

SKRIPSI

STUDI ANALISA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA TIPE WAREN PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

Disusun oleh :

**RISTUYANDI SETIANTO
(05.21.054)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2012**

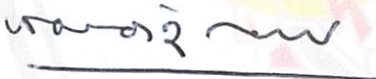
LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI
STUDI ANALISA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS
JEMBATAN BAJA TIPE WAREN
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :
Ristuyandi Setianto
05.21.054

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc

Dosen Pembimbing II



Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Ir. H. Hirijanto, MT

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
STUDI ANALISA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS
JEMBATAN BAJA TIPE WAREN
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1) dan Diterima Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 22 Februari 2012

Disusun Oleh :
Ristuyandi Setianto
05.21.054

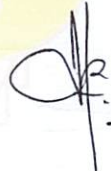
Disahkan Oleh:

Ketua



Ir. H. Hirijanto, MT

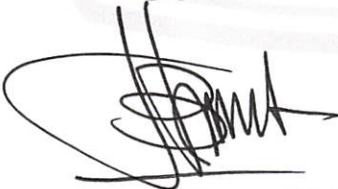
Sekretaris



Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT

Anggota Penguji :

Penguji I



Ir. Bambang Wedyantadji, MT

Penguji II



Ir. Ester Priskasari, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2012

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ristuyandi Setianto

NIM : 05.21.054

Program Studi : TEKNIK SIPIL S-1

Fakultas : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

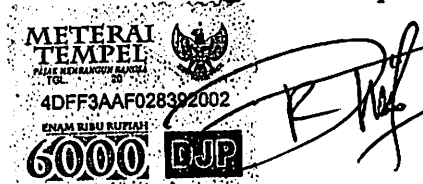
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“STUDI ANALISA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS
JEMBATAN BAJA TIPE WAREN PADA PROYEK JEMBATAN
KELUTAN NGANJUK”.**

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

Malang, 6 Februari 2012

Yang membuat pernyataan



(Ristuyandi Setianto)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan RahmatNya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“STUDI ANALISA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA TIPE WARREN PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK”**

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

1. Bapak Ir. A. Agus Santoso, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan..
2. Bapak Ir. Hirijanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1.
3. Bapak Ir. H. Sudirman Indra M.Sc selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT selaku dosen pembimbing II
5. Rekan-rekan di jurusan Teknik Sipil S-1
6. Kedua Orang tuaku yang tidak lelah dan berhenti memberi semangat, materi dan doa, serta semua pihak yang telah membantu.

Akhir kata, saya sajikan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu Kritik dan saran kami harapkan demi memperbaiki kearah yang lebih sempurna.

Malang, Februari 2012

Penyusun

ABSTRAKSI

Ristuyandi Setianto, 2012 “STUDI ANALISA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA TIPE WAREN PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK”

Dosen Pembimbing 1 : Ir. H. Sudirman Indra M.Sc, Dosen Pembimbing 2 : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Jembatan merupakan suatu struktur bangunan yang berfungsi untuk menyatukan jalan yang terputus oleh rintangan, misalnya sungai, rawa, dll. dalam penyusunan skripsi ini direncanakan ulang struktur atas jembatan, perencanaan jembatan ini dari struktur bagian atas saja, yaitu yang meliputi perencanaan pelat lantai kendaraan, gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, ikatan angin, sambungan, dan perletakan.

Pengambilan Judul ini bertujuan untuk dapat merencanakan ulang struktur jembatan rangka baja yang memiliki bentang tengah 60 m, dapat mengetahui nilai perencanaan struktur atas jembatan baja tipe waren dan dapat mengetahui volume bahan yang diperlukan.

Peraturan pembebanan yang dipakai dalam perencanaan ini menggunakan *BMS '92*, analisa profil baja menggunakan *SNI 03-1729-2002 dan LRFD*, penulis merencanakan dan menghitung statika jembatan ini secara 3D dengan menggunakan program bantu *Staad Pro 2004*.

Dari hasil analisa struktur bangunan atas jembatan diperoleh data-data hasil perhitungan serta gambar gambar perencanaan jembatan Kelutan Nganjuk yang direncanakan menggunakan dengan struktur profil menggunakan WF428X407X20 sebagai gelagar induk, W24x94 sebagai gelagar melintang, W12x40 sebagai gelagar memanjang, WF200x200x8 sebagai pengaku, LD130x130x12 ikatan angin, dan LD130x130x12 sebagai ikatan angin bawah. .

Kata kunci : baja, jembatan, tipe waren

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Maksud dan Tujuan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Jembatan Secara Umum.....	5
2.1.1. Macam-macam Jembatan.....	5
2.1.1.1 Jembatan Kayu.....	5
2.1.1.2 Jembatan Beton.....	6
2.1.1.3 Jembatan Baja.....	6
2.1.2. Bentuk-bentuk Jembatan.....	6
2.1.3. Bagian-bagian Jembatan.....	8
2.1.3.1 Lantai trotoir dan kendaraan.....	8
2.1.3.2 Gelagar memanjang dan melintang.....	8
2.1.3.3 Gelagar induk.....	9
2.1.3.4 Ikatan angin.....	9

2.1.3.5 Perletakan/tumpuan.....	10
2.2. Pembebanan.....	10
2.2.1. beban Primer.....	10
2.2.2. beban Sekunder.....	16
2.3. Teori Desain Struktur Baja Metode LRFD	20
2.3.1 Dasar Perencanaan Load and Resistance Factor Design (LRFD).	22
2.3.1.1 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang	24
2.3.1.2 Perencanaan Dimensi Gelagar Induk.....	30
2.3.1.2.1 Perencanaan Dimensi Batang Tarik.....	30
2.3.1.2.2 Perencanaan Dimensi Batang Tekan.....	32
2.3.1.2.3 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk.....	33
2.4. Konstruksi Perletakan.....	36
2.4.1 Perletakan Sendi.....	36
2.4.2 Perletakan Rol.....	39
BAB III PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN.....	41
3.1. Data Perencanaan.....	41
3.1.1. Gambar Perencanaan.....	41
3.2. Data Perencanaan.....	43
3.2.1 Data Pembebanan.....	44
3.3. Perhitungan Plat lantai kendaraan.....	45
3.2.1 Perhitungan Pembebanan.....	45
3.3.2 Perhitungan statika.....	46
3.3.3. Penulangan Pelat Lantai.....	47

3.3.4 penulangan trotoir.....	50
3.4 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang.....	52
3.4.1 Perataan Beban.....	52
3.4.2 Perhitungan gelagar memanjang.....	56
3.4.2.1 Perhitungan dimensi gelagar memanjang.....	59
3.4.2.2.Perencanaan Shear Conector.....	65
3.4.3 Perhitungan gelagar melintang.....	67
3.4.3.1 Perhitungan dimensi gelagar melintang.....	73
3.4.3.2 Perencanaan Shear Conector	81
3.4.4 Perencanaan Sambungan Memanjang dan Melintang.....	84
3.4.4.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Memanjang dan melintang).....	85
3.4.4.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar memanjang)	88
3.5 Perhitungan gelagar induk.....	92
3.5.1 Akibat beban mati.....	92
3.5.2 Akibat beban hidup(faktor beban = 1).....	93
3.5.3 Akibat Beban Rem (faktor beban = 2,0).....	96
3.5.4 Akibat Beban Angin.....	97
3.6 Perhitungan Profil Baja.....	101
3.6.1 Perhitungan Dimensi Penampang Pada Gelagar induk.....	101
3.6.1.1 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 22.....	123
3.6.1.2 Kontrol Plat simpul Sambungan gelagar induk joint 22	130

3.6.1.3 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 42.....	135
3.6.1.4 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 42	140
3.6.1.5 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 29.....	145
3.6.1.6 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 29	149
3.6.1.7 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 30.....	152
3.6.1.8 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 30	158
3.6.2 Perhitungan Ikatan Angin Atas	164
3.6.2.1 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Atas.....	164
3.6.2.2 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Atas.....	169
3.6.2.3 Perhitungan Kontrol plat Simpul Ikatan Angin Atas.....	176
3.6.3 Perhitungan Ikatan Angin Bawah.....	179
3.6.3.1 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Bawah.....	179
3.6.3.2 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Bawah.....	182
3.6.3.3 Kontrol Sambungan Ikatan Angin Bawah.....	189
3.7 Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang dengan Rangka Pengaku (Tipe Waren).....	193
3.7.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Melintang dan Rangka Pengaku).....	194
3.7.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar melintang).....	198
3.8 Perhitungan Perletakan.....	202
3.8.1 Perhitungan Perletakan Rol.....	203
3.8.2 Perhitungan Perletakan Sendi.....	206

BAB IV KEBUTUHAN BAHAN.....	211
4. 1 Profil Baja.....	211
4.2 Kebutuhan Baut.....	212
4.3 Kebutuhan Beton.....	214
BAB V PENUTUP.....	216
5.1 Kesimpulan.....	216
5.2 Saran.....	218

