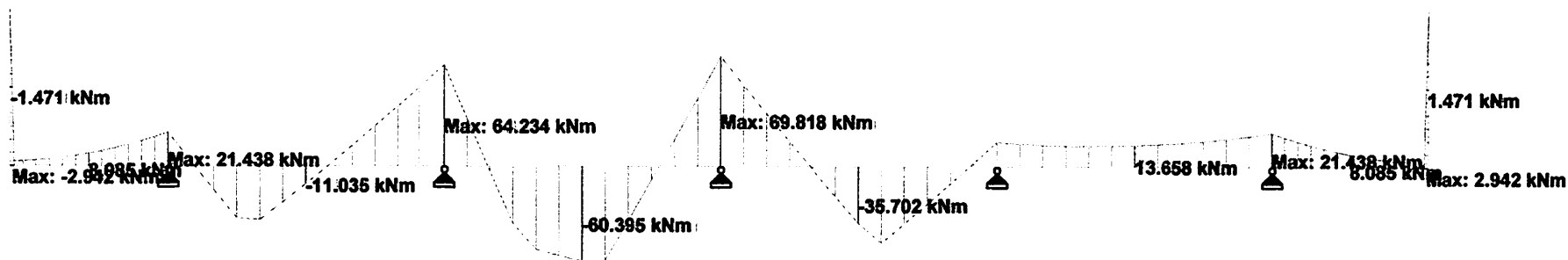
Date 22-Mar-10

Chd

Client

File **PEMBEBANAN - REVISI**

Date/Time 14-Sep-2010 21:44



Load 3 : Bending Z
Moment - kNm



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No

Sheet No

2

Rev

Job Title **PEMBEBANAN**

Part

Ref

By

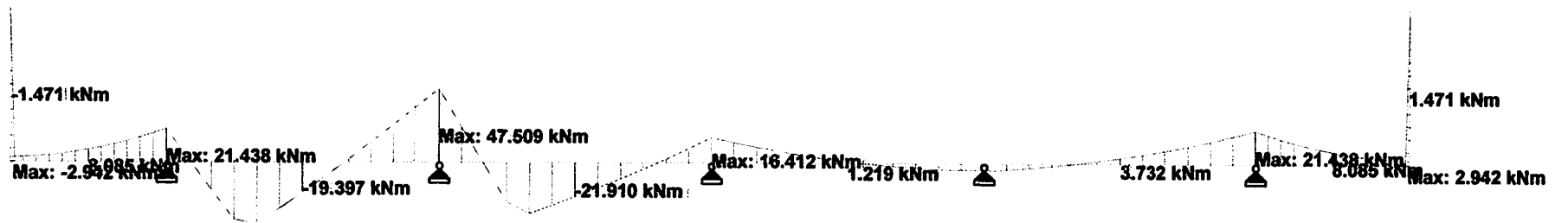
Date 22-Mar-10

Chd

Client

File **PEMBEBANAN - REVISI**

Date/Time 14-Sep-2010 21:44



Load 5 : Bending Z
Moment - kNm

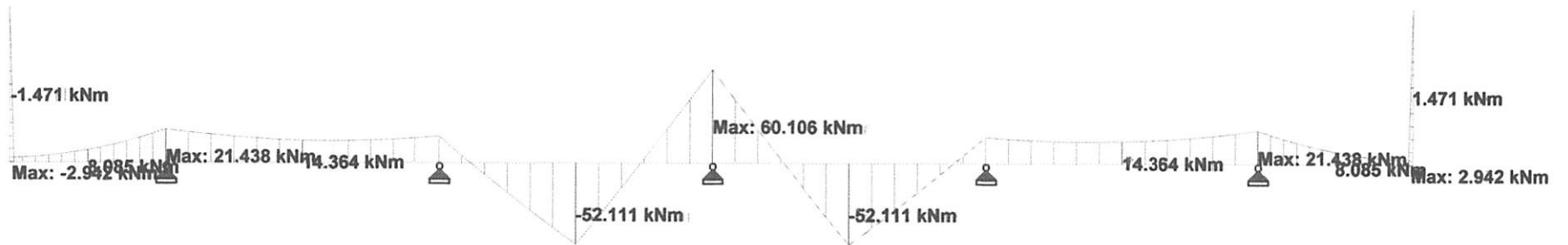


Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No	Sheet No 3	Rev
Part		
Ref		
By	Date 22-Mar-10	Chd
Client	File PEMBEBANAN - REVISI	Date/Time 14-Sep-2010 21:44

Job Title **PEMBEBANAN**

Client



Y
Z-x

Load 9 : Bending Z
Moment - kNm



Software licensed to "PTB-PERACS"

Job No

Sheet No

4

Rev

Job Title **PEMBEBANAN**

Part

Ref

By

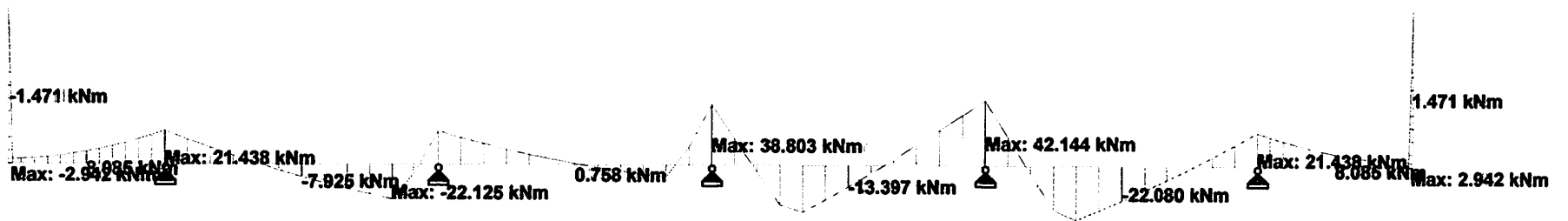
Date 22-Mar-10

Chd

Client

File **PEMBEBANAN - REVISI**

Date/Time 14-Sep-2010 21:44



Y
Z-x

Load 10 : Bending Z
Moment - kNm

KOMBINASI 4



Software licensed to *ITB-PERACS*

Job No

Sheet No

5

Rev

Part

Job Title **PEMBEBANAN**

Ref

By

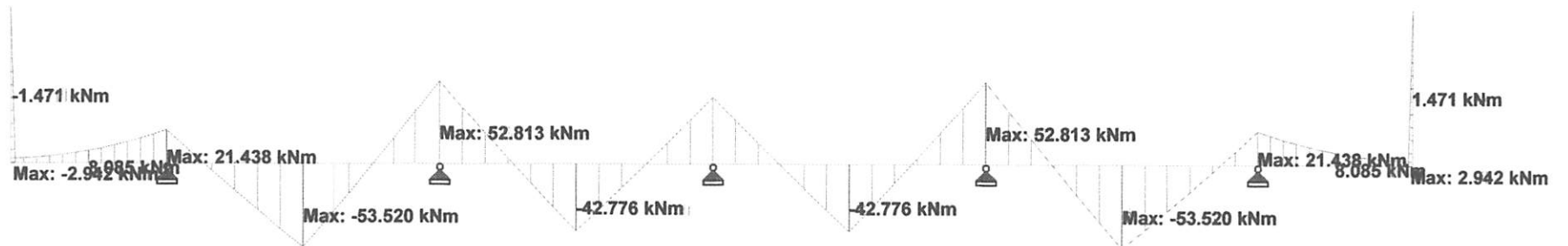
Date 22-Mar-10

Chd

Client

File **PEMBEBANAN - REVISI**

Date/Time 14-Sep-2010 21:44



Y
Z-X

Load 11 : Bending Z
Moment - kNm

T JOB INFORMATION

NEER DATE 19-Mar-10

JOB INFORMATION

T WIDTH 79

METER KG

T COORDINATES

1.408 0 -15.1733; 2 20.408 2.33 -15.1733; 3 24.408 0 -15.1733;
4.408 4.45 -15.1733; 5 28.408 0 -15.1733; 6 28.408 6.35 -15.1733;
7.408 0 -15.1733; 8 32.408 8.05 -15.1733; 9 36.408 0 -15.1733;
10.408 9.53 -15.1733; 11 40.408 0 -15.1733; 12 40.408 10.8 -15.1733;
13.408 0 -15.1733; 14 44.408 11.86 -15.1733; 15 48.408 0 -15.1733;
16.408 12.7 -15.1733; 17 56.408 13.76 -15.1733; 18 16.408 7.7 -15.1733;
19.408 9.25 -15.1733; 20 24.408 10.65 -15.1733; 21 28.408 11.92 -15.1733;
22.408 13.04 -15.1733; 23 36.408 14.03 -15.1733; 24 40.408 14.87 -15.1733;
25.408 15.58 -15.1733; 26 48.408 16.14 -15.1733; 27 52.408 13.34 -15.1733;
28.408 16.56 -15.1733; 29 56.408 16.84 -15.1733; 30 60.408 13.97 -15.1733;
31.408 16.98 -15.1733; 32 64.408 13.97 -15.1733; 33 108.408 7.7 -15.1733;
34.408 2.33 -15.1733; 35 104.408 9.25 -15.1733; 36 100.408 4.45 -15.1733;
37.408 10.65 -15.1733; 38 96.408 6.35 -15.1733; 39 96.408 11.92 -15.1733;
40.408 8.05 -15.1733; 41 92.408 13.04 -15.1733; 42 88.408 9.53 -15.1733;
43.408 14.03 -15.1733; 44 84.408 10.8 -15.1733; 45 84.408 14.87 -15.1733;
46.408 11.86 -15.1733; 47 80.408 15.58 -15.1733; 48 76.408 12.7 -15.1733;
49.408 16.14 -15.1733; 50 72.408 13.34 -15.1733; 51 72.408 16.56 -15.1733;
52.408 13.76 -15.1733; 53 68.408 16.84 -15.1733; 54 52.408 0 -15.1733;
55.408 0 -15.1733; 56 64.408 0 -15.1733; 57 68.408 0 -15.1733;
58.408 0 -15.1733; 59 76.408 0 -15.1733; 60 80.408 0 -15.1733;
61.408 0 -15.1733; 62 88.408 0 -15.1733; 63 92.408 0 -15.1733;
64.408 0 -15.1733; 65 100.408 0 -15.1733; 66 104.408 0 -15.1733;
67.408 16.98 -15.1733; 68 16.408 0 -6.17327; 69 108.408 0 -6.17327;
70.408 0 -6.17327; 71 20.408 2.33 -6.17327; 72 24.408 0 -6.17327;
73.408 4.45 -6.17327; 74 28.408 0 -6.17327; 75 28.408 6.35 -6.17327;
76.408 0 -6.17327; 77 32.408 8.05 -6.17327; 78 36.408 0 -6.17327;
79.408 9.53 -6.17327; 80 40.408 0 -6.17327; 81 40.408 10.8 -6.17327;
82.408 0 -6.17327; 83 44.408 11.86 -6.17327; 84 48.408 0 -6.17327;
85.408 12.7 -6.17327; 86 56.408 13.76 -6.17327; 87 16.408 7.7 -6.17327;
88.408 9.25 -6.17327; 89 24.408 10.65 -6.17327; 90 28.408 11.92 -6.17327;
91.408 13.04 -6.17327; 92 36.408 14.03 -6.17327; 93 40.408 14.87 -6.17327;
94.408 15.58 -6.17327; 95 48.408 16.14 -6.17327; 96 52.408 13.34 -6.17327;
97.408 16.56 -6.17327; 98 56.408 16.84 -6.17327; 99 60.408 13.97 -6.17327;
100.408 16.98 -6.17327; 101 64.408 13.97 -6.17327; 102 108.408 7.7 -6.17327;
103.408 2.33 -6.17327; 104 104.408 9.25 -6.17327;
105.408 10.65 -6.17327; 106 100.408 10.65 -6.17327;
107.408 6.35 -6.17327; 108 96.408 11.92 -6.17327; 109 92.408 8.05 -6.17327;
110.408 13.04 -6.17327; 111 88.408 9.53 -6.17327; 112 88.408 14.03 -6.17327;
113.408 10.8 -6.17327; 114 84.408 14.87 -6.17327; 115 80.408 11.86 -6.17327;
116.408 15.58 -6.17327; 117 76.408 12.7 -6.17327; 118 76.408 16.14 -6.17327;
119.408 13.34 -6.17327; 120 72.408 16.56 -6.17327;
121.408 13.76 -6.17327; 122 68.408 16.84 -6.17327; 123 52.408 0 -6.17327;
124.408 0 -6.17327; 125 60.408 0 -6.17327; 126 64.408 0 -6.17327;
127.408 0 -6.17327; 128 72.408 0 -6.17327; 129 76.408 0 -6.17327;
130.408 0 -6.17327; 131 84.408 0 -6.17327; 132 88.408 0 -6.17327;
133.408 0 -6.17327; 134 96.408 0 -6.17327; 135 100.408 0 -6.17327;
136.408 0 -6.17327; 137 64.408 16.98 -6.17327; 138 16.408 0 -7.17327;
139.408 0 -7.17327; 140 24.408 0 -7.17327; 141 28.408 0 -7.17327;
142.408 0 -7.17327; 143 36.408 0 -7.17327; 144 40.408 0 -7.17327;
145.408 0 -7.17327; 146 48.408 0 -7.17327; 147 52.408 0 -7.17327;
148.408 0 -7.17327; 149 60.408 0 -7.17327; 150 64.408 0 -7.17327;
151.408 0 -7.17327; 152 72.408 0 -7.17327; 153 76.408 0 -7.17327;
154.408 0 -7.17327; 155 84.408 0 -7.17327; 156 88.408 0 -7.17327;
157.408 0 -7.17327; 158 96.408 0 -7.17327; 159 100.408 0 -7.17327;
160.408 0 -7.17327; 161 108.408 0 -7.17327; 162 16.408 0 -8.92327;
163.408 0 -8.92327; 164 24.408 0 -8.92327; 165 28.408 0 -8.92327;
166.408 0 -8.92327; 167 36.408 0 -8.92327; 168 40.408 0 -8.92327;
169.408 0 -8.92327; 170 48.408 0 -8.92327; 171 52.408 0 -8.92327;
172.408 0 -8.92327; 173 60.408 0 -8.92327; 174 64.408 0 -8.92327;
175.408 0 -8.92327; 176 72.408 0 -8.92327; 177 76.408 0 -8.92327;
178.408 0 -8.92327; 179 84.408 0 -8.92327; 180 88.408 0 -8.92327;
181.408 0 -8.92327; 182 96.408 0 -8.92327; 183 100.408 0 -8.92327;
184.408 0 -8.92327; 185 108.408 0 -8.92327; 186 16.408 0 -10.6733;
187.408 0 -10.6733; 188 24.408 0 -10.6733; 189 28.408 0 -10.6733;
190.408 0 -10.6733; 191 36.408 0 -10.6733; 192 40.408 0 -10.6733;
193.408 0 -10.6733; 194 48.408 0 -10.6733; 195 52.408 0 -10.6733;
196.408 0 -10.6733; 197 60.408 0 -10.6733; 198 64.408 0 -10.6733;
199.408 0 -10.6733; 200 72.408 0 -10.6733; 201 76.408 0 -10.6733;
202.408 0 -10.6733; 203 84.408 0 -10.6733; 204 88.408 0 -10.6733;
205.408 0 -10.6733; 206 96.408 0 -10.6733; 207 100.408 0 -10.6733;
208.408 0 -10.6733; 209 108.408 0 -10.6733; 210 16.408 0 -12.4233;