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor beban untuk berat sendiri.....	11
Tabel 2.2 Faktor beban untuk beban mati tambahan.....	11
Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban lajur “D”.....	13
Tabel 2.4 Jumlah lajur lalu lintas rencana “T”.....	13
Tabel 2.5 faktor beban untuk pembebanan truk “ T “.....	14
Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban trotoar.....	15
Tabel 2.7 Faktor beban untuk beban angin.....	16
Tabel 2.8 Faktor beban untuk gaya rem.....	17
Tabel 2.9 Kombinasi Beban.....	19
Tabel 2.10 Tabel Muller Breslaw.....	38
Tabel. 3.1 Hasil analisa Momen	47
Tabel 3.2 Luas Bidang Yang Terkena Angin.....	98
Tabel 3.3 Beban angin yang diterima.....	99
Tabel 3.4 Muller Breslaw.....	208
Tabel 4.1 Tabel Kebutuhan Bahan.....	211

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk-bentuk jembatan rangka.....	7
Gambar 2.2 Beban “D”.....	13
Gambar 2.3 Pembebanan truk “T”.....	14
Gambar 2.4 Faktor beban dinamis.....	15
Gambar 2.5 Grafik gaya Rem.....	17
Gambar 2.6. Diagram Regangan Tegangan.....	20
Gambar 2.7 Diagram Regangan Tegangan.....	21
Gambar 2.8 perletakan sendi.....	36
Gambar 2.9 perletakan rol.....	39
Gambar 3.1 potongan memanjang jembatan.....	42
Gambar 3.2 potongan melintang jembatan.....	42
Gambar 3.3. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan.....	46
Gambar 3.4. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan.....	47
Gambar 3.5 pelat lantai kendaraan.....	48
Gambar 3.6 pelat lantai trotoir.....	50
Gambar 3.7 Perataan beban plat.....	52
Gambar 3.8 Perataan beban type A.....	52
Gambar 3.9 Perataan beban type B.....	53
Gambar 3.10 Perataan beban type C.....	54
Gambar 3.11 Perataan beban type D	55
Gambar 3.12 Momen akibat beban mati.....	58
Gambar 3.13 Momen akibat beban hidup.....	58

Gambar 3.14 Profil W12x40..... 59

Gambar 3.15 Diagram tegangan Komposit..... 62

Gambar 3.16 Beban mati lantai kendaraan dan trotoir..... 69

Gambar 3.17 berat gelagar memanjang..... 70

Gambar 3.18 beban lajur D..... 71

Gambar 3.19 muatan hidup trotoir..... 71

Gambar 3.20 beban plat gelagar memanjang..... 72

Gambar 3.21 Profil W24x94..... 73

Gambar 3.22 Diagram tegangan Komposit..... 77

Gambar 3.23 Sambungan Memanjang dan melintang..... 84

Gambar 3.24 Gaya rem..... 96

Gambar 3.25 Luas beban yang terkena angin..... 98

Gambar 3.26 Kendaraan yang terkena angin..... 100

Gambar 3.27 Perletakan rol..... 203

Gambar 3.28 Perletakan sendi..... 206

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan Jembatan Kelutan ini terletak di kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk pada sisi barat, sedangkan pada sisi timur terletak di Kecamatan Papar Kabupaten Kediri. Jembatan Kelutan ini memiliki panjang bentang total 180 meter dan lebar total jembatan 9 meter dibagi menjadi 3 segmen. Konstruksi bangunan atas jembatan terdiri dari plat lantai kendaraan, rangka baja, serta bangunan – bangunan penunjang lain. Sedangkan konstruksi bagian bawah terdiri atas dua buah abutment yang terbuat dari beton bertulang, jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.

Pada skripsi ini penulis menganalisa perhitungan struktur atas jembatan baja pada jembatan yang sedang dikerjakan.

Jembatan yang telah dibangun sekarang merupakan jembatan rangka baja, dalam skripsi ini penulis mencoba untuk menganalisa perencanaan jembatan yang sedang dibangun dengan jembatan rangka atas profil baja tipe Waren. Dalam hal ini digunakan untuk mengetahui baja yang digunakan atau untuk mengetahui perhitungan struktur baja. Maka pada penulisan skripsi ini penulis akan menggunakan judul **“Studi analisa perencanaan ulang struktur atas jembatan baja tipe Waren pada proyek jembatan Kelutan Nganjuk”**.

1.2 Rumusan Masalah

Jembatan Kelutan ini merupakan suatu bentuk pelaksanaan program peningkatan jalan dan jembatan di wilayah Kabupaten Nganjuk. Jembatan ini berlokasi di Kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk yang menghubungkan Kecamatan Papar Kabupaten Kediri. Berikut ini akan dipaparkan penjelasan secara fisik kondisi jembatan Kelutan Nganjuk.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka pokok masalah yang akan dibahas dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Bagaimana merencanakan jembatan rangka profil baja tipe Waren dengan menggunakan metode LRFD?
2. Bagaimana analisa perhitungan kekuatan profil baja tipe Waren untuk menahan gaya-gaya yang bekerja?
3. Bagaimana menuangkan hasil desain dan analisa kedalam bentuk gambar kerja?

1.3 Batasan Masalah

Pada skripsi ini penulis menganalisa jembatan rangka atas baja pada jembatan yang sedang dibangun menggunakan rangka atas profil baja tipe Waren.

Mengingat demikian luasnya permasalahan yang ada pada perencanaan jembatan ini, maka untuk dapat mencapai tujuan dari pembahasan perlu dilakukan pembatasan-pembatasan tanpa mengurangi kejelasan dari skripsi ini. Pembatasan yang dimaksud antara lain :

1. Perencanaan Lantai Kendaraan.
2. Perencanaan Lantai Trotoar
3. Perencanaan Gelagar Memanjang.
4. Perencanaan Gelagar Melintang.
5. Perencanaan Gelagar Induk.
6. Perencanaan Ikatan angin.
7. Perencanaan Sambungan.
8. Perencanaan perletakan

Sebagai pedoman dalam perencanaan digunakan peraturn-peraturan yang berlaku di Indonesia dan metode yang digunakan adalah :

1. Perhitungan pembebanan menggunakan peraturan perencanaan jembatan *Bridge management system* (BMS) tahun 1992.
2. Metode LRFD, digunakan dalam perencanaan dan perhitungan baja meliputi perencanaan batang tekan, tarik dan sambungan.
3. Dan peraturan-peraturan lain yang relevan dengan permasalahan yang ada.

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untuk menganalisa dan mengetahui perencanaan struktur atas jembatan profil baja tipe Warren yang sesuai secara teknis dan dengan dimensi yang aman dan optimal.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Dapat mengetahui merencanakan struktur jembatan rangka profil baja tipe Warren yang memiliki bentang 180 m yang terbagi 3 bentang, dengan dimensi yang aman dan optimal.
2. Dapat mengetahui hasil dari analisa struktur jembatan atas rangka baja tersebut .
3. Dapat mengetahui volume yang diperlukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jembatan Secara Umum

Jembatan adalah konstruksi yang dibuat sebagai sarana penghubung transportasi antar jalan yang satu dan yang lainnya yang terhalang oleh rintangan berupa sungai, jurang, rawa dan lain- lain. Jika jembatan itu diatas jalan lalu lintas biasa, maka biasanya dinamakan *viaduct*.

Jembatan sendiri dibedakan menjadi dua macam jenis bangunan yaitu bangunan bawah dan bangunan atas.

2.1.1 Macam-macam Jembatan

Secara garis besar, macam-macam jembatan antara lain:

1. Jembatan kayu

Pada umumnya jembatan kayu adalah jembatan yang sederhana dan dapat dikerjakan/dibangun tanpa peralatan canggih. Penggunaan bahan kayu untuk bahan jembatan adalah seiring dengan perkembangan jaman. Di masa lampau untuk menghubungkan sungai cukup dengan menggunakan bambu atau kayu gelondongan. Sehingga bila dibandingkan dengan bahan lain seperti baja, beton atau lainnya, bahan kayu merupakan bahan yang potensial dan telah cukup lama dikenal

manusia. Pada saat telah digunakanya bahan baja dan beton untuk bahan jembatan, penggunaan bahan kayu mulai berkurang.