20.408 0 -12.4233; 212 24.408 0 -12.4233; 213 28.408 0 -12.4233;
32.408 0 -12.4233; 215 36.408 0 -12.4233; 216 40.408 0 -12.4233;
44.408 0 -12.4233; 218 48.408 0 -12.4233; 219 52.408 0 -12.4233;
56.408 0 -12.4233; 221 60.408 0 -12.4233; 222 64.408 0 -12.4233;
68.408 0 -12.4233; 224 72.408 0 -12.4233; 225 76.408 0 -12.4233;
80.408 0 -12.4233; 227 84.408 0 -12.4233; 228 88.408 0 -12.4233;
92.408 0 -12.4233; 230 96.408 0 -12.4233; 231 100.408 0 -12.4233;
104.408 0 -12.4233; 233 108.408 0 -12.4233; 234 16.408 0 -14.1733;
20.408 0 -14.1733; 236 24.408 0 -14.1733; 237 28.408 0 -14.1733;
32.408 0 -14.1733; 239 36.408 0 -14.1733; 240 40.408 0 -14.1733;
44.408 0 -14.1733; 242 48.408 0 -14.1733; 243 52.408 0 -14.1733;
56.408 0 -14.1733; 245 60.408 0 -14.1733; 246 64.408 0 -14.1733;
68.408 0 -14.1733; 248 72.408 0 -14.1733; 249 76.408 0 -14.1733;
80.408 0 -14.1733; 251 84.408 0 -14.1733; 252 88.408 0 -14.1733;
92.408 0 -14.1733; 254 96.408 0 -14.1733; 255 100.408 0 -14.1733;
104.408 0 -14.1733; 257 108.408 0 -14.1733; 258 16.408 0 -15.1733;
56.408 0 -15.1733; 260 108.408 0 -15.1733; 261 18.408 -1.5 -6.17327;
22.408 -1.5 -6.17327; 263 26.408 -1.5 -6.17327; 264 30.408 -1.5 -6.17327;
34.408 -1.5 -6.17327; 266 38.408 -1.5 -6.17327; 267 42.408 -1.5 -6.17327;
46.408 -1.5 -6.17327; 269 50.408 -1.5 -6.17327; 270 54.408 -1.5 -6.17327;
58.408 -1.5 -6.17327; 272 62.408 -1.5 -6.17327; 273 66.408 -1.5 -6.17327;
70.408 -1.5 -6.17327; 275 74.408 -1.5 -6.17327; 276 78.408 -1.5 -6.17327;
82.408 -1.5 -6.17327; 278 86.408 -1.5 -6.17327; 279 90.408 -1.5 -6.17327;
94.408 -1.5 -6.17327; 281 98.408 -1.5 -6.17327; 282 102.408 -1.5 -6.17327;
106.408 -1.5 -6.17327; 284 18.408 -1.5 -15.1733; 285 22.408 -1.5 -15.1733;
26.408 -1.5 -15.1733; 287 30.408 -1.5 -15.1733; 288 34.408 -1.5 -15.1733;
38.408 -1.5 -15.1733; 290 42.408 -1.5 -15.1733; 291 46.408 -1.5 -15.1733;
50.408 -1.5 -15.1733; 293 54.408 -1.5 -15.1733; 294 58.408 -1.5 -15.1733;
62.408 -1.5 -15.1733; 296 66.408 -1.5 -15.1733; 297 70.408 -1.5 -15.1733;
74.408 -1.5 -15.1733; 299 78.408 -1.5 -15.1733; 300 82.408 -1.5 -15.1733;
86.408 -1.5 -15.1733; 302 90.408 -1.5 -15.1733; 303 94.408 -1.5 -15.1733;
98.408 -1.5 -15.1733; 305 102.408 -1.5 -15.1733; 306 106.408 -1.5 -15.1733;
62.408 15.475 -15.1733; 308 62.408 15.475 -6.17327;
18.408 8.475 -10.6733; 310 22.408 9.95 -10.6733;
26.408 11.285 -10.6733; 312 30.408 12.48 -10.6733;
34.408 13.535 -10.6733; 314 38.408 14.45 -10.6733;
20.408 -1.5 -10.6733; 333 24.408 -1.5 -10.6733; 334 28.408 -1.5 -10.6733;
32.408 -1.5 -10.6733; 336 36.408 -1.5 -10.6733; 337 40.408 -1.5 -10.6733;
44.408 -1.5 -10.6733; 339 48.408 -1.5 -10.6733; 340 52.408 -1.5 -10.6733;
56.408 -1.5 -10.6733; 342 60.408 -1.5 -10.6733; 343 64.408 -1.5 -10.6733;
68.408 -1.5 -10.6733; 345 72.408 -1.5 -10.6733; 346 76.408 -1.5 -10.6733;
80.408 -1.5 -10.6733; 348 84.408 -1.5 -10.6733; 349 88.408 -1.5 -10.6733;
92.408 -1.5 -10.6733; 351 96.408 -1.5 -10.6733; 352 100.408 -1.5 -10.6733;
104.408 -1.5 -10.6733; 354 42.408 15.225 -10.6733;
46.408 15.86 -10.6733; 356 50.408 16.35 -10.6733; 357 54.408 16.7 -10.6733;
58.408 16.91 -10.6733; 359 62.408 16.98 -10.6733;
66.408 16.91 -10.6733; 361 70.408 16.7 -10.6733; 362 74.408 16.35 -10.6733;
78.408 15.86 -10.6733; 364 82.408 15.225 -10.6733;
86.408 14.45 -10.6733; 366 90.408 13.535 -10.6733;
94.408 12.48 -10.6733; 368 98.408 11.285 -10.6733;
102.408 9.95 -10.6733; 370 106.408 8.475 -10.6733;

PER INCIDENCES

19; 2 4 20; 3 6 21; 4 8 22; 5 10 23; 6 12 24; 7 14 25; 8 16 26; 9 18 2;
9 4; 11 20 6; 12 21 8; 13 22 10; 14 23 12; 15 24 14; 16 25 16; 17 26 27;
18 17; 19 29 30; 20 33 34; 21 35 36; 22 37 38; 23 39 40; 24 41 42; 25 43 44;
26 46; 27 47 48; 28 49 50; 29 51 52; 30 53 32; 31 2 4; 32 4 6; 33 6 8;
34 10; 35 10 12; 36 12 14; 37 14 16; 38 16 27; 39 27 17; 40 17 30; 41 30 32;
42 52; 43 52 50; 44 50 48; 45 48 46; 46 46 44; 47 44 42; 48 42 40; 49 40 38;
50 36; 51 36 34; 52 28 27; 53 31 30; 54 67 32; 55 53 52; 56 51 50; 57 49 48;
58 46; 59 45 44; 60 43 42; 61 41 40; 62 39 38; 63 37 36; 64 35 34; 65 18 19;
66 20; 67 20 21; 68 21 22; 69 22 23; 70 23 24; 71 24 25; 72 25 26; 73 26 28;
74 29; 75 29 31; 76 31 67; 77 67 53; 78 53 51; 79 51 49; 80 49 47; 81 47 45;
82 43; 83 43 41; 84 41 39; 85 39 37; 86 37 35; 87 35 33; 88 68 70; 89 68 87;
90 88; 91 73 89; 92 75 90; 93 77 91; 94 79 92; 95 81 93; 96 83 94; 97 85 95;
98 71; 99 88 73; 100 89 75; 101 90 77; 102 91 79; 103 92 81; 104 93 83;
105 85; 106 95 96; 107 97 86; 108 98 99; 109 69 102; 110 102 103;
111 104 105; 112 106 107; 113 108 109; 114 110 111; 115 112 113; 116 114 115;
117 116 117; 118 118 119; 119 120 121; 120 122 101; 121 68 71; 122 71 73;
123 73 75; 124 75 77; 125 77 79; 126 79 81; 127 81 83; 128 83 85; 129 85 96;
130 96 86; 131 86 99; 132 99 101; 133 101 121; 134 121 119; 135 119 117;
136 117 115; 137 115 113; 138 113 111; 139 111 109; 140 109 107; 141 107 105;
142 105 103; 143 103 69; 144 97 96; 145 100 99; 146 137 101; 147 122 121;
148 120 119; 149 118 117; 150 116 115; 151 114 113; 152 112 111; 153 110 109;
154 108 107; 155 106 105; 156 104 103; 157 87 88; 158 88 89; 159 89 90;
160 90 91; 161 91 92; 162 92 93; 163 93 94; 164 94 95; 165 95 97; 166 97 98;
167 98 100; 168 100 137; 169 137 122; 170 122 120; 171 120 118; 172 118 116;
173 116 114; 174 114 112; 175 112 110; 176 110 108; 177 108 106; 178 106 104;
179 104 102; 180 18 87; 181 33 102; 182 98 86; 183 17 29; 184 138 139;

162 163; 186 186 187; 187 210 211; 188 234 235; 189 258 1; 190 70 139;
72 140; 192 74 141; 193 76 142; 194 78 143; 195 80 144; 196 82 145;
84 146; 198 123 147; 199 124 148; 200 125 149; 201 126 150; 202 127 151;
128 152; 204 129 153; 205 130 154; 206 131 155; 207 132 156; 208 133 157;
134 158; 210 135 159; 211 136 160; 212 18 258; 213 2 258; 214 33 260;
34 260; 216 258 234; 217 69 161; 218 68 261; 219 261 70; 220 70 262;
262 72; 222 261 262; 223 72 263; 224 263 74; 225 262 263; 226 74 264;
264 76; 228 263 264; 229 76 265; 230 265 78; 231 264 265; 232 78 266;
266 80; 234 265 266; 235 80 267; 236 267 82; 237 266 267; 238 82 268;
268 84; 240 267 268; 241 84 269; 242 269 123; 243 268 269; 244 123 270;
270 124; 246 269 270; 247 124 271; 248 271 125; 249 270 271; 250 125 272;
272 126; 252 271 272; 253 126 273; 254 273 127; 255 272 273; 256 127 274;
274 128; 258 273 274; 259 128 275; 260 275 129; 261 274 275; 262 129 276;
276 130; 264 275 276; 265 130 277; 266 277 131; 267 276 277; 268 131 278;
278 132; 270 277 278; 271 132 279; 272 279 133; 273 278 279; 274 133 280;
280 134; 276 279 280; 277 134 281; 278 281 135; 279 280 281; 280 135 282;
282 136; 282 281 282; 283 136 283; 284 283 69; 285 282 283; 286 261 284;
283 306; 288 258 284; 289 284 1; 290 1 285; 291 285 3; 292 284 285;
3 286; 294 286 5; 295 285 286; 296 5 287; 297 287 7; 298 286 287;
7 288; 300 288 9; 301 287 288; 302 9 289; 303 289 11; 304 288 289;
11 290; 306 290 13; 307 289 290; 308 13 291; 309 291 15; 310 290 291;
15 292; 312 292 54; 313 291 292; 314 54 293; 315 293 259; 316 292 293;
259 294; 318 294 55; 319 293 294; 320 55 295; 321 295 56; 322 294 295;
56 296; 324 296 57; 325 295 296; 326 57 297; 327 297 58; 328 296 297;
58 298; 330 298 59; 331 297 298; 332 59 299; 333 299 60; 334 298 299;
60 300; 336 300 61; 337 299 300; 338 61 301; 339 301 62; 340 300 301;
62 302; 342 302 63; 343 301 302; 344 63 303; 345 303 64; 346 302 303;
64 304; 348 304 65; 349 303 304; 350 65 305; 351 305 66; 352 304 305;
66 306; 354 306 260; 355 305 306; 356 1 3; 357 3 5; 358 5 7; 359 13 15;
11 13; 361 9 11; 362 7 9; 363 66 260; 364 65 66; 365 64 65; 366 63 64;
62 63; 368 61 62; 369 60 61; 370 59 60; 371 58 59; 372 57 58; 373 56 57;
55 56; 375 259 55; 376 54 259; 377 15 54; 378 136 69; 379 135 136;
134 135; 381 133 134; 382 132 133; 383 131 132; 384 130 131; 385 129 130;
128 129; 387 127 128; 388 126 127; 389 125 126; 390 124 125; 391 123 124;
84 123; 393 82 84; 394 80 82; 395 78 80; 396 76 78; 397 74 76; 398 72 74;
70 72; 400 235 1; 401 211 235; 402 187 211; 403 163 187; 404 139 163;
236 3; 406 212 236; 407 188 212; 408 164 188; 409 140 164; 410 237 5;
213 237; 412 189 213; 413 165 189; 414 141 165; 415 238 7; 416 214 238;
190 214; 418 166 190; 419 142 166; 420 239 9; 421 215 239; 422 191 215;
167 191; 424 143 167; 425 240 11; 426 216 240; 427 192 216; 428 168 192;
144 168; 430 241 13; 431 217 241; 432 193 217; 433 169 193; 434 145 169;
242 15; 436 218 242; 437 194 218; 438 170 194; 439 146 170; 440 243 54;
219 243; 442 195 219; 443 171 195; 444 147 171; 445 244 259; 446 220 244;
196 220; 448 172 196; 449 148 172; 450 245 55; 451 221 245; 452 197 221;
173 197; 454 149 173; 455 246 56; 456 222 246; 457 198 222; 458 174 198;
150 174; 460 247 57; 461 223 247; 462 199 223; 463 175 199; 464 151 175;
248 58; 466 224 248; 467 200 224; 468 176 200; 469 152 176; 470 249 59;
225 249; 472 201 225; 473 177 201; 474 153 177; 475 250 60; 476 226 250;
202 226; 478 178 202; 479 154 178; 480 251 61; 481 227 251; 482 203 227;
179 203; 484 155 179; 485 252 62; 486 228 252; 487 204 228; 488 180 204;
156 180; 490 253 63; 491 229 253; 492 205 229; 493 181 205; 494 157 181;
254 64; 496 230 254; 497 206 230; 498 182 206; 499 158 182; 500 255 65;
231 255; 502 207 231; 503 183 207; 504 159 183; 505 256 66; 506 232 256;
208 232; 508 184 208; 509 160 184; 510 257 260; 511 233 257; 512 209 233;
185 209; 514 161 185; 515 138 68; 516 162 138; 517 186 162; 518 210 186;
234 210; 520 71 70; 521 73 72; 522 75 74; 523 77 76; 524 79 78; 525 81 80;
83 82; 527 85 84; 528 96 123; 529 86 124; 530 99 125; 531 103 136;
105 135; 533 107 134; 534 109 133; 535 111 132; 536 113 131; 537 115 130;
117 129; 539 119 128; 540 121 127; 541 101 126; 542 2 1; 543 4 3; 544 6 5;
8 7; 546 10 9; 547 12 11; 548 14 13; 549 16 15; 550 27 54; 551 17 259;
30 55; 553 34 66; 554 36 65; 555 38 64; 556 40 63; 557 42 62; 558 44 61;
46 60; 560 48 59; 561 50 58; 562 52 57; 563 32 56; 564 31 307; 565 30 307;
100 308; 567 99 308; 568 307 32; 569 307 67; 570 308 101; 571 308 137;
18 309; 573 87 309; 574 19 310; 575 88 310; 576 20 311; 577 89 311;
21 312; 579 90 312; 580 22 313; 581 91 313; 582 23 314; 583 92 314;
309 88; 597 309 19; 598 310 89; 599 310 20; 600 311 90; 601 311 21;
312 91; 603 312 22; 604 313 92; 605 313 23; 606 314 93; 607 314 24;
284 332; 665 261 332; 666 332 262; 667 332 285; 668 285 333; 669 262 333;
333 263; 671 333 286; 672 286 334; 673 263 334; 674 334 264; 675 334 287;
287 335; 677 264 335; 678 335 265; 679 335 288; 680 288 336; 681 265 336;
336 266; 683 336 289; 684 289 337; 685 266 337; 686 337 267; 687 337 290;
290 338; 689 267 338; 690 338 268; 691 338 291; 692 291 339; 693 268 339;
339 269; 695 339 292; 696 292 340; 697 269 340; 698 340 270; 699 340 293;
293 341; 701 270 341; 702 341 271; 703 341 294; 704 294 342; 705 271 342;
342 272; 707 342 295; 708 295 343; 709 272 343; 710 343 273; 711 343 296;
296 344; 713 273 344; 714 344 274; 715 344 297; 716 297 345; 717 274 345;
345 275; 719 345 298; 720 298 346; 721 275 346; 722 346 276; 723 346 299;
299 347; 725 276 347; 726 347 277; 727 347 300; 728 300 348; 729 277 348;