2. Jembatan Beton

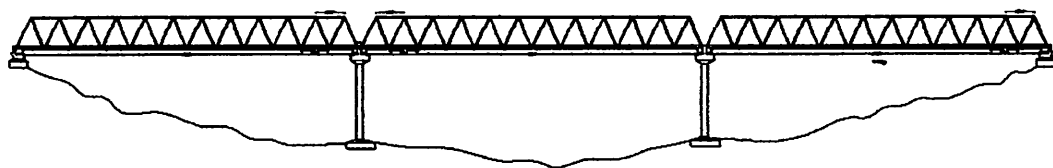
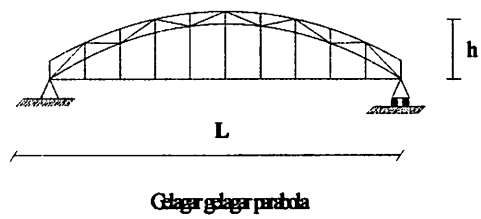
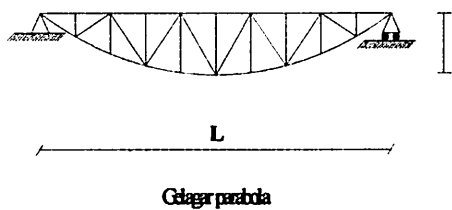
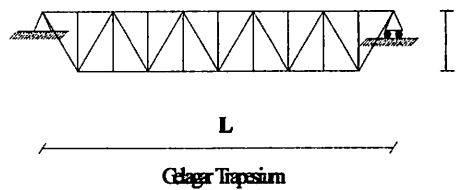
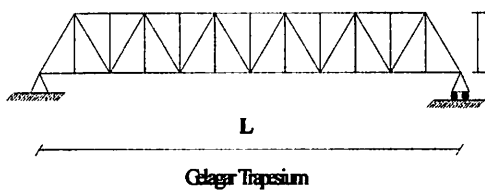
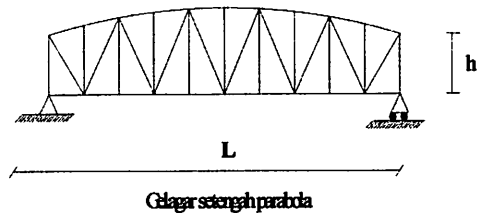
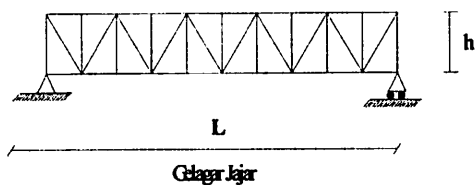
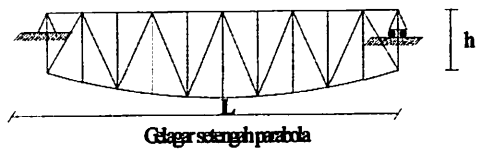
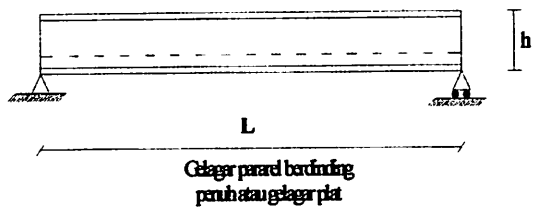
Beton telah banyak dikenal dalam dunia konstruksi. Dewasa ini, dengan kemajuan teknologi beton dimungkinkan untuk memperoleh bentuk penampang beton yang beragam. Bahkan dalam kenyataan sekarang, jembatan beton ini tidak hanya berupa beton bertulang konvensional saja, tetapi telah dikembangkan berupa jembatan prategang.

3. Jembatan baja

Dengan semakin majunya teknologi dan demikian banyak tuntutan kebutuhan transportasi, manusia mengembangkan baja sebagai bahan dari struktur jembatan. Jembatan baja ini sangat menguntungkan bila digunakan untuk jembatan dengan bentang panjang.

2.1.2 Bentuk-bentuk Jembatan

Sebagian besar jembatan rangka, dibentuk dari rangkaian-rangkaian segitiga. Gambar dibawah ini menunjukkan beberapa bentuk dari gelagar utama jembatan rangka :



Gambar. 2.1 bentuk bentuk jembatan rangka

2.1.3 Bagian-bagian Jembatan

Pada dasarnya semua jembatan terdiri dari dua bagian utama, yaitu struktur bagian atas atau super struktur dan struktur bagian bawah atau sub struktur. Dalam hal ini yang akan dibahas lebih lanjut adalah struktur bagian atas. Struktur bagian atas dari jembatan itu sendiri meliputi :

1. Lantai trotoir dan kendaraan

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

2. Gelagar memanjang dan gelagar melintang

- **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.

- **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.

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

4. 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

5. Perletakan/tumpuan

Konstruksi tumpuan harus direncanakan agar mampu menahan gaya-gaya yang timbul yaitu gaya arah vertikal maupun horisontal. Pada konstruksi jembatan ini dipasang tumpuan sendi roll. Untuk menahan peralihan tahanan, maka harus menggunakan konstruksi yang kokoh dan sebaiknya dibuat 10 cm lebih besar dari kursinya.

2.2 Pembebanan

Pada perencanaan jembatan ini, semua beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan: "*Pedoman Perencanaan Pembebanan jembatan Jalan Raya SK BI – 1-3. 28. 1987, UDC : 624. 042. 624. 21 dan Bridge Management System (BMS)*".

Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

2.2.1 Beban Primer

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

a. Beban sendiri struktur

Adapun beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau jembatan yang ditinjau, termasuk

Tabel 2.1 Faktor beban untuk berat sendiri

Jangka Waktu	Load factor / Faktor beban	
	Bahan	K''_{ms}
Tetap	Baja,aluminium	1,1
	Beton pracetak	1,2
	Beton di cor ditempat	1,3
	Kayu	1,4

(sumber : Peraturan Perencanaan teknik Jembatan; BMS 1992; hal2-14)

b. Beban mati tambahan

Adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non structural dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan

Table 2.2 Faktor beban untuk beban mati tambahan

Jangka waktu	Load Factor / Faktor Beban	
Tetap	Bahan	K_{mu}''
	Keadaan umum	2,0
	Keadaan khusus	1,4

(sumber: Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal 2-16)

c. Beban mati

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

Tabel 2.1 Faktor beban untuk beton

Jangka Waktu	Local Factor \ Faktor Beban	
	Bahan	K''_{wbs}
Tetap	Baja/alumunium	1.1
	Beton bertulang	1.2
	Beton di cor ditempat	1.3
	Kayu	1.4

(sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BAK 1992; hal 2-14)

d. Beton mati tambahan

Adalah beton seluruh bagian yang membungkus semua beton pada jembatan yang merupakan elemen non structural dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan

Tabel 2.2 Faktor beban untuk beton mati tambahan

Jangka waktu	Local Factor \ Faktor Beban	
	Bahan	Kayu
Tetap	Kedapan umum	1.0
	Kedapan khusus	1.4

(sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BAK 1992; hal 2-16)

e. Beban mati

Adalah beban yang berasal dari berat sendiri jembatan dan bagian jembatan yang diliputi termasuk dasar landasan yang tetap permanen dengannya. Perantara beban mati termasuk digunakan oleh beton di untuk bahan langka tersebut.

d. Beban Hidup

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

1. Beban Lajur “D”

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

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

$$L \geq 30 \text{ m} ; q = 8,0 (0,5 + 15/L) \text{ Kpa}$$

Dimana :

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

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

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

4. Beban Hidup

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

1. Beban Jalur "D"

Beban Jalur "D", terdiri dari beban terdistribusi merata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KLG). Beban terdistribusi merata (UDL) mempunyai intensitas p kN/m dimana besarnya p tergantung pada panjang total yang diberikan L seperti berikut :

$$L \geq 30 \text{ m} : p = 8,0 \text{ kN/m}$$

$$L < 30 \text{ m} : p = 8,0 (0,5 + 15/L) \text{ kN/m}$$

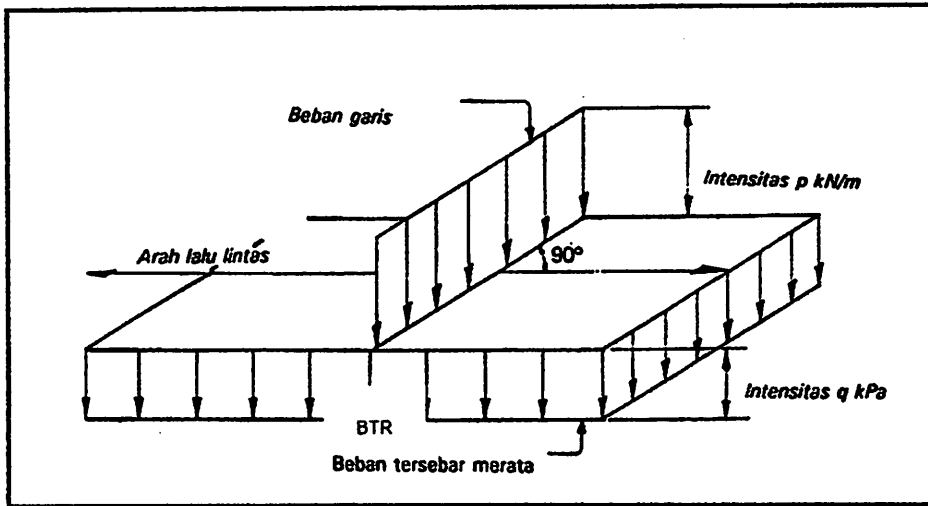
Dimana :

$$1 \text{ kN/m} = 100 \text{ kg/m}$$

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

Beban "D", harus ditempatkan pada dua jalur lalu lintas secara yang berdekatan untuk lebar jalan lebih besar dari 2,5 m dan bekerja dengan intensitas 100 % sebesar 2,5 dan sisa lebar jalan

bekerja 50%.



Gambar 2.2 Beban “D”

(sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal 2-21)

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban lajur “D”

Jangka Waktu	Faktor Beban
Tetap	2,0

(Sumber : Peraturan perencanaan teknik jembatan, bagian 2, hal 2 – 21)

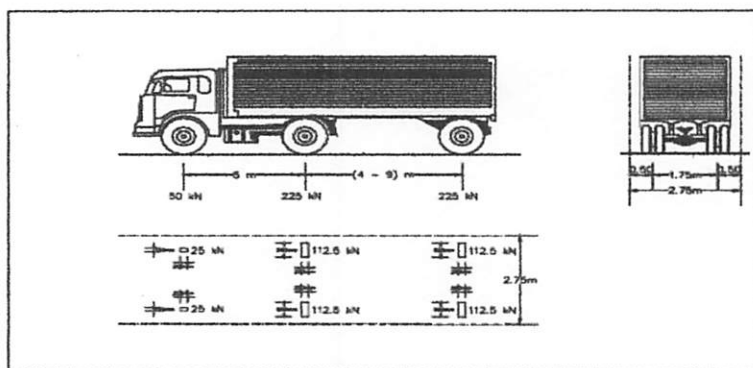
Table 2.4 Jumlah lajur lalu lintas rencana “T”

Tipe Jembatan	Lebar lajur kendaraan (m)	Jumlah lajur lalu lintas rencana
Satu Lajur	4,0 – 5,0	1
Dua arah, tanpa median	5,5 – 8,25	2
	11,3 – 15,0	4
Banyak arah	8,25 – 11,25	3
	11,3 – 15,0	4
	15,1 – 18,75	5
	18,8 – 22,5	6

(sumber : Peraturan Perencanaan teknik Jembatan; BMS 1992; hal 2-22)

2. Beban Truk "T"

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



Gambar 2.3 pembebanan truk "T"

(Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal 2-27)

Dimana :

$$a_1 = a_2 = 30 \text{ cm}$$

$$b_1 = 12,5 \text{ cm}$$

$$b_2 = 50,00 \text{ cm}$$

m_s = muatan rencana sumbu = 20 ton

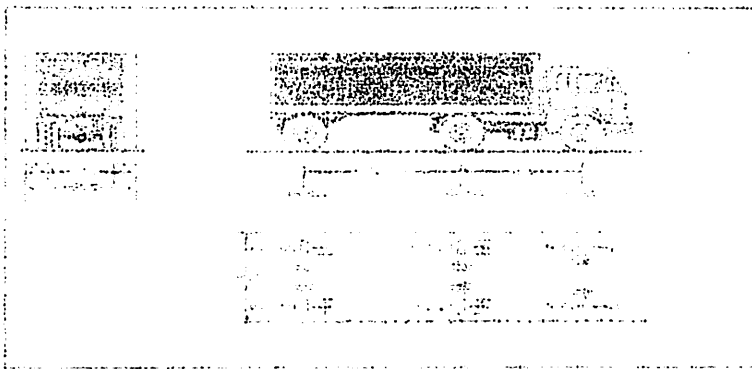
Tabel 2.5 faktor beban untuk pembebanan truk "T"

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

Sumber : Peraturan perencanaan teknik jembatan, bagian 2, hal 2 - 27

3. Model Truck "T"

Untuk perhitungan kebutuhan bahan kebutuhan akan sistem bahan kebutuhan perbandingan harus diberikan pada T yang merupakan bahan kebutuhan truk yang merupakan roda ganda (two wheel) sebesar 10 ton



(Gambar 3.3 perbandingan truk "T")
(Sumber : Perencanaan Perencanaan Teknik (Perencanaan WJZ 1992) hal 3-37)

Dimensi :

$$a) = a_2 = 70 \text{ cm}$$

$$b1 = 1.200 \text{ cm}$$

$$b2 = 2000 \text{ cm}$$

$$m = \text{maksimum beban} = 20 \text{ ton}$$

Tabel 3.2 faktor beban untuk perbandingan truk "T"

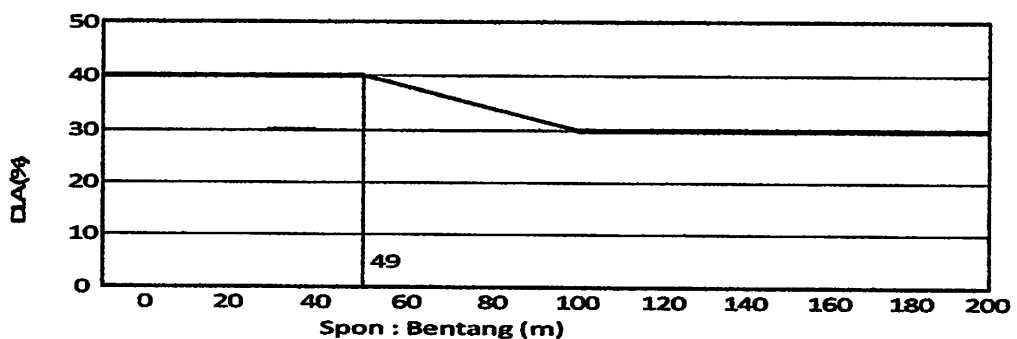
Jumlah W/aktor	Faktor Beban
Seperempat	2.0

(Sumber : Perencanaan perbandingan teknik perbandingan bagian 3 hal 3 - 37)

3. Faktor Beban Dinamis

Factor beban dinamis (DLA) merupakan interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Untuk truk “T” nilai DLA adalah 0,3. Untuk “KEL” nilai DLA diberikan dalam gambar berikut

Dimana : DLA = faktor beban garis, KEL =Beban garis



Gambar 2.4 Faktor beban dinamis

4. Beban trotoar

Konstruksi trotoar harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar 500 kg/m. Jembatan pejalan kaki dan trotoar pada jembatan jalan raya harus direncanakan untuk memikul beban per m² dari luas yang dibebani

Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban trotoar.

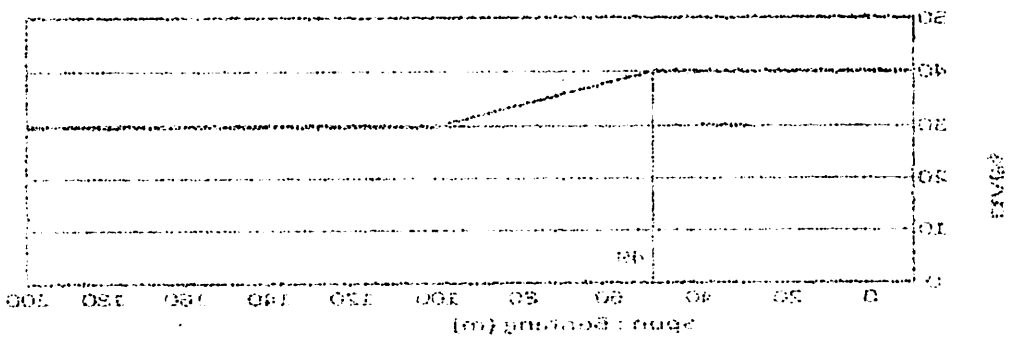
Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

(Sumber : Peraturan perencanaan teknik jembatan, bagian 2, hal 2 – 32)

3. Faktor Beban Dinamis

Faktor beban dinamis (DVA) ditetapkan berdasarkan keadaan yang berbeda dengan keadaan linier, nilai DVA adalah 0,3. Untuk "KEI" nilai DVA diberikan dalam gambar berikut

Diketahui : DVA = faktor beban garis, KEI = Beban garis



Gambar 3.4 Faktor beban dinamis

4. Beban Motor

Konstruksi motor harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar 200 kg/m. Jambatan berjalan kaki dan motor pada jembatan jalan raya harus diperhitungkan untuk memiliki beban per m² dari luas yang diberikan

Tabel 3.5 Faktor beban untuk motor

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

(Sumber : Peraturan perancangan teknik jembatan bagian 5, hal 3 – 33)

2.2.2 Beban Sekunder

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

a. Beban Angin

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

$$TEW = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b$$

Dimana :

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

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

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

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

Table 2.7 Faktor beban untuk beban angin

Jangka Waktu	Faktor beban
Sementara	1,2

(Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, Bagian 2, halaman 2-43)

b. Gaya Rem

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

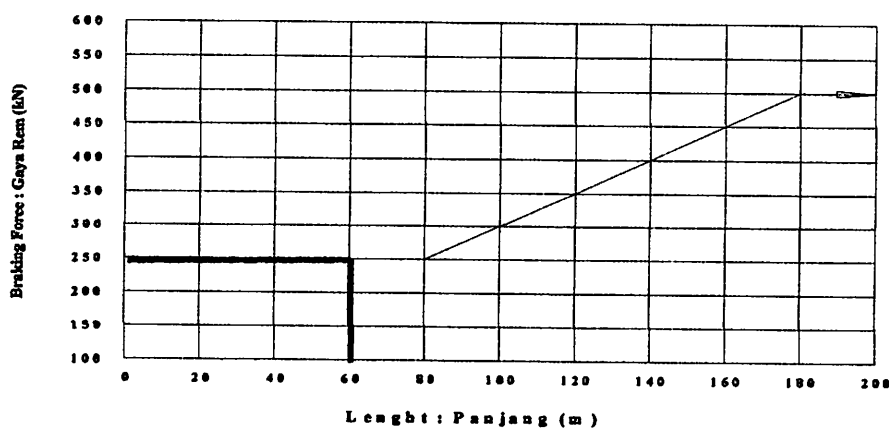
Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,75 meter diatas permukaan lantai kendaraan.