348 278; 731 348 301; 732 301 349; 733 278 349; 734 349 279; 735 349 302;
302 350; 737 279 350; 738 350 280; 739 350 303; 740 303 351; 741 280 351;
351 281; 743 351 304; 744 304 352; 745 281 352; 746 352 282; 747 352 305;
305 353; 749 282 353; 750 353 283; 751 353 306; 752 139 140; 753 163 164;
187 188; 755 211 212; 756 235 236; 757 140 141; 758 164 165; 759 188 189;
212 213; 761 236 237; 762 141 142; 763 165 166; 764 189 190; 765 213 214;
237 238; 767 142 143; 768 166 167; 769 190 191; 770 214 215; 771 238 239;
143 144; 773 167 168; 774 191 192; 775 215 216; 776 239 240; 777 144 145;
168 169; 779 192 193; 780 216 217; 781 240 241; 782 145 146; 783 169 170;
193 194; 785 217 218; 786 241 242; 787 146 147; 788 170 171; 789 194 195;
218 219; 791 242 243; 792 147 148; 793 171 172; 794 195 196; 795 219 220;
243 244; 797 148 149; 798 172 173; 799 196 197; 800 220 221; 801 244 245;
149 150; 803 173 174; 804 197 198; 805 221 222; 806 245 246; 807 150 151;
174 175; 809 198 199; 810 222 223; 811 246 247; 812 151 152; 813 175 176;
199 200; 815 223 224; 816 247 248; 817 152 153; 818 176 177; 819 200 201;
224 225; 821 248 249; 822 153 154; 823 177 178; 824 201 202; 825 225 226;
249 250; 827 154 155; 828 178 179; 829 202 203; 830 226 227; 831 250 251;
155 156; 833 179 180; 834 203 204; 835 227 228; 836 251 252; 837 156 157;
180 181; 839 204 205; 840 228 229; 841 252 253; 842 157 158; 843 181 182;
205 206; 845 229 230; 846 253 254; 847 158 159; 848 182 183; 849 206 207;
230 231; 851 254 255; 852 159 160; 853 183 184; 854 207 208; 855 231 232;
255 256; 857 160 161; 858 184 185; 859 208 209; 860 232 233; 861 256 257;
19 88; 864 20 89; 865 24 354; 866 93 354; 867 25 355; 868 94 355;
26 356; 870 95 356; 871 28 357; 872 97 357; 873 29 358; 874 98 358;
31 359; 876 100 359; 877 67 360; 878 137 360; 879 53 361; 880 122 361;
51 362; 882 120 362; 883 49 363; 884 118 363; 885 47 364; 886 116 364;
45 365; 888 114 365; 889 43 366; 890 112 366; 891 41 367; 892 110 367;
39 368; 894 108 368; 895 37 369; 896 106 369; 897 35 370; 898 104 370;
354 94; 900 354 25; 901 355 95; 902 355 26; 903 356 97; 904 356 28;
357 98; 906 357 29; 907 358 100; 908 358 31; 909 359 137; 910 359 67;
360 122; 912 360 53; 913 361 120; 914 361 51; 915 362 118; 916 362 49;
363 116; 918 363 47; 919 364 114; 920 364 45; 921 365 112; 922 365 43;
366 110; 924 366 41; 925 367 108; 926 367 39; 927 368 106; 928 368 37;
369 104; 930 369 35; 931 370 102; 932 370 33; 933 21 90; 934 22 91;
23 92; 936 24 93; 937 25 94; 938 26 95; 939 28 97; 940 29 98; 941 31 100;
67 137; 943 53 122; 944 51 120; 945 49 118; 946 47 116; 947 45 114;
43 112; 949 41 110; 950 39 108; 951 37 106; 952 35 104;

RT GROUP DEFINITION

BER

BLE 520 TO 563

GROUP DEFINITION

INE MATERIAL START

ROPIC STEEL

.09042e+010

SON 0.3

ITY 7833.41

IA 1.2e-005

P 0.03

ROPIC MATERIAL1

.68725e+010

SON 0.3

ITY 6176.27

IA 1.2e-005

P 0.03

DEFINE MATERIAL

STANTS

. 90 MEMB 1 TO 179 182 183 189 212 TO 215 218 TO 285 288 TO 399

RIAL STEEL MEMB 1 TO 519 564 TO 583 596 TO 607 664 TO 861 863 TO 952

RIAL MATERIAL1 MEMB 520 TO 563

CM KG

ER RELEASE

TO 575 END MX MY MZ

599 START MX MY MZ

597 START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

START MX MY MZ

END MX MY MZ

END MX MY MZ
 START MX MY MZ
 TO 898 END MX MY MZ
 TO 932 START MX MY MZ
 ER PROPERTY AMERICAN
 .agar melintang
 TO 211 216 217 400 TO 519 TABLE CM W24X94 CT 25 FC 250 CW 225 CD 0
 .agar memanjang
 TO 188 752 TO 861 TABLE CM W12X40 CT 25 FC 250 CW 100 CD 0
 ? METER KG
 BER PROPERTY JAPANESE
 .del
 TO 563 PRIS YD 0.0762
 .lagar Induk
 TO 179 182 183 189 212 TO 215 218 TO 285 288 TO 399 564 TO 570 -
 TABLE ST H414X405X18
 .atan angin atas
 TO 583 596 TO 607 865 TO 932 TABLE LD L90X90X9 SP 0.01
 287 TABLE ST H250X250X9
 .atan angin bawah
 TO 751 TABLE LD L90X90X9 SP 0.01
 181 863 864 933 TO 952 TABLE ST H250X250X9
 BER CABLE
 TO 563 TENSION 0
 PORTS
 258 PINNED
 260 FIXED BUT FX MZ
 BER TRUSS
 189 219 TO 283 285 289 TO 353 355 TO 399
 BER TRUSS
 TO 87 90 TO 108 110 TO 179 182 183 213 215
 BER TRUSS
 TO 571
 T CM KG
 BER TRUSS
 TO 751
 D 1 BEBAN MATI
 P METER KG
 NT LOAD
 5 7 9 11 13 15 54 TO 66 70 72 74 76 78 80 82 84 123 TO 136 259 FY -29526.3
 59 258 260 FY -14763.2
 D 2 BEBAN HIDUP
 NT LOAD
 5 7 9 11 13 15 54 TO 66 70 72 74 76 78 80 82 84 123 TO 136 259 FY -2747.77
 59 258 260 FY -3760.25
 D 3 BEBAN REM
 NT LOAD
 5 7 9 11 13 15 54 TO 66 70 72 74 76 78 80 82 84 123 TO 136 259 FY -638.636
 59 258 260 FY -319.318
 D 4 BEBAN ANGIN TIMUR BARAT
 NT LOAD
 .02 FZ -142.1
 .09 FZ -186.9
 .283 FZ -51
 .TO 282 FZ -72.9
 .04 FZ -262.1
 .03 FZ -276.6
 .36 FZ -133.3
 .06 FZ -234.9
 .05 FZ -420
 .35 FZ -215.7
 .08 FZ -210.9
 .07 FZ -468.6
 .34 FZ -289.7
 .10 FZ -189.2
 .09 FZ -511.6
 .33 FZ -355.7
 .12 FZ -168.1
 .11 FZ -550.2
 .32 FZ -413.3
 .14 FZ -154.8
 .13 FZ -581.3
 .131 FZ -462.6
 .116 FZ -141.9
 .115 FZ -608.1
 .130 FZ -503.8
 .118 FZ -131.6
 .117 FZ -630.2

```

29 FZ -536.5
20 FZ -123.8
19 FZ -644.9
128 FZ -561.3
22 FZ -122.6
21 FZ -655.1
127 FZ -574.2
137 FZ -87.8
01 FZ -645.2
126 FZ -585.9
) 5 BEBAN ANGIN BARAT TIMUR
NT LOAD
33 FZ 142.1
260 FZ 186.9
306 FZ 51
TO 305 FZ 72.9
35 FZ 262.1
4 FZ 276.6
6 FZ 133.3
37 FZ 234.9
6 FZ 420
5 FZ 215.7
39 FZ 210.9
8 FZ 468.6
4 FZ 289.7
41 FZ 189.2
0 FZ 511.6
3 FZ 355.7
43 FZ 168.1
42 FZ 550.2
2 FZ 413.3
45 FZ 154.8
44 FZ 581.3
61 FZ 462.6
47 FZ 141.9
46 FZ 608.1
60 FZ 503.8
49 FZ 131.6
48 FZ 630.2
59 FZ 536.5
51 FZ 123.8
50 52 FZ 644.9
57 58 FZ 561.3
53 FZ 122.6
52 FZ 655.1
259 FZ 574.2
57 FZ 87.8
32 FZ 645.2
56 FZ 585.9
) CM KG
) COMB 6 KOMBINASI BEBAN MATI DAN HIDUP
1 2 1.0
) COMB 7 KOMBINASI BEBAN MATI DAN ANGIN TB
1 4 1.0
) COMB 8 KOMBINASI BABAN MATI DAN ANGIN BT
1 5 1.0
) COMB 9 KOMBINASI BEBAN MATI + HIDUP + REM
1 2 1.0 3 2.0
) COMB 10 KOMBINASI BEBAN MATI + HIDUP + REM + ANGIN TB
1 2 1.0 3 2.0 4 1.0
) COMB 11 KOMBINASI BEBAN MATI + HIDUP + REM + ANGIN BT
1 2 1.0 3 2.0 5 1.0
) METER KG
) FORM ANALYSIS
) CM KG
) METER
) LRFD
) 3600 MEMB 1 TO 183 189 212 TO 215 218 TO 399 564 TO 583 596 TO 607 664 -
TO 751 863 TO 952
) K CODE MEMB 1 TO 183 189 212 TO 215 218 TO 399 564 TO 583 596 TO 607 664 -
TO 751 863 TO 952
) NT SUPPORT REACTION LIST 68 69 258 260
) LIST 10 11
) NT MEMBER FORCES LIST 520 TO 563
) ISH

```


STAAD.PRO CODE CHECKING - (LRFD 3RD EDITION)

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
1	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.105	10
		68153.60 C	0.00	0.00	692.00	
2	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.100	10
		68908.38 C	0.00	0.00	620.00	
3	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.086	10
		62720.81 C	0.00	0.00	557.00	
4	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.075	10
		56943.88 C	0.00	0.00	499.00	
5	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.061	10
		47683.75 C	0.00	0.00	450.00	
6	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.048	10
		38299.96 C	0.00	0.00	407.00	
7	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.032	10
		26593.28 C	0.00	0.00	372.00	
8	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.017	10
		14463.54 C	0.00	0.00	344.00	
9	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	10
		56912.77 T	0.00	0.00	669.60	
10	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.075	10
		69947.42 T	0.00	0.00	624.82	
11	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	10
		75310.23 T	0.00	0.00	587.28	
12	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	10
		75317.39 T	0.00	0.00	556.57	
13	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.080	10
		74327.24 T	0.00	0.00	532.17	
14	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.076	10
		71470.23 T	0.00	0.00	514.13	

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
15	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.069	10
		64329.00 T	0.00	0.00	500.60
16	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	10
		56560.53 T	0.00	0.00	492.89
17	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.046	10
		42585.48 T	0.00	0.00	488.26
18	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.028	10
		26446.25 T	0.00	0.00	488.26
19	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	10
		9532.03 T	0.00	0.00	492.31
20	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.067	10
		62372.71 T	0.00	0.00	669.60
21	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.075	10
		70101.28 T	0.00	0.00	624.82
22	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.079	10
		74110.37 T	0.00	0.00	587.28
23	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.079	10
		74065.07 T	0.00	0.00	556.57
24	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.078	10
		73336.44 T	0.00	0.00	532.17
25	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.076	10
		70777.52 T	0.00	0.00	514.13
26	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.068	10
		63862.20 T	0.00	0.00	500.60
27	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.060	10
		56241.40 T	0.00	0.00	492.89
28	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.045	10
		42356.94 T	0.00	0.00	488.26
29	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.028	10
		26259.42 T	0.00	0.00	488.26

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

BER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
30	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	10
		9362.93 T	0.00	0.00	492.31
31	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.760	10
		595932.62 C	0.00	0.00	452.71
32	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.676	10
		533358.44 C	0.00	0.00	442.83
33	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.590	10
		467741.12 C	0.00	0.00	434.63
34	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.504	10
		401281.69 C	0.00	0.00	426.50
35	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.421	11
		336599.28 C	0.00	0.00	419.68
36	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.343	11
		275089.88 C	0.00	0.00	413.81
37	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.273	11
		219923.33 C	0.00	0.00	408.72
38	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.214	11
		172173.59 C	0.00	0.00	405.09
39	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.169	11
		136496.80 C	0.00	0.00	402.20
40	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.142	11
		114753.32 C	0.00	0.00	400.55
41	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.034	11
		27157.19 C	0.00	0.00	400.00
42	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.142	11
		114797.37 C	0.00	0.00	400.55
43	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.169	11
		136537.62 C	0.00	0.00	402.20
44	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.213	11
		172151.98 C	0.00	0.00	405.09

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
60	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.060	10
		47087.80 C	0.00	0.00	450.00
61	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.074	10
		56043.29 C	0.00	0.00	499.00
62	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.084	10
		61493.99 C	0.00	0.00	557.00
63	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.098	10
		67656.29 C	0.00	0.00	620.00
64	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.105	10
		68180.62 C	0.00	0.00	692.00
65	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.045	10
		36136.79 C	0.00	0.00	428.98
66	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.103	11
		82498.37 C	0.00	0.00	423.79
67	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.169	11
		135284.67 C	0.00	0.00	419.68
68	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.237	11
		189800.70 C	0.00	0.00	415.38
69	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.306	11
		245393.47 C	0.00	0.00	412.07
70	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.372	11
		299678.50 C	0.00	0.00	408.72
71	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.434	11
		349462.03 C	0.00	0.00	406.25
72	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.487	11
		393183.72 C	0.00	0.00	403.90
73	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.527	11
		426049.97 C	0.00	0.00	402.20
74	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.552	11
		446045.25 C	0.00	0.00	400.98

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
75	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.560	11
		452664.25	C	0.00	0.00	400.25
76	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.461	11
		372895.12	C	0.00	0.00	400.00
77	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.560	11
		452723.19	C	0.00	0.00	400.24
78	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.552	11
		446154.16	C	0.00	0.00	400.98
79	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.528	11
		426239.22	C	0.00	0.00	402.20
80	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.488	11
		393512.94	C	0.00	0.00	403.90
81	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.434	11
		350036.53	C	0.00	0.00	406.25
82	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.374	11
		300655.03	C	0.00	0.00	408.73
83	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.308	11
		246982.59	C	0.00	0.00	412.07
84	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.240	11
		192244.31	C	0.00	0.00	415.38
85	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.174	11
		138754.48	C	0.00	0.00	419.68
86	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.109	11
		86854.38	C	0.00	0.00	423.79
87	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.050	11
		39838.13	C	0.00	0.00	428.98
88	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.338	10
		316024.19	T	0.00	0.00	400.00
89	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.157	10
		56562.94	C	-217419.97	895929.00	0.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
90	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.105	11
		68168.10	C	0.00	0.00	692.00
91	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.100	11
		68910.62	C	0.00	0.00	620.00
92	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.086	11
		62718.69	C	0.00	0.00	557.00
93	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.075	11
		56940.51	C	0.00	0.00	499.00
94	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.061	11
		47680.06	C	0.00	0.00	450.00
95	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.048	11
		38296.29	C	0.00	0.00	407.00
96	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.032	11
		26589.48	C	0.00	0.00	372.00
97	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.017	11
		14459.69	C	0.00	0.00	344.00
98	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	11
		56957.83	T	0.00	0.00	669.60
99	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.075	11
		69962.95	T	0.00	0.00	624.82
100	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	11
		75313.63	T	0.00	0.00	587.28
101	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	11
		75316.26	T	0.00	0.00	556.57
102	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.080	11
		74324.23	T	0.00	0.00	532.17
103	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.076	11
		71466.51	T	0.00	0.00	514.13
104	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.069	11
		64324.65	T	0.00	0.00	500.60

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
105	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	11
	56555.45 T		0.00	0.00	492.89
106	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.046	11
	42579.61 T		0.00	0.00	488.26
107	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.028	11
	26439.84 T		0.00	0.00	488.26
108	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	11
	9526.22 T		0.00	0.00	492.31
109	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.146	11
	64896.79 C		239243.28	-591713.19	0.00
110	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.067	11
	62390.16 T		0.00	0.00	669.60
111	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.075	11
	70104.40 T		0.00	0.00	624.82
112	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.079	11
	74107.16 T		0.00	0.00	587.28
113	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.079	11
	74058.45 T		0.00	0.00	556.57
114	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.078	11
	73326.47 T		0.00	0.00	532.17
115	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.076	11
	70764.36 T		0.00	0.00	514.13
116	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.068	11
	63846.01 T		0.00	0.00	500.60
117	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.060	11
	56223.22 T		0.00	0.00	492.89
118	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.045	11
	42339.74 T		0.00	0.00	488.26
119	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.028	11
	26247.44 T		0.00	0.00	488.26

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NO	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
120	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	11
		9359.15 T	0.00	0.00	492.31
121	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.833	11
		648732.31 C	0.00	0.00	462.91
122	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.760	11
		595921.00 C	0.00	0.00	452.71
123	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.676	11
		533336.06 C	0.00	0.00	442.83
124	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.590	11
		467716.69 C	0.00	0.00	434.63
125	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.504	11
		401258.56 C	0.00	0.00	426.50
126	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.421	10
		336578.88 C	0.00	0.00	419.68
127	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.343	10
		275072.72 C	0.00	0.00	413.81
128	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.273	10
		219909.91 C	0.00	0.00	408.72
129	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.214	10
		172164.44 C	0.00	0.00	405.09
130	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.169	10
		136492.55 C	0.00	0.00	402.20
131	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.142	10
		114754.35 C	0.00	0.00	400.55
132	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.034	10
		27167.19 C	0.00	0.00	400.00
133	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.142	10
		114802.69 C	0.00	0.00	400.55
134	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.169	10
		136533.02 C	0.00	0.00	402.20