Tabel 2.8 Faktor beban untuk gaya rem

Jangka Waktu	Faktor beban
Sementara	2,0

(Sumber : Peraturan perencanaan teknik Jembatan, Bagian,2 Halaman 2-30)

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



Gambar 2.5 Grafik gaya Rem

c. Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perencanaan jembatan Gadang-Bumiayu adalah sebagai berikut :

- **Kombinasi 1**

$1,1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1,0 \times \text{beban hidup (traffic load)}$

- **Kombinasi 2**

$1,1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1,0 \times \text{beban angin U - S}$

- **Kombinasi 3**

$1,1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1,0 \times \text{beban angin S - U}$

- **Kombinasi 4**

$1,1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1,0 \times \text{beban hidup (traffic load)} + 2,0 \times \text{beban rem /traksi}$

- **Kombinasi 5**

$1,1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1,0 \times \text{beban hidup (traffic load)} + 2,0 \times \text{beban rem /traksi} + 1,0 \text{ beban angin U - S}$

- **Kombinasi 6**

$1,1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1,0 \times \text{beban hidup (traffic load)} + 2,0 \times \text{beban rem /traksi} + 1,0 \text{ beban angin S - U}$

Kombinasi beban pada pada keadaan batas ultimate terdiri dari jumlah pengaruh aksi tetap dan satu pengaruh aksi sementara. Sebagai

jumlah pengaruh aksi tetap dan aksi bergerak sebagai
 Kombinasi beban pada keadaan batas ultimate terlintas (LUL)

$$\text{Kombinasi 6} \quad 1.1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1.0 \times \text{beban hidup (traffic load)} + 2.0 \times \text{beban rem (brake)} + 1.0 \text{ beban angin 2 - 1}$$

$$\text{Kombinasi 5} \quad 1.1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1.0 \times \text{beban hidup (traffic load)} + 2.0 \times \text{beban rem (brake)} + 1.0 \text{ beban angin 1 - 2}$$

$$\text{Kombinasi 4} \quad 1.1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1.0 \times \text{beban hidup (traffic load)} + 2.0 \times \text{beban rem (brake)}$$

$$\text{Kombinasi 3} \quad 1.1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1.0 \times \text{beban angin 2 - 1}$$

$$\text{Kombinasi 2} \quad 1.1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1.0 \times \text{beban angin 1 - 2}$$

$$\text{Kombinasi 1} \quad 1.1 \times \text{beban mati (dead load)} + 1.0 \times \text{beban hidup (traffic load)}$$

Catatan-Berikut adalah sebagai berikut :

Kombinasi beban-beban yang digunakan dalam perencanaan jembatan

c. Kombinasi beban

ringkasan dari kombinasi beban yang lazim diberikan dalam table dibawah ini:

Tabel 2.9 Kombinasi Beban

Aksi	Kombinasi Beban						Catatan
Aksi tetap : Berat Sendiri	X	X	X	X	X	X	(1)
Aksi transient : Beban Lajur “D”/Beban truk “T”	X	0	0	0			
Gaya rem	X	0	0	0			(2)
Beban Trotoar		X					
Beban Angin	X		0	X		0	

(Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal 2-60)

Keterangan :

Dalam keadaan batas ultimate pada bagian table ini, aksi dengan tanda X u
 Tuk kombinasi tertentu adalah memasukkan factor beban ultimate penuh.
 Nomor dengan tanda 0 memasukkan harga yang sudah diturunkan yang
 besarnya sama dengan beban daya layan.

1. Beberapa aksi tetap bisa berubah menurut waktu secara perlahan-lahan. Kombinasi beban untuk aksi demikian harus dihitung dengan melihat harga rencana maksimum dan minimum untuk menentukan keadaan yang paling berharga
2. Tingkat keadaan batas dari gaya sentrifugal dan gaya rem tidak terjadi secara bersamaan. Untuk faktor beban ultimate berkurang untuk beban lalu lintas vertical kombinasi dengan gaya rem.

ringkasan dari kombinasi beban yang harus diberikan dalam table dibawah

ini:

Tabel 2.9 Kombinasi Beban

Kombinasi Beban	Aksi						Catatan
	X	X	X	X	X	X	
Aksi tetap : Beban Zonohi	X	X	X	X	X	X	(1)
Aksi transient : Beban Lajur (1) Beban trok "T"	X	0	0	0	0	0	
Gaya rem	X	0	0	0	0	0	(2)
Beban Hujan	X	X					
Beban Angin	X	0	X	0		0	

(Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jalan, BAK 1992, hal 3-60)

Keterangan :

Dalam keadaan batas ultimate pada bagian table ini aksi dengan tanda X a
Tuk kombinasi tertentu adalah menunjukkan factor beban ultimate penuh.
Nilai dengan tanda 0 menunjukkan harga yang sudah ditentukan yang

besarnya sama dengan beban daya jalan.

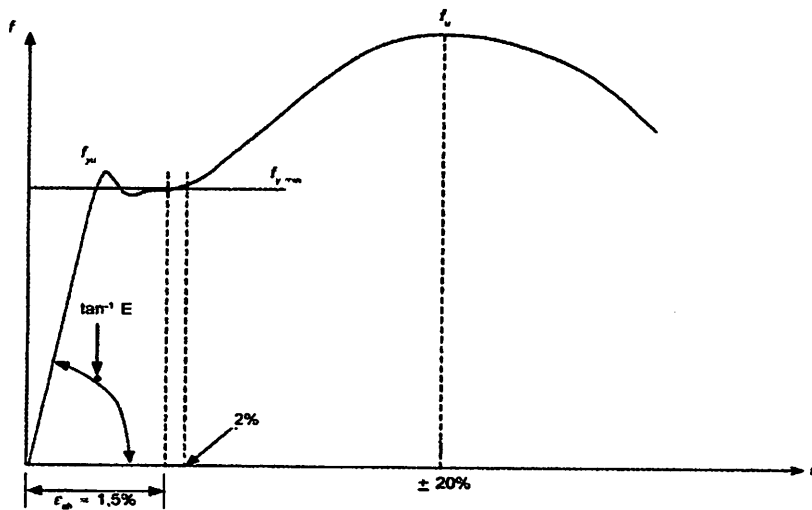
1. Hebebat aksi tetap bisa berubah menurut waktu secara perlahan-
lahan. Kombinasi beban untuk aksi demikian harus dihitung dengan
metode harga rencana maksimum dan minimum untuk menunjukkan

keadaan yang paling berbahaya

2. Tingkat keadaan batas dari gaya seimbang dan gaya rem tidak terdapat
secara bersamaan. Untuk faktor beban ultimate seimbang untuk beban
lain harus vertical kombinasi dengan gaya rem.

2.3 Teori Desain Struktur Baja Metode LRFD

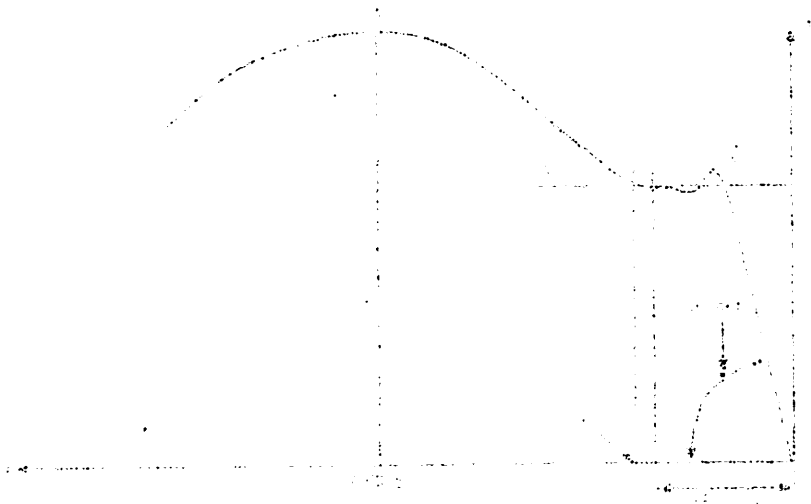
Sifat mekanis baja merupakan sifat yang sangat penting dalam desain konstruksi. Sifat ini diperoleh dari uji tarik baja, uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama itu dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya.



Gambar 2.6. 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.