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
135	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.213	10
		172132.89 C	0.00	0.00	405.09
136	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.273	10
		219699.41 C	0.00	0.00	408.72
137	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.342	10
		274523.59 C	0.00	0.00	413.81
138	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.420	10
		335475.97 C	0.00	0.00	419.68
139	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.501	10
		398993.53 C	0.00	0.00	426.50
140	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.585	11
		464012.22 C	0.00	0.00	434.63
141	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.670	11
		528652.19 C	0.00	0.00	442.83
142	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.754	11
		591234.88 C	0.00	0.00	452.71
143	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.832	11
		647696.50 C	0.00	0.00	462.91
144	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.002	11
		1843.34 C	0.00	0.00	322.00
145	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	10
		76150.73 T	0.00	0.00	301.00
146	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.081	10
		76136.11 T	0.00	0.00	301.00
147	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.011	10
		10064.45 T	0.00	0.00	308.00
148	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.002	11
		1716.00 C	0.00	0.00	322.00
149	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.017	11
		14291.42 C	0.00	0.00	344.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
150	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.032	11
		26339.39	C	0.00	0.00	372.00
151	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.047	11
		37915.19	C	0.00	0.00	407.00
152	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.060	11
		47076.85	C	0.00	0.00	450.00
153	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.074	11
		56034.25	C	0.00	0.00	499.00
154	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.084	11
		61487.30	C	0.00	0.00	557.00
155	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.098	11
		67652.63	C	0.00	0.00	620.00
156	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.105	11
		68183.20	C	0.00	0.00	692.00
157	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.045	11
		36164.00	C	0.00	0.00	428.98
158	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.103	10
		82532.30	C	0.00	0.00	423.79
159	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.169	10
		135317.27	C	0.00	0.00	419.68
160	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.237	10
		189828.70	C	0.00	0.00	415.38
161	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.306	10
		245415.55	C	0.00	0.00	412.07
162	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.372	10
		299694.09	C	0.00	0.00	408.72
163	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.434	10
		349470.72	C	0.00	0.00	406.25
164	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.487	10
		393184.84	C	0.00	0.00	403.90

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
165	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.527	10
	426042.97 C		0.00	0.00	402.20
166	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.552	10
	446029.72 C		0.00	0.00	400.98
167	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.560	10
	452640.66 C		0.00	0.00	400.25
168	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.461	10
	372869.97 C		0.00	0.00	400.00
169	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.560	10
	452690.50 C		0.00	0.00	400.24
170	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.552	10
	446121.16 C		0.00	0.00	400.98
171	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.528	10
	426212.78 C		0.00	0.00	402.20
172	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.488	10
	393497.41 C		0.00	0.00	403.90
173	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.434	10
	350032.66 C		0.00	0.00	406.25
174	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.374	10
	300661.00 C		0.00	0.00	408.73
175	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.308	10
	246995.75 C		0.00	0.00	412.07
176	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.240	10
	192261.92 C		0.00	0.00	415.38
177	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.174	10
	138773.81 C		0.00	0.00	419.68
178	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.109	10
	86872.71 C		0.00	0.00	423.79
179	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.050	10
	39851.02 C		0.00	0.00	428.98

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
180	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.082	11
		673.43 T	1181.09	-160683.34	0.00
181	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.067	10
		405.39 T	396.90	132861.91	0.00
182	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.011	10
		10083.85 T	0.00	0.00	308.00
183	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.011	11
		10080.84 T	0.00	0.00	308.00
189	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.339	11
		316430.53 T	0.00	0.00	400.00
212	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.157	11
		56515.14 C	217341.19	-898239.81	770.00
213	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.833	10
		648713.12 C	0.00	0.00	462.91
214	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.146	10
		64879.98 C	-239284.27	594027.12	770.00
215	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.832	10
		647764.44 C	0.00	0.00	462.91
218	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.208	10
		34206.80 T	-324340.81	1807994.62	0.00
219	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.038	10
		32473.85 C	0.00	0.00	250.00
220	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	10
		9303.68 T	0.00	0.00	250.00
221	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	10
		9303.68 C	0.00	0.00	250.00
222	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.058	10
		53879.66 T	0.00	0.00	400.00
223	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.007	11
		6703.17 T	0.00	0.00	250.00

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NO	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
224	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.008	11
		6703.18 C	0.00	0.00	250.00
225	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.073	10
		68363.55 T	0.00	0.00	400.00
226	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	11
		9779.62 T	0.00	0.00	250.00
227	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	11
		9779.62 C	0.00	0.00	250.00
228	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.084	10
		78254.97 T	0.00	0.00	400.00
229	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.015	11
		14061.68 T	0.00	0.00	250.00
230	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.016	11
		14061.67 C	0.00	0.00	250.00
231	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.099	10
		92688.62 T	0.00	0.00	400.00
232	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.019	11
		17832.97 T	0.00	0.00	250.00
233	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.021	11
		17832.99 C	0.00	0.00	250.00
234	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.122	9
		113792.80 T	0.00	0.00	400.00
235	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.022	11
		20512.09 T	0.00	0.00	250.00
236	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	11
		20512.11 C	0.00	0.00	250.00
237	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.153	11
		142662.73 T	0.00	0.00	400.00
238	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	11
		22030.54 T	0.00	0.00	250.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

BER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
239	ST H414X405X18	PASS 22030.54 C	COMPRESSION 0.00	0.025 0.00	11 250.00
240	ST H414X405X18	PASS 175726.89 T	TENSION 0.00	0.188 0.00	11 400.00
241	ST H414X405X18	PASS 22176.20 T	TENSION 0.00	0.024 0.00	11 250.00
242	ST H414X405X18	PASS 22176.18 C	COMPRESSION 0.00	0.026 0.00	11 250.00
243	ST H414X405X18	PASS 211266.88 T	TENSION 0.00	0.226 0.00	11 400.00
244	ST H414X405X18	PASS 20440.55 T	TENSION 0.00	0.022 0.00	11 250.00
245	ST H414X405X18	PASS 20440.50 C	COMPRESSION 0.00	0.024 0.00	11 250.00
246	ST H414X405X18	PASS 246928.78 T	TENSION 0.00	0.264 0.00	11 400.00
247	ST H414X405X18	PASS 14804.07 T	TENSION 0.00	0.016 0.00	11 250.00
248	ST H414X405X18	PASS 14804.07 C	COMPRESSION 0.00	0.017 0.00	11 250.00
249	ST H414X405X18	PASS 279859.94 T	TENSION 0.00	0.299 0.00	11 400.00
250	ST H414X405X18	PASS 63.82 C	COMPRESSION 0.00	0.000 0.00	10 250.00
251	ST H414X405X18	PASS 63.82 T	TENSION 0.00	0.000 0.00	10 250.00
252	ST H414X405X18	PASS 303661.62 T	TENSION 0.00	0.325 0.00	11 400.00
253	ST H414X405X18	PASS 14788.02 C	COMPRESSION 0.00	0.017 0.00	9 250.00

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
254	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.016	9
		14788.05 T	0.00	0.00	250.00
255	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.325	11
		303847.56 T	0.00	0.00	400.00
256	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	11
		20475.22 C	0.00	0.00	250.00
257	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.022	11
		20475.18 T	0.00	0.00	250.00
258	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.300	11
		280246.88 T	0.00	0.00	400.00
259	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.026	11
		22308.77 C	0.00	0.00	250.00
260	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	11
		22308.77 T	0.00	0.00	250.00
261	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.265	11
		247583.36 T	0.00	0.00	400.00
262	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.026	11
		22344.31 C	0.00	0.00	250.00
263	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	11
		22344.35 T	0.00	0.00	250.00
264	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.227	11
		211874.89 T	0.00	0.00	400.00
265	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	11
		21122.82 C	0.00	0.00	250.00
266	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.023	11
		21122.77 T	0.00	0.00	250.00
267	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.188	11
		176155.91 T	0.00	0.00	400.00
268	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.022	11
		18929.72 C	0.00	0.00	250.00

, UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
269	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.020	11
		18929.72 T	0.00	0.00	250.00
270	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.152	11
		142280.22 T	0.00	0.00	400.00
271	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.018	11
		15847.94 C	0.00	0.00	250.00
272	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.017	11
		15847.97 T	0.00	0.00	250.00
273	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.120	11
		111959.83 T	0.00	0.00	400.00
274	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.014	11
		12373.71 C	0.00	0.00	250.00
275	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.013	11
		12373.71 T	0.00	0.00	250.00
276	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.093	11
		86459.08 T	0.00	0.00	400.00
277	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	11
		9674.28 C	0.00	0.00	250.00
278	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	11
		9674.30 T	0.00	0.00	250.00
279	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.071	11
		66563.48 T	0.00	0.00	400.00
280	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	11
		9911.56 C	0.00	0.00	250.00
281	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.011	11
		9911.56 T	0.00	0.00	250.00
282	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.054	11
		50875.79 T	0.00	0.00	400.00
283	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.025	10
		21284.06 C	0.00	0.00	250.00

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
284	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.051	10
		22205.40 T	-172232.48	67268.05	250.00
285	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.038	10
		35119.38 T	0.00	0.00	400.00
286	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.019	11
		6666.51 T	3927.18	5798.30	900.00
287	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.001	10
		34.38 T	863.94	-730.36	900.00
288	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.209	11
		34288.28 T	-325230.19	-1809317.00	0.00
289	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.038	11
		32550.53 C	0.00	0.00	250.00
290	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	11
		9312.77 T	0.00	0.00	250.00
291	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	11
		9312.77 C	0.00	0.00	250.00
292	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.058	11
		54005.89 T	0.00	0.00	400.00
293	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.007	10
		6688.50 T	0.00	0.00	250.00
294	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.008	10
		6688.50 C	0.00	0.00	250.00
295	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.073	11
		68499.55 T	0.00	0.00	400.00
296	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	10
		9756.91 T	0.00	0.00	250.00
297	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	10
		9756.91 C	0.00	0.00	250.00
298	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.084	11
		78362.71 T	0.00	0.00	400.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
299	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.015	10
		14036.90	T	0.00	0.00	250.00
300	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.016	10
		14036.88	C	0.00	0.00	250.00
301	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.099	11
		92755.25	T	0.00	0.00	400.00
302	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.019	10
		17808.07	T	0.00	0.00	250.00
303	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.021	10
		17808.09	C	0.00	0.00	250.00
304	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.122	11
		113813.67	T	0.00	0.00	400.00
305	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.022	10
		20487.57	T	0.00	0.00	250.00
306	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	10
		20487.59	C	0.00	0.00	250.00
307	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.153	10
		142640.30	T	0.00	0.00	400.00
308	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	10
		22006.44	T	0.00	0.00	250.00
309	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.025	10
		22006.44	C	0.00	0.00	250.00
310	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.188	10
		175660.44	T	0.00	0.00	400.00
311	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	10
		22152.58	T	0.00	0.00	250.00
312	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.026	10
		22152.56	C	0.00	0.00	250.00
313	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.226	10
		211157.08	T	0.00	0.00	400.00

, UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
314	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.022	10
		20417.83	T	0.00	0.00	250.00
315	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	10
		20417.79	C	0.00	0.00	250.00
316	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.264	10
		246776.41	T	0.00	0.00	400.00
317	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.016	10
		14783.43	T	0.00	0.00	250.00
318	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.017	10
		14783.43	C	0.00	0.00	250.00
319	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.299	10
		279666.44	T	0.00	0.00	400.00
320	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.000	11
		80.21	C	0.00	0.00	250.00
321	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.000	11
		80.21	T	0.00	0.00	250.00
322	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.325	10
		303430.28	T	0.00	0.00	400.00
323	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.017	11
		14794.35	C	0.00	0.00	250.00
324	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.016	11
		14794.38	T	0.00	0.00	250.00
325	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.325	10
		303585.59	T	0.00	0.00	400.00
326	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	10
		20469.32	C	0.00	0.00	250.00
327	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.022	10
		20469.28	T	0.00	0.00	250.00
328	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.300	10
		279969.25	T	0.00	0.00	400.00

, UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
329	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.026	10
	22292.42 C		0.00	0.00	250.00
330	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	10
	22292.42 T		0.00	0.00	250.00
331	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.265	10
	247310.33 T		0.00	0.00	400.00
332	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.026	10
	22321.93 C		0.00	0.00	250.00
333	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.024	10
	22321.98 T		0.00	0.00	250.00
334	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.226	10
	211623.25 T		0.00	0.00	400.00
335	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.024	10
	21097.19 C		0.00	0.00	250.00
336	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.023	10
	21097.15 T		0.00	0.00	250.00
337	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.188	10
	175935.31 T		0.00	0.00	400.00
338	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.022	10
	18902.24 C		0.00	0.00	250.00
339	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.020	10
	18902.24 T		0.00	0.00	250.00
340	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.152	10
	142095.84 T		0.00	0.00	400.00
341	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.018	10
	15819.17 C		0.00	0.00	250.00
342	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.017	10
	15819.21 T		0.00	0.00	250.00
343	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.120	10
	111814.62 T		0.00	0.00	400.00

. UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
344	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.014	10
		12344.07	C	0.00	0.00	250.00
345	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.013	10
		12344.07	T	0.00	0.00	250.00
346	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.092	10
		86355.11	T	0.00	0.00	400.00
347	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	10
		9645.31	C	0.00	0.00	250.00
348	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.010	10
		9645.33	T	0.00	0.00	250.00
349	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.071	10
		66502.18	T	0.00	0.00	400.00
350	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.011	10
		9888.76	C	0.00	0.00	250.00
351	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.011	10
		9888.76	T	0.00	0.00	250.00
352	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.054	10
		50856.06	T	0.00	0.00	400.00
353	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.025	11
		21287.96	C	0.00	0.00	250.00
354	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.051	11
		22211.65	T	-172733.56	-66072.66	250.00
355	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.038	11
		35131.36	T	0.00	0.00	400.00
356	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.224	11
		209668.08	T	0.00	0.00	400.00
357	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.181	11
		169296.91	T	0.00	0.00	400.00
358	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.158	11
		147766.34	T	0.00	0.00	400.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NUMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
359	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.102	10
		95487.61	T	0.00	0.00	400.00
360	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.115	10
		107894.03	T	0.00	0.00	400.00
361	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.128	10
		119946.68	T	0.00	0.00	400.00
362	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.142	11
		132312.59	T	0.00	0.00	400.00
363	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.249	11
		232991.47	T	0.00	0.00	400.00
364	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.191	10
		178970.81	T	0.00	0.00	400.00
365	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.167	10
		155714.17	T	0.00	0.00	400.00
366	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.151	10
		141487.58	T	0.00	0.00	400.00
367	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.139	10
		130088.02	T	0.00	0.00	400.00
368	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.127	10
		119093.29	T	0.00	0.00	400.00
369	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.115	10
		107689.29	T	0.00	0.00	400.00
370	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.102	10
		95608.24	T	0.00	0.00	400.00
371	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.089	10
		82783.20	T	0.00	0.00	400.00
372	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.074	10
		69409.79	T	0.00	0.00	400.00
373	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	10
		56849.39	T	0.00	0.00	400.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
374	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.055	10
		51032.54 T	0.00	0.00	400.00
375	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	10
		56714.59 T	0.00	0.00	400.00
376	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.074	10
		69181.82 T	0.00	0.00	400.00
377	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.088	10
		82542.71 T	0.00	0.00	400.00
378	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.249	10
		232807.73 T	0.00	0.00	400.00
379	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.191	11
		178922.27 T	0.00	0.00	400.00
380	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.167	11
		155725.94 T	0.00	0.00	400.00
381	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.151	11
		141543.59 T	0.00	0.00	400.00
382	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.139	11
		130185.14 T	0.00	0.00	400.00
383	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.128	11
		119231.52 T	0.00	0.00	400.00
384	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.115	11
		107869.74 T	0.00	0.00	400.00
385	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.103	11
		95833.46 T	0.00	0.00	400.00
386	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.089	11
		83059.41 T	0.00	0.00	400.00
387	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.075	11
		69749.13 T	0.00	0.00	400.00
388	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	11
		57188.45 T	0.00	0.00	400.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
389	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.055	11
	51307.32 T		0.00	0.00	400.00
390	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.061	11
	56936.00 T		0.00	0.00	400.00
391	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.074	11
	69354.87 T		0.00	0.00	400.00
392	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.088	11
	82669.12 T		0.00	0.00	400.00
393	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.102	11
	95568.04 T		0.00	0.00	400.00
394	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.115	11
	107928.85 T		0.00	0.00	400.00
395	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.128	11
	119936.29 T		0.00	0.00	400.00
396	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.142	10
	132257.23 T		0.00	0.00	400.00
397	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.158	10
	147664.94 T		0.00	0.00	400.00
398	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.181	10
	169143.27 T		0.00	0.00	400.00
399	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.224	10
	209437.19 T		0.00	0.00	400.00
564	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	11
	100191.23 C		0.00	0.00	250.30
565	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	11
	100169.16 C		0.00	0.00	250.30
566	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	10
	100189.10 C		0.00	0.00	250.30
567	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	10
	100163.92 C		0.00	0.00	250.30

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

BER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
568	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	11
		100190.98 C	0.00	0.00	250.30
569	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	11
		100169.18 C	0.00	0.00	250.30
570	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	10
		100188.85 C	0.00	0.00	250.30
571	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.116	10
		100163.95 C	0.00	0.00	250.30
572	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.077	10
		1493.46 C	408.65	2840.91	0.00
573	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.077	11
		1497.56 C	-409.97	2850.45	0.00
574	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.069	10
		1974.89 C	213.95	85.47	0.00
575	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.069	11
		1978.98 C	-213.80	85.45	0.00
576	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.087	10
		2476.44 C	433.53	116.76	0.00
577	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.088	11
		2480.52 C	-433.38	116.74	0.00
578	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.207	10
		2988.02 C	650.81	180.91	0.00
579	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.207	11
		2992.09 C	-650.65	180.89	0.00
580	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.243	10
		3518.91 C	895.23	191.85	0.00
581	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.243	11
		3522.97 C	-895.07	191.83	0.00
582	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.278	10
		4025.98 C	1131.88	229.98	0.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
583	LD L90X90X9	PASS 4030.04 C	LRFD-H1-1A-C -1131.72	0.278 229.96	11 0.00
596	LD L90X90X9	PASS 1491.75 C	LRFD-H1-1B-C -142.12	0.052 -43.07	10 498.51
597	LD L90X90X9	PASS 1495.84 C	LRFD-H1-1B-C 141.98	0.052 -43.04	11 498.50
598	LD L90X90X9	PASS 1974.34 C	LRFD-H1-1B-C -337.44	0.070 -123.45	10 497.40
599	LD L90X90X9	PASS 1978.42 C	LRFD-H1-1B-C 337.29	0.070 -123.42	11 497.39
600	LD L90X90X9	PASS 2475.84 C	LRFD-H1-1B-C -565.78	0.088 -153.93	10 496.52
601	LD L90X90X9	PASS 2479.92 C	LRFD-H1-1B-C 565.64	0.088 -153.91	11 496.52
602	LD L90X90X9	PASS 2987.38 C	LRFD-H1-1A-C -791.23	0.207 -215.67	10 495.62
603	LD L90X90X9	PASS 2991.46 C	LRFD-H1-1A-C 791.09	0.207 -215.65	11 495.62
604	LD L90X90X9	PASS 3518.25 C	LRFD-H1-1A-C -1040.27	0.243 -224.12	10 494.93
605	LD L90X90X9	PASS 3522.32 C	LRFD-H1-1A-C 1040.14	0.244 -224.10	11 494.92
606	LD L90X90X9	PASS 4025.33 C	LRFD-H1-1A-C -1272.40	0.278 -257.15	10 494.23
607	LD L90X90X9	PASS 4029.40 C	LRFD-H1-1A-C 1272.27	0.278 -257.13	11 494.23
664	LD L90X90X9	PASS 583.27 C	COMPRESSION 0.00	0.039 0.00	4 492.44
665	LD L90X90X9	PASS 589.16 C	COMPRESSION 0.00	0.039 0.00	5 492.45

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NUMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
666	LD L90X90X9	PASS 583.28 C	COMPRESSION 0.00	0.039 0.00	4 492.45
667	LD L90X90X9	PASS 589.16 C	COMPRESSION 0.00	0.039 0.00	5 492.44
668	LD L90X90X9	PASS 591.87 C	COMPRESSION 0.00	0.040 0.00	10 492.44
669	LD L90X90X9	PASS 597.77 C	COMPRESSION 0.00	0.040 0.00	11 492.45
670	LD L90X90X9	PASS 591.88 C	COMPRESSION 0.00	0.040 0.00	10 492.45
671	LD L90X90X9	PASS 597.76 C	COMPRESSION 0.00	0.040 0.00	11 492.44
672	LD L90X90X9	PASS 503.50 C	COMPRESSION 0.00	0.034 0.00	4 492.44
673	LD L90X90X9	PASS 509.39 C	COMPRESSION 0.00	0.034 0.00	5 492.45
674	LD L90X90X9	PASS 503.50 C	COMPRESSION 0.00	0.034 0.00	4 492.45
675	LD L90X90X9	PASS 509.38 C	COMPRESSION 0.00	0.034 0.00	5 492.44
676	LD L90X90X9	PASS 512.10 C	COMPRESSION 0.00	0.034 0.00	10 492.44
677	LD L90X90X9	PASS 517.99 C	COMPRESSION 0.00	0.035 0.00	11 492.45
678	LD L90X90X9	PASS 512.10 C	COMPRESSION 0.00	0.034 0.00	10 492.45
679	LD L90X90X9	PASS 517.99 C	COMPRESSION 0.00	0.035 0.00	11 492.44
680	LD L90X90X9	PASS 423.72 C	COMPRESSION 0.00	0.028 0.00	4 492.44

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
681	LD L90X90X9	PASS 429.61 C	COMPRESSION 0.00	0.029 0.00	5 492.45
682	LD L90X90X9	PASS 423.72 C	COMPRESSION 0.00	0.028 0.00	4 492.45
683	LD L90X90X9	PASS 429.61 C	COMPRESSION 0.00	0.029 0.00	5 492.44
684	LD L90X90X9	PASS 432.32 C	COMPRESSION 0.00	0.029 0.00	10 492.44
685	LD L90X90X9	PASS 438.21 C	COMPRESSION 0.00	0.029 0.00	11 492.45
686	LD L90X90X9	PASS 432.33 C	COMPRESSION 0.00	0.029 0.00	10 492.45
687	LD L90X90X9	PASS 438.21 C	COMPRESSION 0.00	0.029 0.00	11 492.44
688	LD L90X90X9	PASS 343.95 C	COMPRESSION 0.00	0.023 0.00	4 492.44
689	LD L90X90X9	PASS 349.84 C	COMPRESSION 0.00	0.023 0.00	5 492.45
690	LD L90X90X9	PASS 343.95 C	COMPRESSION 0.00	0.023 0.00	4 492.45
691	LD L90X90X9	PASS 349.83 C	COMPRESSION 0.00	0.023 0.00	5 492.44
692	LD L90X90X9	PASS 352.55 C	COMPRESSION 0.00	0.024 0.00	10 492.44
693	LD L90X90X9	PASS 358.44 C	COMPRESSION 0.00	0.024 0.00	11 492.45
694	LD L90X90X9	PASS 352.55 C	COMPRESSION 0.00	0.024 0.00	10 492.45
695	LD L90X90X9	PASS 358.44 C	COMPRESSION 0.00	0.024 0.00	11 492.44

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
696	LD L90X90X9	PASS 264.17 C	COMPRESSION 0.00	0.018 0.00	4 492.44
697	LD L90X90X9	PASS 270.06 C	COMPRESSION 0.00	0.018 0.00	5 492.45
698	LD L90X90X9	PASS 264.17 C	COMPRESSION 0.00	0.018 0.00	4 492.45
699	LD L90X90X9	PASS 270.06 C	COMPRESSION 0.00	0.018 0.00	5 492.44
700	LD L90X90X9	PASS 272.77 C	COMPRESSION 0.00	0.018 0.00	10 492.44
701	LD L90X90X9	PASS 278.66 C	COMPRESSION 0.00	0.019 0.00	11 492.45
702	LD L90X90X9	PASS 272.77 C	COMPRESSION 0.00	0.018 0.00	10 492.45
703	LD L90X90X9	PASS 278.66 C	COMPRESSION 0.00	0.019 0.00	11 492.44
704	LD L90X90X9	PASS 184.40 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	4 492.44
705	LD L90X90X9	PASS 190.28 C	COMPRESSION 0.00	0.013 0.00	5 492.45
706	LD L90X90X9	PASS 184.40 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	4 492.45
707	LD L90X90X9	PASS 190.28 C	COMPRESSION 0.00	0.013 0.00	5 492.44
708	LD L90X90X9	PASS 193.00 C	COMPRESSION 0.00	0.013 0.00	10 492.44
709	LD L90X90X9	PASS 198.89 C	COMPRESSION 0.00	0.013 0.00	11 492.45
710	LD L90X90X9	PASS 193.00 C	COMPRESSION 0.00	0.013 0.00	10 492.45

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
711	LD L90X90X9	PASS 198.89 C	COMPRESSION 0.00	0.013 0.00	11 492.44
712	LD L90X90X9	PASS 104.62 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	4 492.44
713	LD L90X90X9	PASS 110.51 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	5 492.45
714	LD L90X90X9	PASS 104.62 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	4 492.45
715	LD L90X90X9	PASS 110.51 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	5 492.44
716	LD L90X90X9	PASS 113.22 C	COMPRESSION 0.00	0.008 0.00	10 492.44
717	LD L90X90X9	PASS 119.11 C	COMPRESSION 0.00	0.008 0.00	11 492.45
718	LD L90X90X9	PASS 113.22 C	COMPRESSION 0.00	0.008 0.00	10 492.45
719	LD L90X90X9	PASS 119.11 C	COMPRESSION 0.00	0.008 0.00	11 492.44
720	LD L90X90X9	PASS 24.84 C	COMPRESSION 0.00	0.002 0.00	4 492.44
721	LD L90X90X9	PASS 30.73 C	COMPRESSION 0.00	0.002 0.00	5 492.45
722	LD L90X90X9	PASS 24.84 C	COMPRESSION 0.00	0.002 0.00	4 492.45
723	LD L90X90X9	PASS 30.73 C	COMPRESSION 0.00	0.002 0.00	5 492.44
724	LD L90X90X9	PASS 97.53 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	11 492.44
725	LD L90X90X9	PASS 103.42 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	10 492.45

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NUMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
726	LD L90X90X9	PASS 97.53 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	11 492.45
727	LD L90X90X9	PASS 103.42 C	COMPRESSION 0.00	0.007 0.00	10 492.44
728	LD L90X90X9	PASS 88.93 C	COMPRESSION 0.00	0.006 0.00	5 492.44
729	LD L90X90X9	PASS 94.82 C	COMPRESSION 0.00	0.006 0.00	4 492.45
730	LD L90X90X9	PASS 88.93 C	COMPRESSION 0.00	0.006 0.00	5 492.45
731	LD L90X90X9	PASS 94.82 C	COMPRESSION 0.00	0.006 0.00	4 492.44
732	LD L90X90X9	PASS 177.31 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	11 492.44
733	LD L90X90X9	PASS 183.20 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	10 492.45
734	LD L90X90X9	PASS 177.31 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	11 492.45
735	LD L90X90X9	PASS 183.20 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	10 492.44
736	LD L90X90X9	PASS 168.71 C	COMPRESSION 0.00	0.011 0.00	5 492.44
737	LD L90X90X9	PASS 174.59 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	4 492.45
738	LD L90X90X9	PASS 168.71 C	COMPRESSION 0.00	0.011 0.00	5 492.45
739	LD L90X90X9	PASS 174.59 C	COMPRESSION 0.00	0.012 0.00	4 492.44
740	LD L90X90X9	PASS 257.08 C	COMPRESSION 0.00	0.017 0.00	11 492.44

ALL UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NUMBER	TABLE	RESULT/ FK	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
741	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.018	10
		262.97 C	0.00	0.00	492.45
742	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.017	11
		257.09 C	0.00	0.00	492.45
743	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.018	10
		262.97 C	0.00	0.00	492.44
744	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.017	5
		248.48 C	0.00	0.00	492.44
745	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.017	4
		254.37 C	0.00	0.00	492.45
746	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.017	5
		248.48 C	0.00	0.00	492.45
747	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.017	4
		254.37 C	0.00	0.00	492.44
748	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.022	11
		336.86 C	0.00	0.00	492.44
749	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.023	10
		342.75 C	0.00	0.00	492.45
750	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.022	11
		336.86 C	0.00	0.00	492.45
751	LD L90X90X9	PASS	COMPRESSION	0.023	10
		342.75 C	0.00	0.00	492.44
863	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.002	9
		1318.56 T	-65.42	-38.49	75.00
864	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.004	9
		2463.41 T	-91.01	5.43	150.00
865	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.309	10
		4486.80 C	1368.79	210.09	0.00
866	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.310	11
		4490.86 C	-1368.63	210.08	0.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

IER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
167	LD L90X90X9	PASS 4876.58 C	LRFD-H1-1A-C 1577.91	0.336 213.44	10 0.00
168	LD L90X90X9	PASS 4880.63 C	LRFD-H1-1A-C -1577.75	0.336 213.42	11 0.00
169	LD L90X90X9	PASS 5151.17 C	LRFD-H1-1A-C 1755.01	0.354 157.65	10 0.00
170	LD L90X90X9	PASS 5155.21 C	LRFD-H1-1A-C -1754.84	0.355 157.64	11 0.00
171	LD L90X90X9	PASS 5273.57 C	LRFD-H1-1A-C 1869.14	0.363 130.25	10 0.00
172	LD L90X90X9	PASS 5277.61 C	LRFD-H1-1A-C -1868.97	0.363 130.25	11 0.00
173	LD L90X90X9	PASS 5384.00 C	LRFD-H1-1A-C 1956.94	0.370 51.64	10 0.00
174	LD L90X90X9	PASS 5388.04 C	LRFD-H1-1A-C -1956.77	0.370 51.64	11 0.00
175	LD L90X90X9	PASS 4088.68 C	LRFD-H1-1A-C 1672.88	0.281 10.25	10 0.00
176	LD L90X90X9	PASS 4092.72 C	LRFD-H1-1A-C -1672.72	0.282 10.25	11 0.00
177	LD L90X90X9	PASS 5294.67 C	LRFD-H1-1A-C 1832.74	0.363 -68.84	11 0.00
178	LD L90X90X9	PASS 5298.71 C	LRFD-H1-1A-C -1832.57	0.363 -68.84	10 0.00
179	LD L90X90X9	PASS 5184.04 C	LRFD-H1-1A-C 1926.75	0.356 -113.72	11 0.00
180	LD L90X90X9	PASS 5188.08 C	LRFD-H1-1A-C -1926.58	0.357 -113.72	10 0.00
181	LD L90X90X9	PASS 5062.40 C	LRFD-H1-1A-C 1831.36	0.349 -186.25	11 0.00

L UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
882	LD L90X90X9	PASS 5066.45 C	LRFD-H1-1A-C -1831.19	0.349 -186.24	10 0.00
883	LD L90X90X9	PASS 4789.08 C	LRFD-H1-1A-C 1695.29	0.330 -207.11	11 0.00
884	LD L90X90X9	PASS 4793.13 C	LRFD-H1-1A-C -1695.12	0.330 -207.10	10 0.00
885	LD L90X90X9	PASS 4401.69 C	LRFD-H1-1A-C 1499.11	0.304 -252.53	11 0.00
886	LD L90X90X9	PASS 4405.74 C	LRFD-H1-1A-C -1498.95	0.304 -252.52	10 0.00
887	LD L90X90X9	PASS 3944.99 C	LRFD-H1-1A-C 1284.17	0.273 -238.90	11 0.00
888	LD L90X90X9	PASS 3949.05 C	LRFD-H1-1A-C -1284.00	0.273 -238.88	10 0.00
889	LD L90X90X9	PASS 3444.51 C	LRFD-H1-1A-C 1042.34	0.239 -244.26	11 0.00
890	LD L90X90X9	PASS 3448.57 C	LRFD-H1-1A-C -1042.18	0.239 -244.24	10 0.00
891	LD L90X90X9	PASS 2923.28 C	LRFD-H1-1B-C 809.06	0.104 -199.62	11 0.00
892	LD L90X90X9	PASS 2927.36 C	LRFD-H1-1B-C -808.90	0.105 -199.59	10 0.00
893	LD L90X90X9	PASS 2424.69 C	LRFD-H1-1B-C 572.70	0.086 -175.73	11 0.00
894	LD L90X90X9	PASS 2428.77 C	LRFD-H1-1B-C -572.55	0.087 -175.70	10 0.00
895	LD L90X90X9	PASS 1930.94 C	LRFD-H1-1B-C 362.73	0.068 -110.26	11 0.00
896	LD L90X90X9	PASS 1935.03 C	LRFD-H1-1B-C -362.58	0.069 -110.24	10 0.00