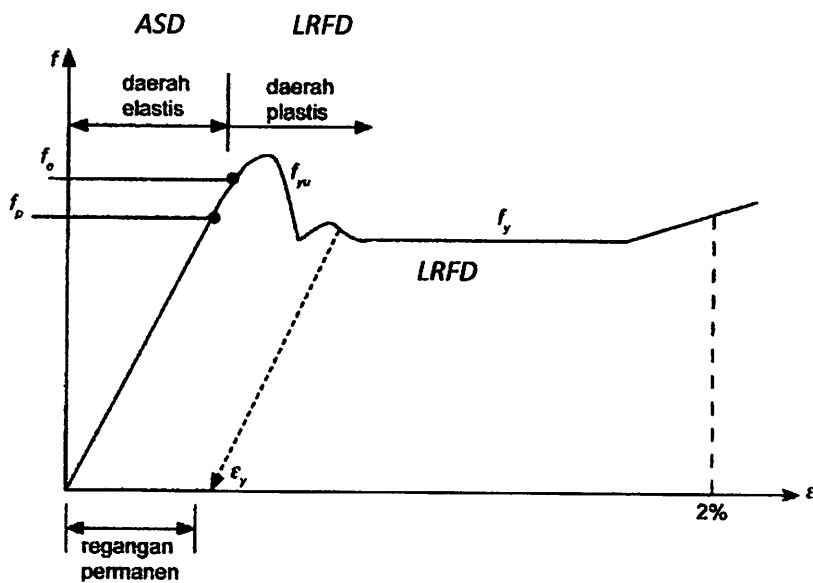
Nilai mekanis baja merupakan nilai yang sangat penting dalam desain konstruksi. Nilai ini diperoleh dari uji tarik baja. Uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama itu dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya.



Gambar 3.2 Diagram Tegangan Regangan

Hasil uji ini ditunjukkan dalam diagram tegangan dan regangan. Titik σ_y (Titik Limit Proporsional) pada diagram hubungan linear 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 diberikan terus menerus 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 perncanaan struktur baja yaitu perencanaan berdasarkan tengangan kerja/ *Allowabel Stress Design* (ASD) dan perencanaan konstruksi batas/ *Load And Resistance Factor Design* (LRFD).



Gambar 2.7 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 variasimereka masih jauh dari mencukupi. Bila dikehendaki, pemisahan pembebanan dari resistensinya akan memungkinkan pengubahan 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.

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

Desain struktur haruslah memberikan keamanan yang cukup baik terhadap kemungkinan kelebihan beban (over load) atau kekurangan kekuatan. Desain harus memberikan cadangan 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 LRFD 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 :

$\phi_t = 0,9$ untuk keadaan batas leleh

$\phi_t = 0,75$ untuk keadaan batas retakan

- Batang tekan

$\phi_c = 0,85$ untuk kekuatan batang tekan

- Penyambung

ϕ = 0,75 untuk kekuatan tarik

ϕ = 0,65 untuk kekuatan geser

Struktur Baja Desain dan Perilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :28

2.3.1.1 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

a. Perhitungan gelagar

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

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

$$bE \leq b_o$$

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

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

$$\lambda = \frac{b}{2.t_f}$$

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

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

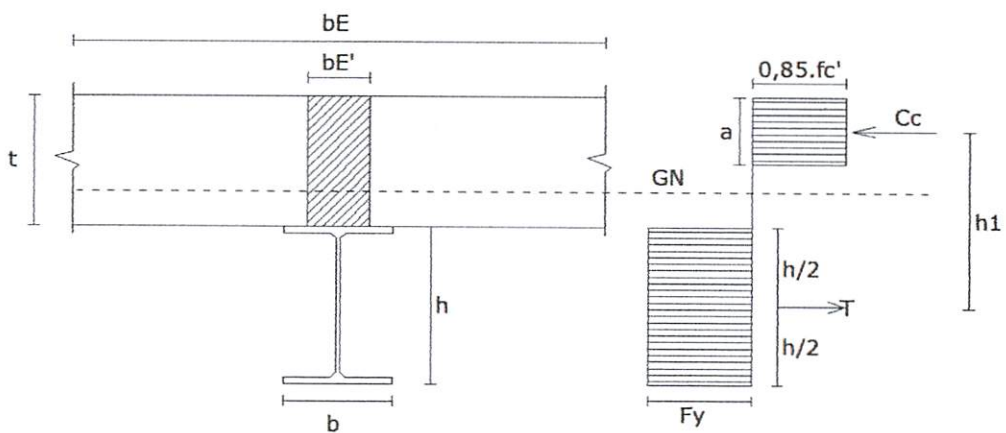
Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{d-2(r_0+tf)}{tw}$$

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

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

- Kontrol kekuatan penampang



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

$$Y_b = t + h - y_a$$

Misalkan $Y_a < \text{tebal pelat beton}$ 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 $A_s \cdot f_y$ yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton :

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

Tegangan tarik pada serat baja :

$$T = A_s \cdot f_y$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$M_n = C_c \cdot h_l$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\phi b \cdot M_n \geq M_u$$

Dimana :

ϕb = faktor resistensi untuk lentur (0,9)

M_n = momen nominal (kgm)

M_u = momen ultimate (kgm)

T = tegangan tarik pada serat baja

C_c = 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 tumpu

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

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)

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

- Kekuatan desain tarik

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

Dimana :

ϕ = factor resistance (0,75)

F_u^b = kuat tarik bahan baut ; 150 ksi = 1035 MPa

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

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

- Kekuatan geser desain (tanpa ulir)

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

Dimana :

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)

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

- 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 profil

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

Dimana :

M_u = momen ultimate (kg cm)

R = ϕR_n (kekuatan desain baut) (kg)

p = jarak antara baut (cm)

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

- Tebal plat penyambung (t)

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

Dimana :

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

P = besarnya gaya lintang gelagar memanjang (kg)

L = jarak antar gelagar melintang dan memanjang (m)

t = ketebalan plat penyambung

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

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

- Jarak antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

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

d. Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan desain penyambung

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan gaya tarik baut

dengan rumus :

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

Dimana :

$\phi t.Rnt$ = kekuatan tarik desain

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

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

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser

terfaktor baut dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

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

Rnv = beban tarik terfaktor baut ($\frac{Pu}{\Sigma n}$ kg)

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

2.3.1.2 Perencanaan Dimensi Gelagar Induk

2.3.1.2.1 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 kriteria

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)

Struktur Baja Desain dan Prilaku I, Charles G.Salmon & John E.Johnson ; hal :95

2.3.1.2.2 Perencanaan Dimensi Batang Tekan

a. Perhitungan batang

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana :

ϕ_c = faktor resistensi (0,85)

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

P_u = beban layan terfaktor (kg)

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

b. Menghitung radius girasi (r)

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

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

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

Dimana :

I_x = momen inersia arah x (cm³)

I_y = momen inersia arah y (cm³)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm²)

r = radius girasi

c. Perhitungan parameter kerampingan (λ_c)

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

Dimana :

K = faktor panjang efektif = 1

L = panjang bentang ditinjau (cm)

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

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

λ_c = parameter kelangsingan

r = radius girasi

d. Menghitung tegangan kritis penampang

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

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

2.3.1.2.3 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan geser dan tumpu maka :

a. Kekuatan geser

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 :

ϕ = 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

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

b. Kekuatan desain tumpu

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

Dimana :

ϕ = faktor resistensi = 0,75

F_u = kekuatan tarik bahan plat

t = ketebalan bagian yang disambung

d = dimensi baut

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

c. Jumlah baut

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

Dimana :

P = beban aksial layan (kg)

n = jumlah baut

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

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

d. Tebal Plat Penyambung (t)

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

Dimana :

P = beban terfaktor per baut (kg)

ϕ = faktor resistensi (0,75)

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

L = jarak ujung minimum (cm)

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

e. Menentukan jarak antar baut

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

Struktur Baja Desain dan Prilaku I Charles G Salmon & John E. Johnson · hal ·136

Syarat Penyusunan baut

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

Dimana :

P = beban yang bekerja pada satu baut (kg)

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

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

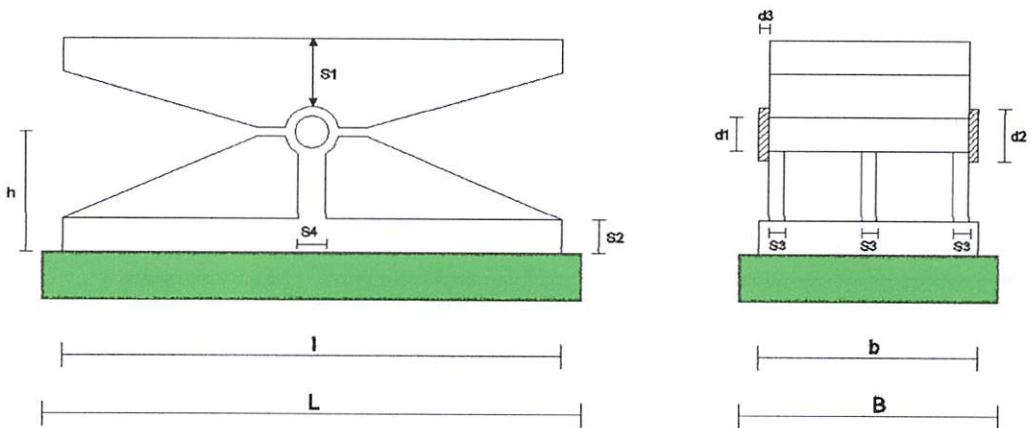
t = ketebalan dari plat penyambung (cm)

d_b = diameter lubang baut (cm)

2.4 Konstruksi Perletakan

Konstruksi perletakan harus mengalihkan gaya-gaya tegak dan mendatar yang bekerja pada jembatan pada pangkal jembatan dan pondasi. Untuk mengatasinya kedua macam gaya tersebut dapat dipasang dua macam tumpuan yaitu tumpuan rol atau sendi.