ALL UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
897	LD L90X90X9	PASS 1493.66 C	LRFD-H1-1B-C 159.41	0.052 -69.34	11 0.00
898	LD L90X90X9	PASS 1497.76 C	LRFD-H1-1B-C -159.26	0.053 -69.31	10 0.00
899	LD L90X90X9	PASS 4486.20 C	LRFD-H1-1A-C -1498.83	0.310 -232.25	10 493.72
900	LD L90X90X9	PASS 4490.26 C	LRFD-H1-1A-C 1498.70	0.310 -232.24	11 493.72
901	LD L90X90X9	PASS 4876.08 C	LRFD-H1-1A-C -1686.99	0.336 -227.07	10 493.24
902	LD L90X90X9	PASS 4880.13 C	LRFD-H1-1A-C 1686.86	0.336 -227.06	11 493.24
903	LD L90X90X9	PASS 5150.82 C	LRFD-H1-1A-C -1830.64	0.354 -165.29	10 492.89
904	LD L90X90X9	PASS 5154.88 C	LRFD-H1-1A-C 1830.51	0.355 -165.29	11 492.89
905	LD L90X90X9	PASS 5273.33 C	LRFD-H1-1A-C -1921.03	0.362 -134.00	10 492.64
906	LD L90X90X9	PASS 5277.39 C	LRFD-H1-1A-C 1920.90	0.363 -134.00	11 492.64
907	LD L90X90X9	PASS 5384.56 C	LRFD-H1-1A-C -1830.65	0.369 -48.35	10 492.50
908	LD L90X90X9	PASS 5388.62 C	LRFD-H1-1A-C 1830.52	0.369 -48.34	11 492.49
909	LD L90X90X9	PASS 4088.66 C	LRFD-H1-1A-C -1672.07	0.281 -10.23	10 492.45
910	LD L90X90X9	PASS 4092.71 C	LRFD-H1-1A-C 1671.94	0.282 -10.23	11 492.44
911	LD L90X90X9	PASS 5294.07 C	LRFD-H1-1A-C -1959.80	0.364 72.23	11 492.50

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NUMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
912	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.364	10
		5298.12 C	1959.68	72.23	492.49
913	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.356	11
		5184.29 C	-1874.35	109.45	492.64
914	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.357	10
		5188.34 C	1874.23	109.45	492.64
915	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.349	11
		5062.74 C	-1756.69	178.50	492.89
916	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.349	10
		5066.80 C	1756.57	178.49	492.89
917	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.330	11
		4789.57 C	-1585.89	193.78	493.24
918	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.330	10
		4793.62 C	1585.76	193.78	493.24
919	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.304	11
		4402.28 C	-1370.48	230.33	493.72
920	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.304	10
		4406.34 C	1370.35	230.32	493.72
921	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.273	11
		3945.62 C	-1144.18	212.02	494.23
922	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.273	10
		3949.69 C	1144.04	212.01	494.23
923	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.238	11
		3445.15 C	-899.44	212.66	494.93
924	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.239	10
		3449.22 C	899.30	212.65	494.92
925	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.104	11
		2923.91 C	-670.38	165.25	495.62
926	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.104	10
		2927.99 C	670.24	165.23	495.62

L UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
927	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.086	11
		2425.28 C	-442.61	139.64	496.52
928	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.086	10
		2429.35 C	442.46	139.62	496.52
929	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.068	11
		1931.48 C	-243.58	73.61	497.40
930	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.068	10
		1935.56 C	243.44	73.59	497.39
931	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.074	11
		1495.20 C	-384.30	2483.96	498.51
932	LD L90X90X9	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.074	10
		1499.30 C	384.98	2494.46	498.50
933	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.006	9
		3616.56 T	-80.98	-22.84	0.00
934	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.008	9
		4774.81 T	-100.44	23.48	0.00
935	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.010	9
		5908.90 T	-88.97	-0.64	150.00
936	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.012	9
		6962.42 T	-93.88	48.09	150.00
937	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.014	9
		7895.89 T	-77.10	25.56	300.00
938	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.015	9
		8647.63 T	-66.00	72.68	300.00
939	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.016	9
		9144.27 T	-36.34	42.63	675.00
940	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.016	9
		9485.80 T	-33.63	86.46	900.00
941	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.015	9
		8514.65 T	159.56	45.50	0.00

ALL UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
942	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.015	9
		8514.86 T	-158.68	82.84	225.00
943	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.016	9
		9486.80 T	30.81	49.05	900.00
944	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.016	9
		9146.74 T	40.87	80.63	450.00
945	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.015	9
		8652.27 T	59.43	35.43	750.00
946	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.014	9
		7904.21 T	84.81	61.76	450.00
947	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.012	9
		6976.96 T	83.85	13.17	225.00
948	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.010	9
		5933.42 T	99.18	33.73	150.00
949	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.008	9
		4814.27 T	86.92	-9.67	75.00
950	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.006	9
		3676.72 T	93.57	10.73	0.00
951	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.004	9
		2542.50 T	74.96	-26.65	225.00
952	ST H250X250X9	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.003	9
		1445.72 T	77.66	-4.37	0.00

***** END OF TABULATED RESULT OF DESIGN *****

162. PRINT SUPPORT REACTION LIST 68 69 258 260

SUPPORT REACTIONS -UNIT KG CM STRUCTURE TYPE = SPACE

INT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
68	1	0.11	339552.50	27323.97	0.00	0.00	0.00
	2	0.01	33985.72	2542.82	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	7344.31	591.00	0.00	0.00	0.00
	4	-14330.64	-2868.95	4454.59	0.00	0.00	0.00
	5	15088.29	2888.29	-4415.51	0.00	0.00	0.00
	6	0.13	407493.47	32599.18	0.00	0.00	0.00
	7	-14330.52	370638.81	34510.96	0.00	0.00	0.00
	8	15088.41	376396.03	25640.86	0.00	0.00	0.00
	9	0.13	422182.09	33781.18	0.00	0.00	0.00
	10	-14330.50	419313.16	38235.77	0.00	0.00	0.00
	11	15088.43	425070.38	29365.68	0.00	0.00	0.00
69	1	0.000E+00	3.396E+05	9.640E+03	-6.391E+04	-3.067E+07	0.000E+00
	2	0.000E+00	3.399E+04	8.971E+02	-5.947E+03	-2.854E+06	0.000E+00
	3	0.00	7344.31	208.50	-1382.30	-663386.94	0.00
	4	0.000E+00	-1.324E+03	3.341E+03	5.510E+05	1.326E+06	0.000E+00
	5	0.000E+00	1.309E+03	-3.280E+03	-5.491E+05	-1.398E+06	0.000E+00
	6	0.000E+00	4.075E+05	1.150E+04	-7.625E+04	-3.659E+07	0.000E+00
	7	0.000E+00	3.722E+05	1.394E+04	4.807E+05	-3.241E+07	0.000E+00
	8	0.000E+00	3.748E+05	7.324E+03	-6.194E+05	-3.514E+07	0.000E+00
	9	0.000E+00	4.222E+05	1.192E+04	-7.901E+04	-3.792E+07	0.000E+00
	10	0.000E+00	4.209E+05	1.526E+04	4.720E+05	-3.659E+07	0.000E+00
	11	0.000E+00	4.235E+05	8.638E+03	-6.281E+05	-3.932E+07	0.000E+00
258	1	-0.11	339552.50	-27323.98	0.00	0.00	0.00
	2	-0.01	33985.72	-2542.82	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	7344.31	-591.00	0.00	0.00	0.00
	4	14330.64	2868.95	4264.34	0.00	0.00	0.00
	5	-15088.29	-2888.29	-4605.76	0.00	0.00	0.00
	6	-0.13	407493.47	-32599.20	0.00	0.00	0.00
	7	14330.52	376376.72	-25792.04	0.00	0.00	0.00
	8	-15088.41	370619.50	-34662.14	0.00	0.00	0.00
	9	-0.13	422182.09	-33781.20	0.00	0.00	0.00
	10	14330.50	425051.06	-29516.87	0.00	0.00	0.00
	11	-15088.43	419293.81	-38386.96	0.00	0.00	0.00
260	1	0.000E+00	3.396E+05	-9.640E+03	6.391E+04	3.067E+07	0.000E+00
	2	0.000E+00	3.399E+04	-8.971E+02	5.948E+03	2.854E+06	0.000E+00
	3	0.00	7344.31	-208.50	1382.32	663387.00	0.00
	4	0.000E+00	1.324E+03	3.151E+03	5.509E+05	1.325E+06	0.000E+00
	5	0.000E+00	-1.309E+03	-3.470E+03	-5.492E+05	-1.398E+06	0.000E+00
	6	0.000E+00	4.075E+05	-1.150E+04	7.625E+04	3.659E+07	0.000E+00
	7	0.000E+00	3.748E+05	-7.453E+03	6.212E+05	3.506E+07	0.000E+00
	8	0.000E+00	3.722E+05	-1.407E+04	-4.789E+05	3.234E+07	0.000E+00
	9	0.000E+00	4.222E+05	-1.192E+04	7.901E+04	3.792E+07	0.000E+00
	10	0.000E+00	4.235E+05	-8.767E+03	6.300E+05	3.924E+07	0.000E+00
	11	0.000E+00	4.209E+05	-1.539E+04	-4.702E+05	3.652E+07	0.000E+00

***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

463. LOAD LIST 10 11

464. PRINT MEMBER FORCES LIST 520 TO 563

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- KG CM

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
520	10	71	-23787.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		70	23787.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	71	-24973.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		70	24973.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
521	10	73	-34558.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72	34558.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	73	-35070.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72	35070.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
522	10	75	-38114.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		74	38114.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	75	-38313.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		74	38313.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
523	10	77	-39063.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		76	39063.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	77	-39132.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		76	39132.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
524	10	79	-38823.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		78	38823.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	79	-38836.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		78	38836.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
525	10	81	-38178.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80	38178.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	81	-38161.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80	38161.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
526	10	83	-37491.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		82	37491.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	83	-37448.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		82	37448.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
527	10	85	-36670.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84	36670.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	85	-36602.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84	36602.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
528	10	96	-35544.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	35544.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	96	-35453.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		123	35453.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- KG CM

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
529	10	86	-33125.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		124	33125.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	86	-33029.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		124	33029.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
530	10	99	-27246.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		125	27246.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	99	-27188.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		125	27188.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
531	10	103	-30629.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		136	30629.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	103	-30988.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		136	30988.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
532	10	105	-36133.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		135	36133.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	105	-36252.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		135	36252.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
533	10	107	-38070.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		134	38070.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	107	-38101.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		134	38101.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
534	10	109	-38641.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		133	38641.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	109	-38641.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		133	38641.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
535	10	111	-38427.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		132	38427.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	111	-38411.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		132	38411.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
536	10	113	-37896.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		131	37896.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	113	-37863.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		131	37863.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
537	10	115	-37319.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		130	37319.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	115	-37263.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		130	37263.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
538	10	117	-36573.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		129	36573.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- KG CM

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
	11	117	-36492.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		129	36492.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
539	10	119	-35495.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		128	35495.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	119	-35391.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		128	35391.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
540	10	121	-33102.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		127	33102.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	121	-32997.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		127	32997.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
541	10	101	-27239.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	27239.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	101	-27182.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126	27182.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
542	10	2	-24936.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1	24936.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	2	-23751.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1	23751.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
543	10	4	-35057.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	35057.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	4	-34544.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	34544.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
544	10	6	-38308.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5	38308.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	6	-38110.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		5	38110.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
545	10	8	-39131.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		7	39131.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	8	-39062.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		7	39062.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
546	10	10	-38836.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	38836.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	10	-38823.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		9	38823.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
547	10	12	-38161.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		11	38161.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	12	-38179.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		11	38179.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

ALL UNITS ARE -- KG CM

MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
548	10	14	-37448.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		13	37448.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	14	-37491.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		13	37491.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
549	10	16	-36602.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15	36602.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	16	-36670.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15	36670.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
550	10	27	-35453.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		54	35453.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	27	-35544.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		54	35544.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
551	10	17	-33030.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		259	33030.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	17	-33126.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		259	33126.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
552	10	30	-27190.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		55	27190.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	30	-27248.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		55	27248.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
553	10	34	-30974.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		66	30974.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	34	-30615.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		66	30615.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
554	10	36	-36249.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		65	36249.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	36	-36130.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		65	36130.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
555	10	38	-38101.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		64	38101.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	38	-38070.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		64	38070.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
556	10	40	-38642.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63	38642.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	40	-38642.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63	38642.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
557	10	42	-38413.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		62	38413.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

MEMBER END FORCES STRUCTURE TYPE = SPACE

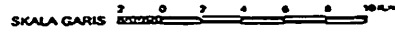
ALL UNITS ARE -- KG CM

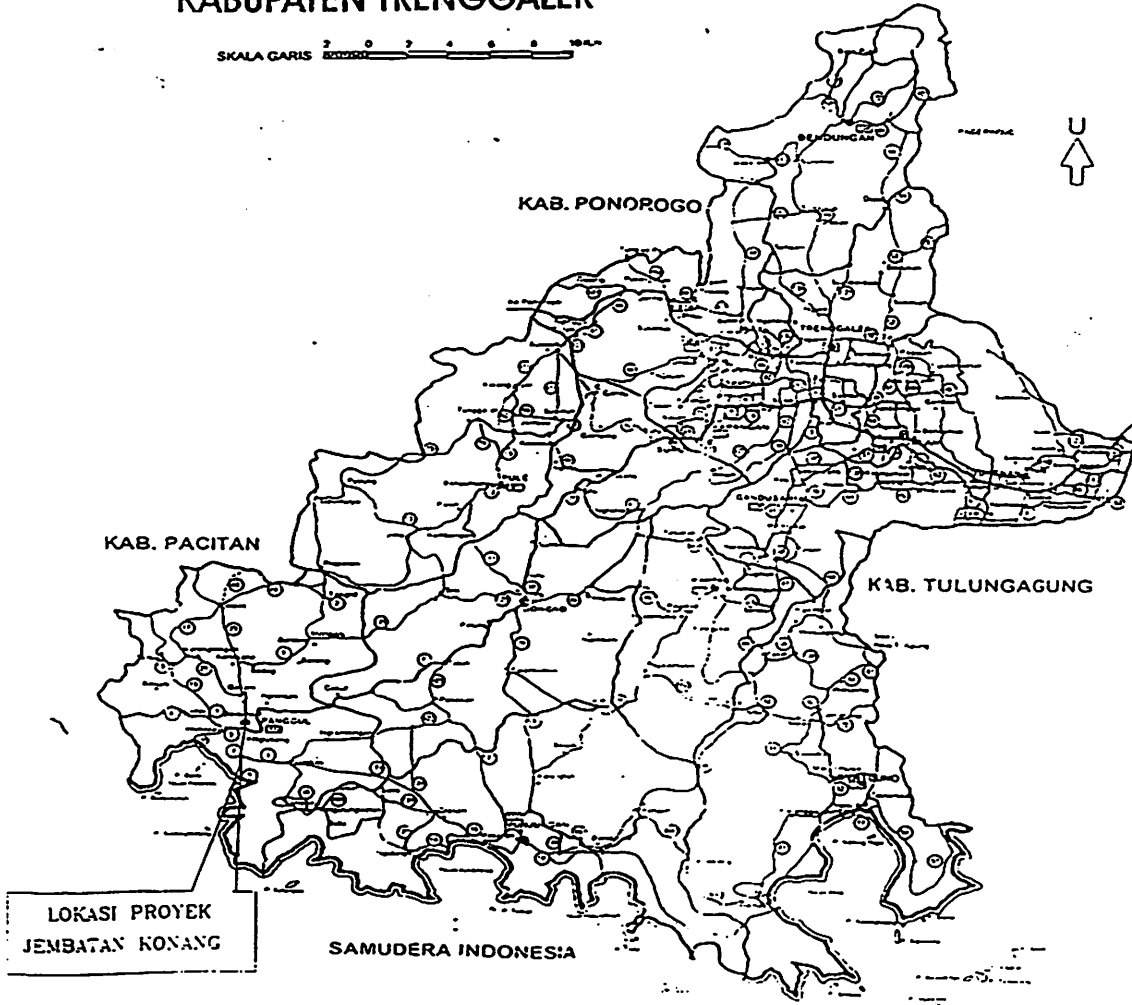
MEMBER	LOAD	JT	AXIAL	SHEAR-Y	SHEAR-Z	TORSION	MOM-Y	MOM-Z
	11	42	-38429.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		62	38429.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
558	10	44	-37865.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		61	37865.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	44	-37898.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		61	37898.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
559	10	46	-37266.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60	37266.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	46	-37321.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60	37321.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
560	10	48	-36495.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		59	36495.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	48	-36577.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		59	36577.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
561	10	50	-35397.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		58	35397.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	50	-35501.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		58	35501.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
562	10	52	-33003.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		57	33003.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	52	-33108.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		57	33108.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
563	10	32	-27187.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		56	27187.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	32	-27244.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		56	27244.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00


***** END OF LATEST ANALYSIS RESULT *****

165. FINISH

PETA KABUPATEN TRENGGALEK

SKALA GARIS 



DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK	
SUMBER DATA	
DINAS BINA MARGA DAN PERUMBAH UMUM AGOSTUS 2023	
KEGAWAT	
PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN	
PEKERJA	
STRUKTUR JEMBATAN KAPAL - KUNJUNG	
JEMBATAN	
DAMPAK	
LOKASI JEMBATAN	
PETA	
MENTOR/MOGOTAMU	LENGKAP
KEPALA DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK <i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO NP. 510 111 087	
KABID PERENCANAAN DAN PENTUSUMAN PROGRAM MURNI S. ST NP. 510 111 509	
KASI PERENCANAAN S. KUNYO ST NP. 510 091 173	<i>[Signature]</i>
KONSULIN	
 PERSEKUTUAN KONSULTAN CV. BAYUDHA KONSULTAN	
REVISI	REVISI
<i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO	<i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO
<i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO	<i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO
<i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO	<i>[Signature]</i> Y. DUKO WILLO
GABAR	SISA
PETA TRENGGALEK	

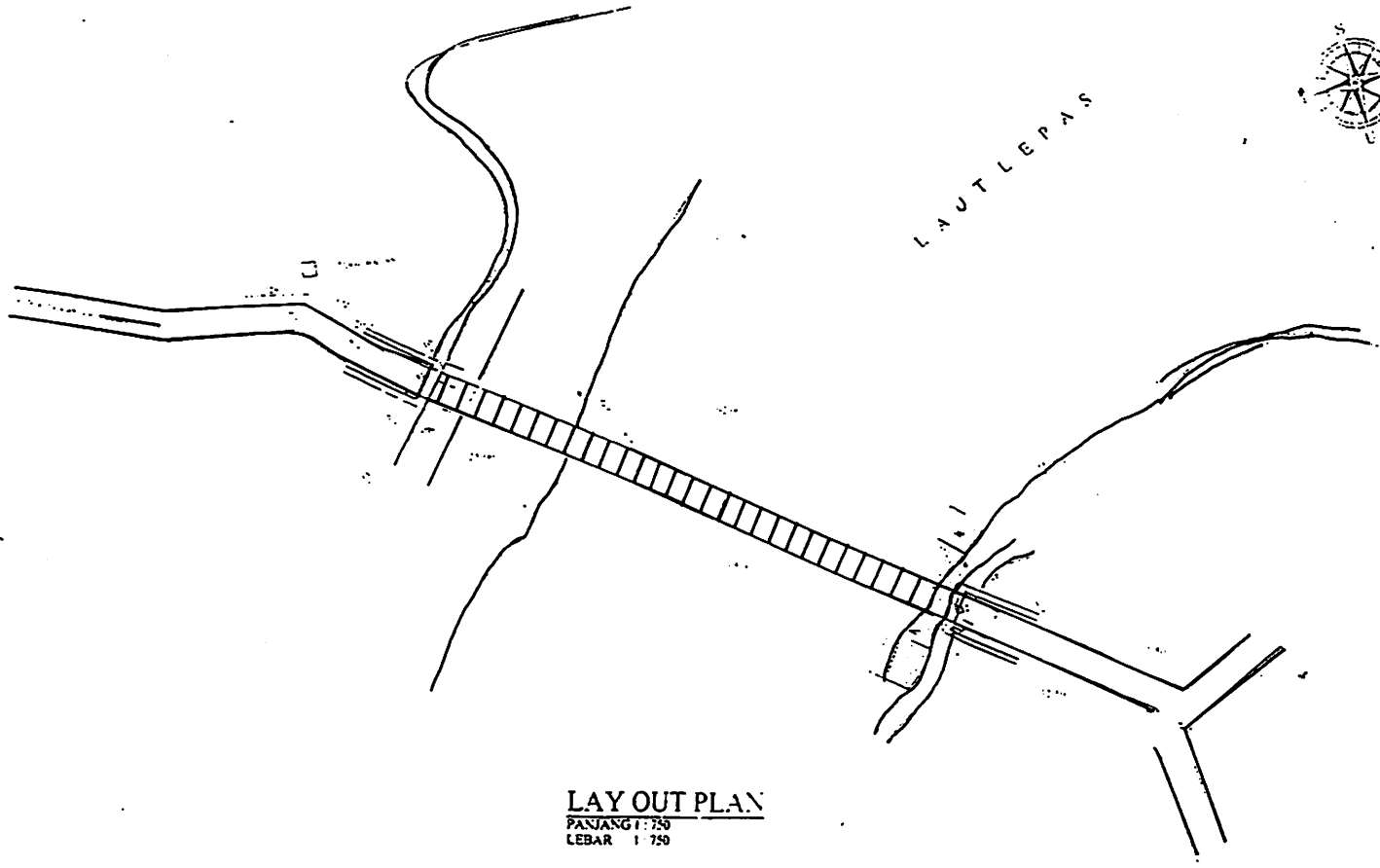
SIMPULAN DAN LEGENDA

	KABUPATEN / KOTAMADYA
	KECAMATAN
	KOTA LAIN
	BATAS KABUPATEN / KOTAMADYA
	JALAN PRCPINSI
	JALAN KABUPATEN / KOTAMADYA
	JALAN KERETA API
	LEBAR JALAN (B=8p+2Bs)
	LEBAR PERKERASAN
	LEBAR BAHU JALAN
	LEBAR DASAR SALURAN
	LEBAR PELEBARAN PADA TIKUNGAN
	AS JALAN
	DAMETER
	KEMIRINGAN MELINTANG PERKERASAN
	PERSEN
	SUDUT TIKUNGAN
	JARI-JARI TIKUNGAN
	PANJANG TIKUNGAN
	KABUPATEN / KOTAMADYA
	ELEVASI (KETINGGIAN)
	KILOMETER
	MAKSIMUM
	MINIMUM
	STASION
	BENCH MARK
	NIRI
	TINGGI



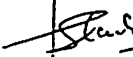


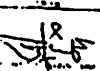
	LAPIS PERMUKAAN
	LAPIS PONDASI ATAS
	LAPIS PONDASI BAWAH
	MUKA AIR NORMAL
	MUKA AIR BANJIR
	P: DARI LINGKUNG HORIZONTAL
	PVI DARI LINGKUNG VERTIKAL
	TS DAN ST (a-c) dan akhir lengkungan)
	SUNGAI
	GARIS KETINGGIAN (RONTUR)
	TIMBUNAN TANAH / URUGAN
	GAJIAN TANAH
	TEMBOK PENAHAN TANAH
	SALURAN TANAH
	SALURAN DIPERKERAS
	GORONG-GORONG YANG ADA
	GORONG-GORONG RENCANA
	JEMBATAN YANG ADA
	JEMBATAN RENCANA
	GORONG-GORONG PERSEGI
	BANGUNAN RUMAH
	BANGUNAN YANG DI GUSUR
	MASJID
	GEREJA
	KUIL
	KELEMBENG
	TIANG PENUNTUN
	TIANG PENUNTUN RENCANA

	DAERAH MILIK JALAN
	RAMBU LALU LINTAS
	PATOK TRIANGULASI
	PAL KM
	TIANG LISTRIK
	KUBURAN ISLAM
	KUBURAN KRISTEN
	KUBURAN TIONGHOA
	KUBURAN HINDU
	REL PENGAMAN
	SAWAH
	PAWA
	WADUK
	PERKEBUNAN
	MUKA TANAH ASLI
	RERUMPUTAN
	KEBUN KELAPA
	SEMAK-SEMAK
	LADANG
	KEBUN KAPET
	KOPI
	TEBU
	JATI
	CEVARA

DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEX		
SUMBER DAHA		
DAHA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA TAHAP ANGGARAN 2008		
KECIATAN		
PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN JEMBATAN KAWAN - MALAPAN		
JEMBATAN		
KAWAN		
LOKASI KECIATAN		
PANGOLA		
KESETUJUAN/KESETUJUAN	T.TANGAN	
KEPALA DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEX <i>(Signature)</i> N. DUKO WELLO KIP. STU 111 657		
KASIB PERENCANAAN DAN PENYUSUNAN PROGRAM		
M. KEMEN S. ST KIP. STU 111 657		
KASIB PERENCANAAN	<i>(Signature)</i>	
SI-KONSULTASI No. 510/099/115		
KONSULTAN		
BD PERSONIKWATER CV. BAYUICHA KONSULTAN		
TEAM LEADER	DIREKTUR	PENYUSUN JEMBATAN
<i>(Signature)</i>	<i>(Signature)</i>	<i>(Signature)</i>
CAMBER	SKALA	
SIMPULAN DAN LEGENDA		



LAY OUT PLAN
 PANJANG 1: 750
 LEBAR 1: 750

 PEMERINTAH KABUPATEN TRENGGALEK	
DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK	
SUMBER DANA DANA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA TAHUN ANGGARAN 2008	
KEGIATAN PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN	
PENJAJAN PENINGKATAN JEMBATAN LAMPAN MENUNGGAN	
JEMBATAN KUNING	
LOKASI/KEHATAN PANGOL	
MENYETUJI MENGETAHUI KEPALA DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK  <u>H. DRONO WALUYO</u> NIP. 510 111 067	T TANGAN
KABID PERENCANAAN DAN PENYUSUNAN PROGRAM <u>MUNIMUS ST</u> NIP. 510 111 067	
KAS PERENCANAAN SILVONIST No. 510111 067	
KONSIL: 1 1 1	
BD PERENCANAAN CV. BAYUHA KONSULTAN	
	
	



PEMERINTAH KABUPATEN
TRENGGALEK

DINAS BINA MARGA
KABUPATEN TRENGGALEK

SUMBER DANA

DANA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA
TANPA ANGGARAN 2008

KEGIATAN

PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN

PEKERJAAN

PENINGKATAN JEMBATAN
KAMPAN - MUNGGAH

JEMBATAN

KONANG

LOKASI KEGIATAN

PANGGOL

MENSETUJUI MENGETAHUI T.TANGAN

KAPAL & DINAS BINA MARGA
KABUPATEN TRENGGALEK

Signature

DR. DOKO WILUJO
NIP. 510 111 067

KARIB PERENCANAAN DAN
PENCATATAN PROGRAM

MS. KIMIN S. ST
NIP. 510 111 067

KAS PERENCANAAN

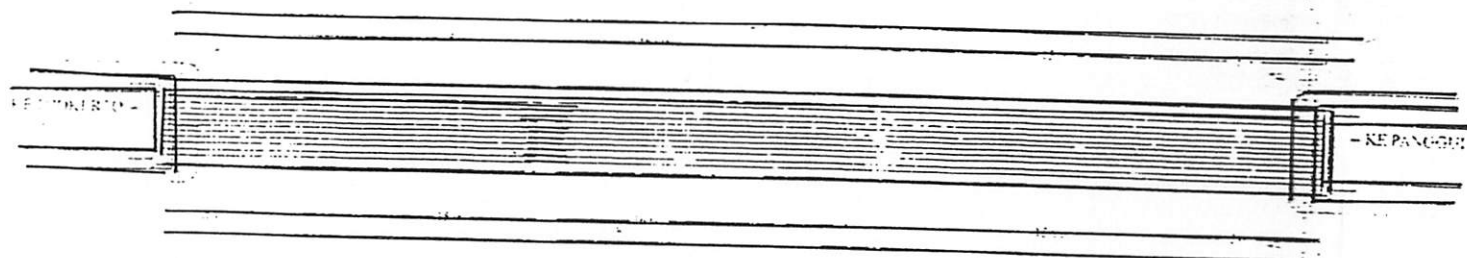
SL. KONO ST
NIP. 510 111 115

KONSULTAN

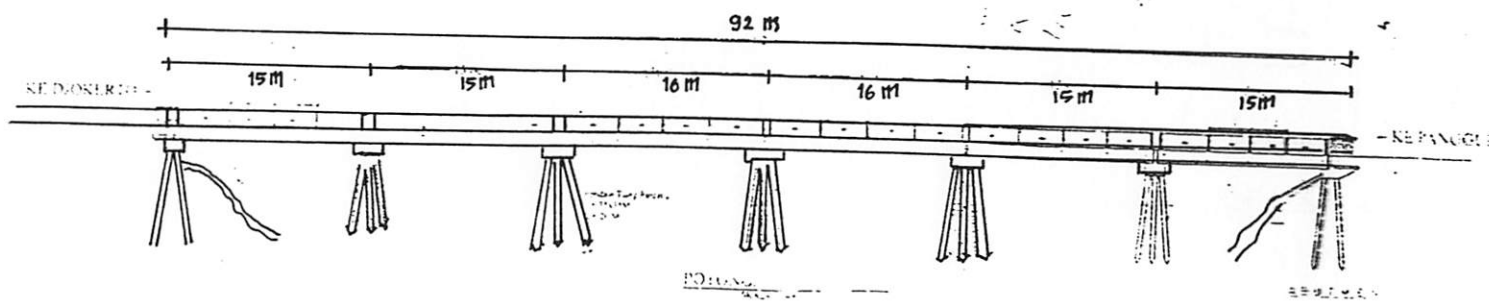
PERSEOROH KAWANDE
CV. BAYUDHA KONSULTAN

DISUSUN OLEH	DISUSUN OLEH
<i>Signature</i>	<i>Signature</i>
WAKIL KAWANDE	WAKIL KAWANDE

KETERANGAN	REVISI
1	1
2	2
3	3

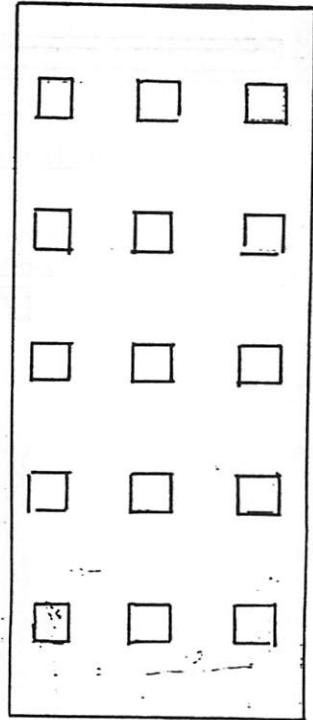


DENAH ATAS



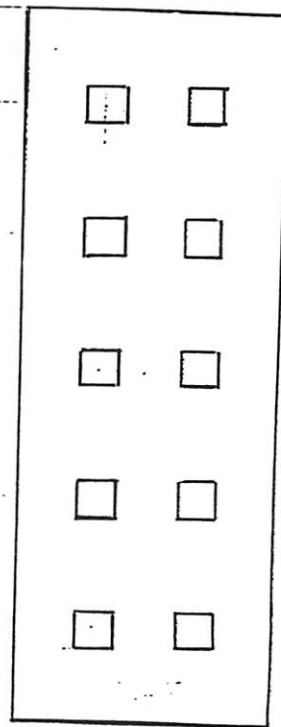
POJOK

3.00
0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50



DENAH TUMBUH PONDORAN

2.60
0.80 | 1.00 | 0.80



DENAH POER PADA ABUTMENT
SKALA 1:50



PEMERINTAH KABUPATEN TRENGGALEK

DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK

SUMBER DANA

DANA DOKUMEN ALY SARANA DAN PRASARANA

KEBANTUAN

PEMBANGUNAN, AWALAN DAN JEMBATAN

NO. SKETSA
TANGGAL
LOKASI

DISUSUN OLEH
DITANDA TANGAN

[Handwritten Signature]

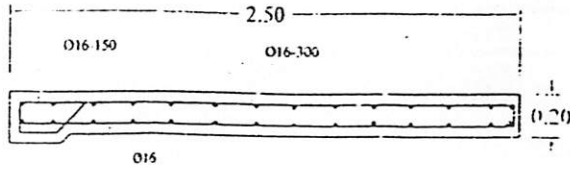
INSPEKSI DAN KONTROL

[Handwritten Signature]