2.4.1 Perletakan Sendi



Gambar 2.8 perletakan sendi

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$l = L + 40$$

Dimana :

L = panjang jembatan (m)

l = panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot Pu \cdot l}{b \cdot \phi \cdot fy}}$$

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

ϕ = Factor resistensi untuk sendi rol 0,90

Fy = Mutu baja st 52 = 240 Mpa = 2400 kg/cm²

- Selanjutnya untuk ukuran $S2, S3, h$ dan W dapat direncanakan dengan melihat table Muller Breslaw, sebagai berikut :

Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan" 1995 hal :294

Table 2.10 Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{h}{a.S_3}$	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	$0,2351 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$

(Sumber : H.J Stryuk, K.H C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan : 240)

- Jumlah rusuk (a), maka S2 dan S3 dapat diambil dengan tabel diatas, dimana W adalah momen tahanan, perbandingan h/S2 hendaknya dipilih antara 3 dan 5, tebal S4 biasanya diambil = h/6, dan S5 = h/4

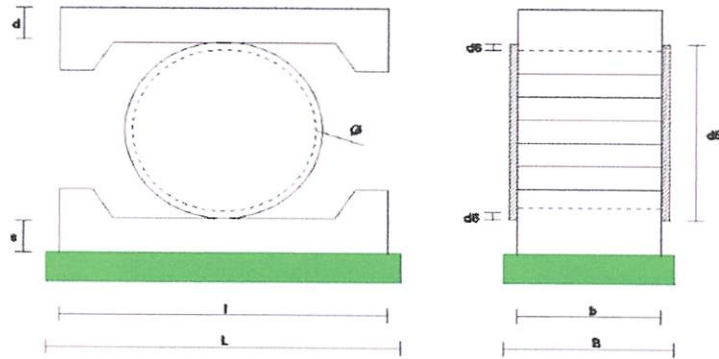
$$M_{max} = \frac{1}{8} \cdot P u l \rightarrow W = \frac{M_{max}}{\phi \cdot f_y}$$

- Jari-jari garis tengah sendi

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_1$$

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

2.4.2 Perletakan Rol



Gambar 2.9 perletakan rol

Untuk menghitung perletakan rol digunakan rumus-rumus sebagai berikut:

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$l = L + 40$$

dimana :

L = panjang Jembatan (m)

l = panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot Pu \cdot l}{b \cdot \phi \cdot fy}}$$

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar Perletakan

ϕ = faktor resistensi untuk sendi rol 0,90

F_y = Mutu baja st 52 = 240 Mpa = 2400 kg/cm²

Selanjutnya untuk ukuran d3,d4, dan d5 dapat direncanakan dengan menghitung :

- Jari-jari garis tengah rol

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_4$$

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

- Diameter rol

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{l \cdot \phi \cdot \sigma_y} \rightarrow \sigma_y = \text{tegangan tarik putus baja}$$

- Tinggi total rol

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

- Tebal bibir rol

$$d_6 = \text{diambil sebesar 2,5 cm}$$

Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan"1995 hal :241

Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan"1995 hal :249

BAB III

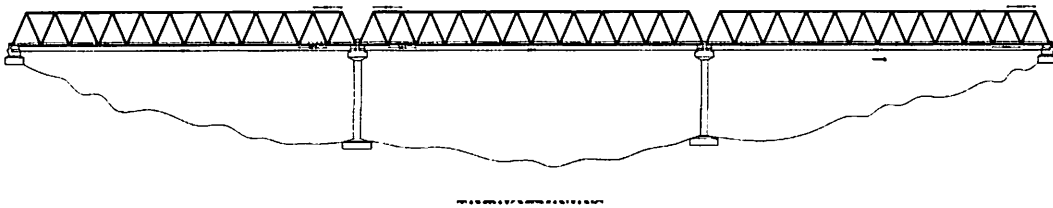
PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN

3.1 Data Perencanaan

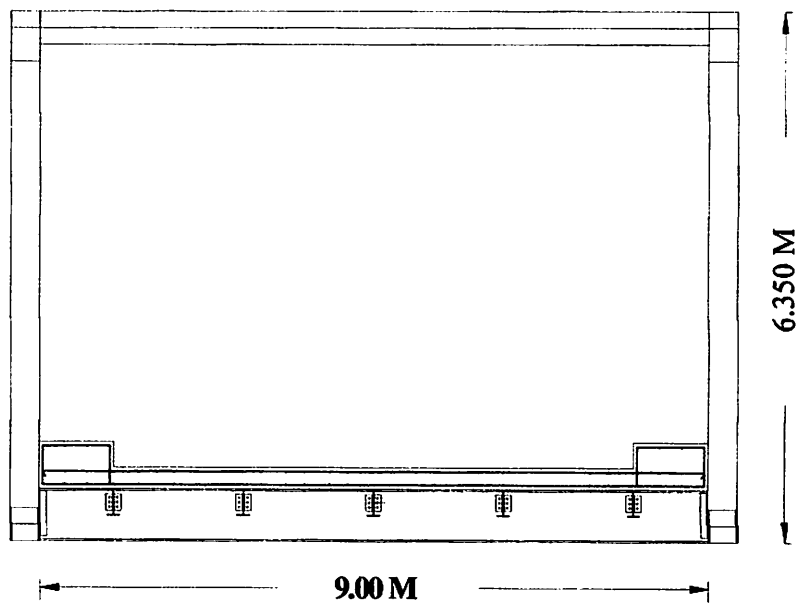
Data-data perencanaan pada struktur atas jembatan ini, meliputi data pembebanan dan data struktur konstruksi. Data yang ada merupakan bahan perencanaan pada kondisi proyek yang bersangkutan dengan tidak merubah data-data pokok yaitu panjang bentang jembatan, lebar jembatan, tinggi jembatan dan lebar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

3.1.1 Gambar Perencanaan

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



Gambar 3.1 potongan memanjang jembatan



Gambar 3.2 potongan melintang jembatan

3..2 Data Perencanaan

Data Perencanaan Struktur atas Jembatan Kelutan Kab. Nganjuk :

Kelas Jembatan	:	1 (satu)
Panjang Jembatan	:	180 meter
Lebar total jembatan	:	9 meter
Lebat lantai kendaraan	:	7 meter
Lebat trotoir	:	2 x 1 meter
Mutu Baja Konstruksi	:	Bj.52
Tegangan leleh baja (fy)	:	3600 kg/cm ²
Tegangan putus baja (fu)	:	5200 kg/cm ²
Mutu Baja Tulangan	:	
- Mutu baja tulangan polos	:	240 Mpa
	:	240 x 10 ⁵ kg/m ²
- Mutu baja tulangan ulir	:	350 Mpa
	:	350 x 10 ⁵ kg/m ²
Mutu Beton (fc')	:	25 Mpa
	:	25 x 10 ⁵ kg/m ²
$E = 4700 \sqrt{f_c'}$	:	4700 $\sqrt{25}$
	:	23500 Mpa
	:	23500 x 10 ⁵ kg/m ²
Jarak Gelagar Memanjang	:	1,75 meter

Jarak Gelagar Melintang	:	5,00 meter
Jenis Baut	:	A 490 (mutu tinggi)

3.2.1 Data Pembebanan

Lapisan aspal lantai kendaraan :

Tebal Lapisan Aspal : 0,05 meter

Berat Jenis Aspal : 2200 kg/m³

Pelat Beton Trotoir :

Tebal Pelat Beton : 0,50 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

Beban Guna Jembatan : 500 kg/m²

3.3 Perhitungan Plat lantai kendaraan

3.3.1 Perhitungan Pembebanan

a. Plat lantai kendaraan (diambil pias 1 meter)

Beban Mati (qd)

$$\text{Berat sendiri lantai kendaraan} = 0,25 \times 1 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}$$

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

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

$$q_d = 760 \text{ kg/m}$$

Beban Hidup (ql)

Beban lantai kendaraan untuk jembatan kelas I BM/standart truck

$$10 \text{ ton} = 10 \text{ ton} \times 2 \text{ (faktor beban truk)} = 20000 \text{ kg}$$

Beban Terfaktor

$$Q_u = 1,3 \times q_d$$

$$= 1,3 \times 760 \text{ kg/m}$$

$$= 988 \text{ kg/m}$$

b. Trotoar

Beban Mati (qd)

$$\text{- Berat sendiri lantai trotoar} = 0,50 \times 1 \times 2400 = 1200 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Berat tegel + spesi} = 0,05 \times 1 \times 2200 = 110 \text{ kg/m}$$