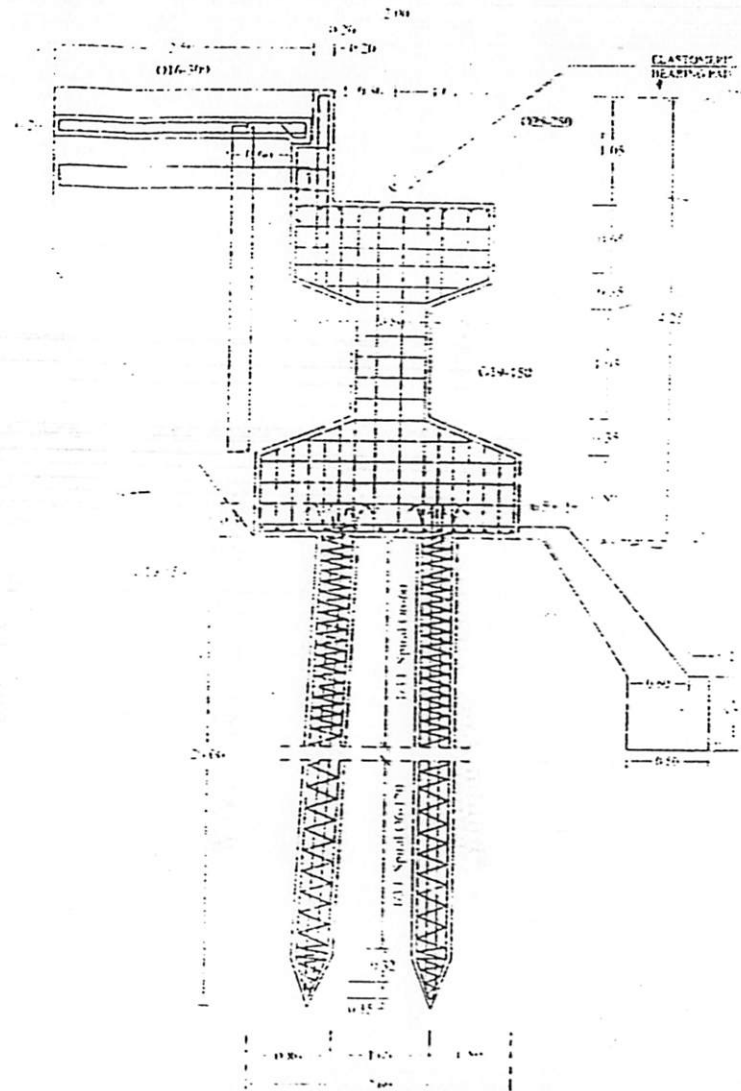
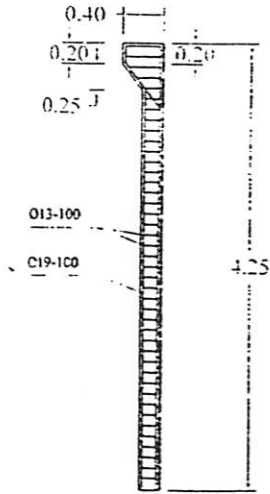
PENULANGAN ABUTMENT ARMI BOKOR

SKALA 1:50

PEMERINTAH KABUPATEN TRENGGALEK
DINAS BINA MARGA



PENULANGAN PLAT INJAK
SKALA 1 : 50



PENULANGAN ABUTMENT ARAH DJOKERTO
SKALA 1 : 50

TRENGGALEK	
DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK	
SUMBER DANA	
DANA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA TAHAP ANGGARAN 2018	
KEGIATAN	
PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBRATAN	
PEKERJAAN	
PENINGKATAN JEMBRATAN KAMPAS - MUNGKING	
JEMBRATAN	
KONANG	
LOKASI KEGIATAN	
PANGGUL	
MENYETUJUI/MENGETAHUI	T TANGAN
KEPALA DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK	
<i>[Signature]</i> DOKO WALUJO NIP. 510 111 687	
KABID PERENCANAAN DAN PENYUSUNAN PROGRAM	
MUKIMIN S. ST NIP. 510 111 009	
KASI PERENCANAAN	
<i>[Signature]</i> SUKONO ST Nip. 510 099 115	
KONSULTAN	
PEREGORAN KAWAHOTEA CV. BAYUDHA KONSULTAN	
ANLEFADIA	DIGAMBAR
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
GAMBAR	SKALA
PENULANGAN ABUTMENT ARAH DJOKERTO	1 : 50



PEMERINTAH KABUPATEN
TRENGGALEK

DINAS BINA MARGA
KABUPATEN TRENGGALEK

SUMBER DANA

DANA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA
TAHAP ANGGARAN 2014

KEGIATAN

PEMBANCIAN JALAN DAN JEMBATAN

PEKERJAAN

PEMBANGUNAN JEMBATAN
KAMPAL MENDUNGAS

JEMBATAN

SEDANG

LOKASI KELOMPOK

PANGGIL

MENYETUJUI/MENGETAHUI : TANTAN

KEPALA DINAS BINA MARGA
KABUPATEN TRENGGALEK

[Signature]

Dr. DOKO WALUO
NIP.510.111.287

KABID PERENCANAAN DAN
PENYUSUNAN PROGRAM

MUKIMIN S. ST
NIP.510.111.287

KASI PERENCANAAN

SUKONO ST
Nip.510.099.115

KONSULTAN



PERSEROAN KOMODITAS
CV. BAYUDHA KONSULTAN

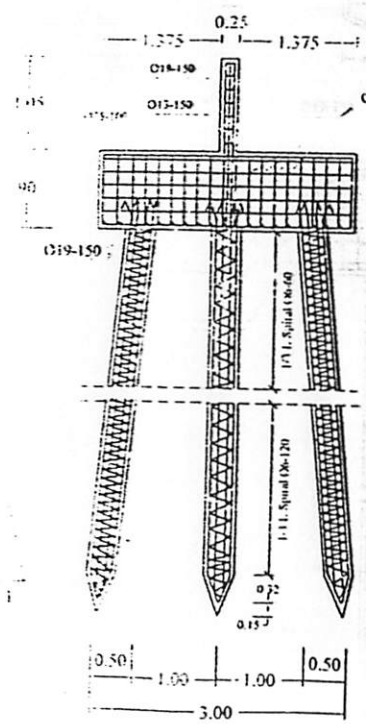
TEAM LEADER	DIGAMBAR	PIKUNGAN/CEK
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

GAMBAR

SKALA

PENULANGAN PILAR

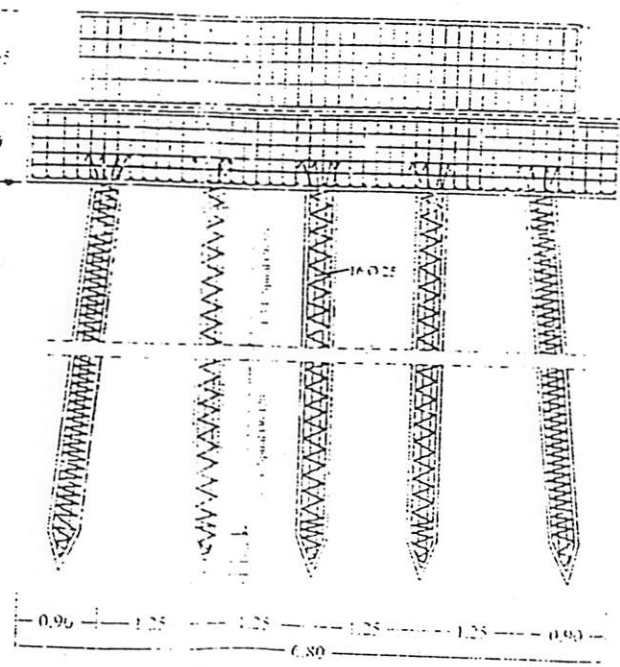
1 : 60

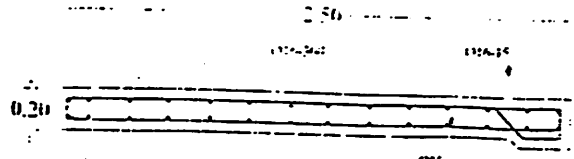
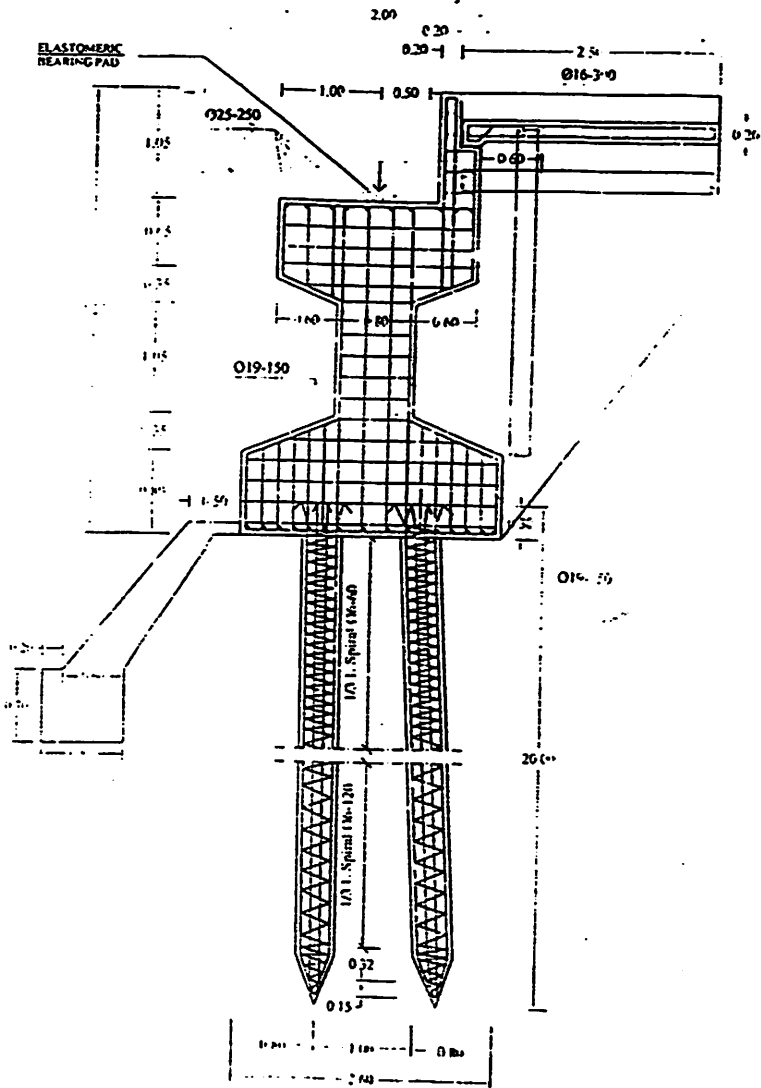


PENULANGAN PILAR

SKALA 1 : 60

PENULANGAN ABUTMENT





PENULANGAN PLAT INJAK

PENULANGAN ABUTMENT ARAH PANGGUL

SKALA 1 : 50

KABUPATEN TRENGGALEK

DINAS BINA MARGA
KABUPATEN TRENGGALEK

SUMBER DANA

DANA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA
TAHAP ANGGARAN 2018

KEGIATAN

PEMBANGUNAN JALAN DAN JERBATAN

PEKERJAAN

PENINGKATAN JERBATAN
KAMPAN - MENGGAN

JEMBATAN

KONANG

LOKASI KEGIATAN

PANGGUL

MENYETUJUI/MENGETAHUI T TANGAN

KEPALA DINAS BINA MARGA
KABUPATEN TRENGGALEK

Dls

Dr. DIKRO WALIJO
NIP. 510 111 097

KABID PERENCANAAN DAN
PENYUSUNAN PROGRAM

MULKIN S. ST
NIP. 010 111 014

KASI PERENCANAAN

SUKONO ST
Nip. 510 079 115

Sukono

KONSULTAN

BD PERSEWA KAWAHUTER
CV BAYUCHA KONSULTAN

TO AMBLEDOR

DIGAMBAR

PENAWANG
FAKSI

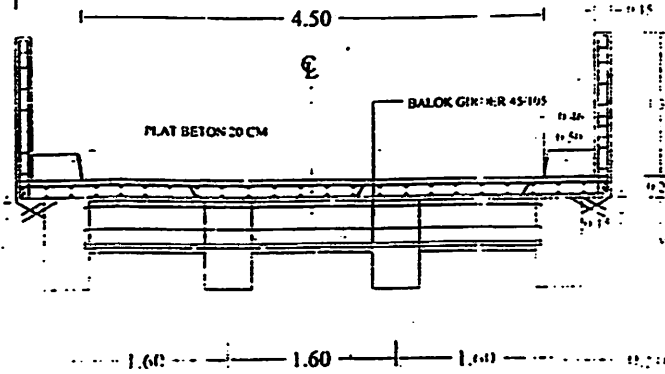
[Signature]

[Signature]

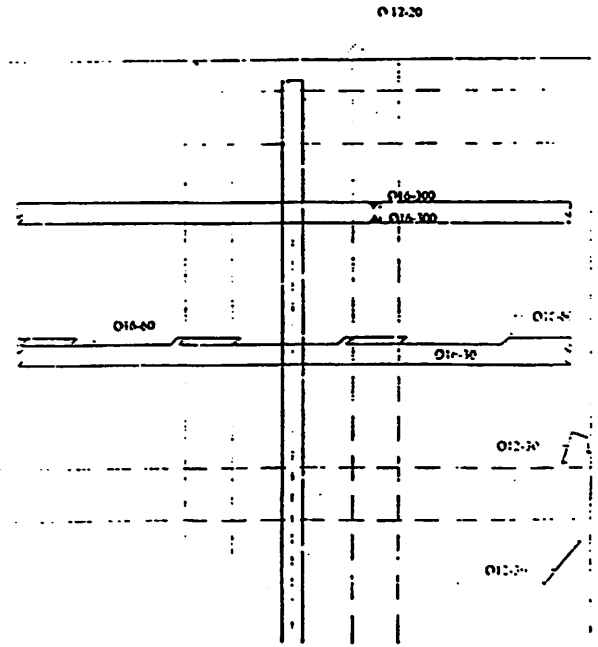
[Signature]

PENULANGAN ABUTMENT
ARAH PANGGUL

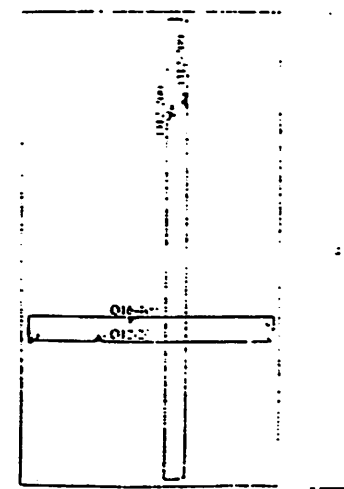
1 : 50




POTONGAN MELINTANG
SKALA 1 : 50

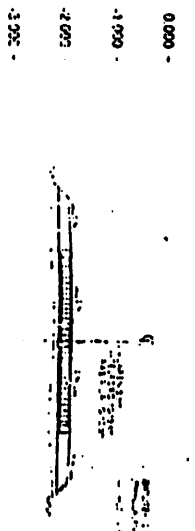
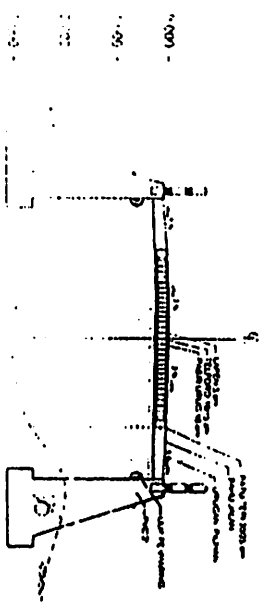


PENULANGAN LANTAI
SKALA 1 : 50



PENULANGAN PLAT INJAK
SKALA 1 : 50

DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK	
SUMBER DANA	
DANA INFRASTRUKTUR SARANA DAN PRASARANA TURUN ANGGARAN 2008	
KEGIATAN	
PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN	
PEKERJAAN	
PENINGKATAN JEMBATAN KAMPAL - MERANGAN	
JEMBATAN	
KONANG	
LOKASI KEGIATAN	
PANGGIL	
DI NYETUR/MENGETAURI	T TANGAN
DINAS BINA MARGA KABUPATEN TRENGGALEK	
<i>[Signature]</i> DIPLO WALLEJO NIP. 510 111 617	
LABORATORIUM PERENCANAAN DAN PENYUSUNAN PROGRAM	
MURKIM S. ST NIP. 510 111 617	
KONSULTAN PERENCANAAN	
SUKONO ST NIP. 510 099 115	<i>[Signature]</i>
KONSULTAN	
 CV. BAYUDHA KONSULTAN	
TEKNIKER	PENYUSUN
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
REVISI	REVISI
1. PENULANGAN PLAT INJAK	1 50
2. POTONGAN MELINTANG	1 50
3. PENULANGAN LANTAI	1 50



JARAK	100	175	175	100
ELEVASI EXISTING	0.117	-2.500	-2.600	-2.920
ELEVASI RENCANA	0.000	0.000	0.000	0.000

JARAK	100	175	175	100
ELEVASI EXISTING	0.117	-2.700	-2.250	0.000
ELEVASI RENCANA	-1.000	-2.000	-1.850	-1.850



JARAK	100	175	175	100
ELEVASI EXISTING	0.117	-2.680	-2.327	-2.640
ELEVASI RENCANA	0.000	0.000	0.000	0.000

JARAK	100	175	175	100
ELEVASI EXISTING	0.117	-2.630	-2.750	-2.628
ELEVASI RENCANA	-2.300	-2.200	-2.270	-2.310

OPRT ARAH DIKLERIK
SKALA: 1:50

NO. 1000/1000/2014	REVISI	NO. 1000/1000/2014
1000/1000/2014	1000/1000/2014	1000/1000/2014
1000/1000/2014	1000/1000/2014	1000/1000/2014
1000/1000/2014	1000/1000/2014	1000/1000/2014
1000/1000/2014	1000/1000/2014	1000/1000/2014