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

$$q_d = 1360 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (q_l)

Yaitu beban guna sebesar $= 500 \text{ kg/m}^2$

$$Q_d = 500 \times 1 = 500 \text{ kg/m}$$

Beban terfaktor trotoir

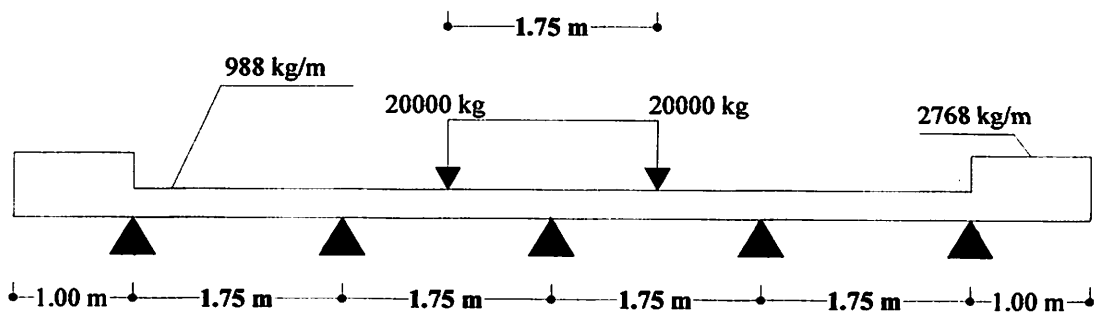
$$Q_u = 1,3 \times q_d + 2 \times q_l$$

$$= 1,3 \times 1360 + 2 \times 500$$

$$= 2768 \text{ kg/m}$$

3.3.2 Perhitungan statika

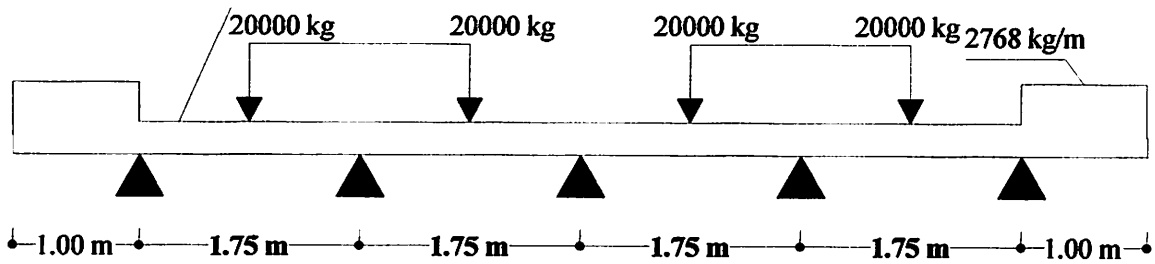
Kondisi I



Gambar 3.3. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

Kondisi II



Gambar 3.4. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

Tabel. 3.1 Hasil analisa Momen

	Kondisi I	Kondisi II	Diambil Mmax
M	53,582 kN.m	62,430 kN.m	62,430 kN.m

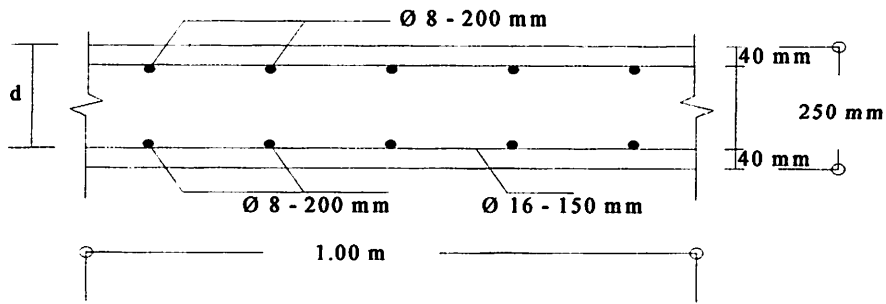
3.3.3. Penulangan Pelat Lantai

Dengan penulangan statika menggunakan software STAAD PRO 2004 didapat momen maximum pada kondisi 2

Kontrol momen negatif (-)

$$M_{\max} = 62,430 \text{ kN.m}$$

$$\text{Jadi, } M_u = 62430000 \text{ Nmm}$$



Gambar 3.5 pelat lantai kendaraan

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

$$M_n = \frac{M_u}{0.8} = \frac{62430000}{0.8} = 78037500 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bxd^2} = \frac{78037500}{1000 \times 202^2} = 1,912 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{350}{0,85 \times 25} = 16,471$$

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \times 25}{350} \times \frac{600}{600 + 350} = 0,038$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \rho_b = 0.75 \times 0,038 = 0,029$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1.4}{f_y} \\ &= \frac{1.4}{350} \\ &= 0.004 \end{aligned}$$

Rasio penulangan perlu (ρ)

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{16.471} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,471 \cdot 1,912}{350}} \right] = 0.006$$

Syarat : $\rho > \rho_{\min}$ dipakai ρ

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,006 \cdot 1000 \cdot 202 = 1212 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan pokok Ø 16 mm

Jumlah tulangan selebar plat (n)

$$n = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ ada}}} = \frac{1212}{1/4 \cdot \pi \cdot 16^2} = 6,031 \approx 6 \text{ tulangan}$$

jarak tulangan selebar plat (S)

$$S = \frac{b_{\text{ditinjau}}}{n} = \frac{1000}{6} = 167 \text{ mm} \rightarrow 150 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : Ø 16 – 167 mm → 150 mm (untuk tulangan tarik)

Ø 16 – 167 mm → 150 mm (untuk tulangan tekan)

Dipakai tulangan bagi Ø 8 mm

$$A_{s \text{ bagi}} = 20\% \cdot A_{s \text{ perlu}}$$

$$0,2 \cdot 1212 = 242,400 \text{ mm}^2$$

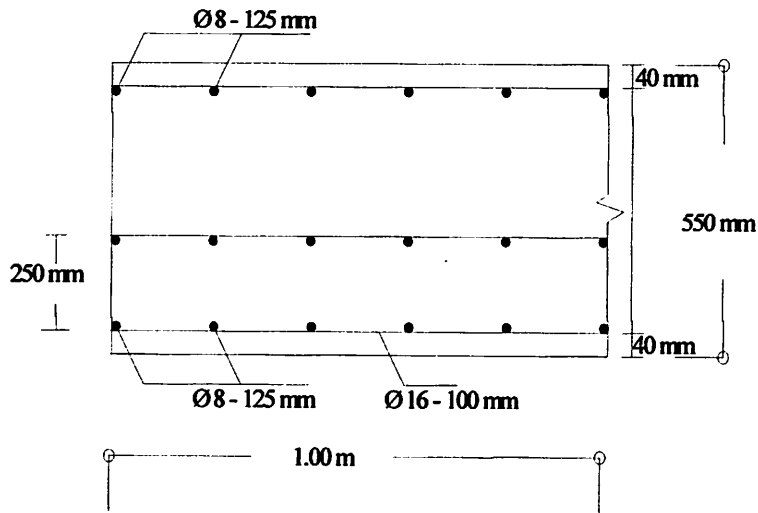
Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ ada}}} = \frac{242,400}{1/4 \cdot \pi \cdot 8^2} = 4,825 \approx 5 \text{ tulangan}$$

$$S = \frac{b_{\text{ditinjau}}}{n} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan : Ø 8 – 200 mm

3.3.4 penulangan trotoir



Gambar 3.6 pelat lantai trotoir

$$d = 500 - 40 - \frac{1}{2} 16 = 452 \text{ mm}$$

$$M_n = \frac{Mu}{0.8} = \frac{62430000}{0.8} = 7803750 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bxd^2} = \frac{7803750}{1000 \times 452^2} = 0,038 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{350}{0,85 \times 25} = 16,471$$

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \times 25}{350} \times \frac{600}{600 + 350} = 0,038$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \rho_b = 0.75 \times 0,038 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{350} = 0.004$$

Rasio penulangan perlu (ρ)

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{16.471} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16.471 \cdot 0,038}{350}} \right] = 0,0001$$

Syarat : $\rho > \rho_{min}$ dipakai ρ_{min}

$$A_{s\text{ perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,004 \cdot 1000 \cdot 452 = 1808 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan pokok $\varnothing 16 \text{ mm}$

Jumlah tulangan selebar plat (n)

$$n = \frac{A_{s\text{ perlu}}}{A_{s\text{ ada}}} = \frac{1808}{1/4 \cdot \pi \cdot 16^2} = 8,99 \approx 9 \text{ tulangan}$$

jarak tulangan selebar plat (S)

$$S = \frac{b_{\text{ditinjau}}}{n} = \frac{1000}{9} = 111,111 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : $\varnothing 16 - 100 \text{ mm}$ (untuk tulangan tarik)

$\varnothing 16 - 100 \text{ mm}$ (untuk tulangan tekan)

Dipakai tulangan bagi $\varnothing 8 \text{ mm}$

$$A_{s\text{ bagi}} = 20\% \cdot A_{s\text{ perlu}}$$

$$0,2 \cdot 1808 = 361,6 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

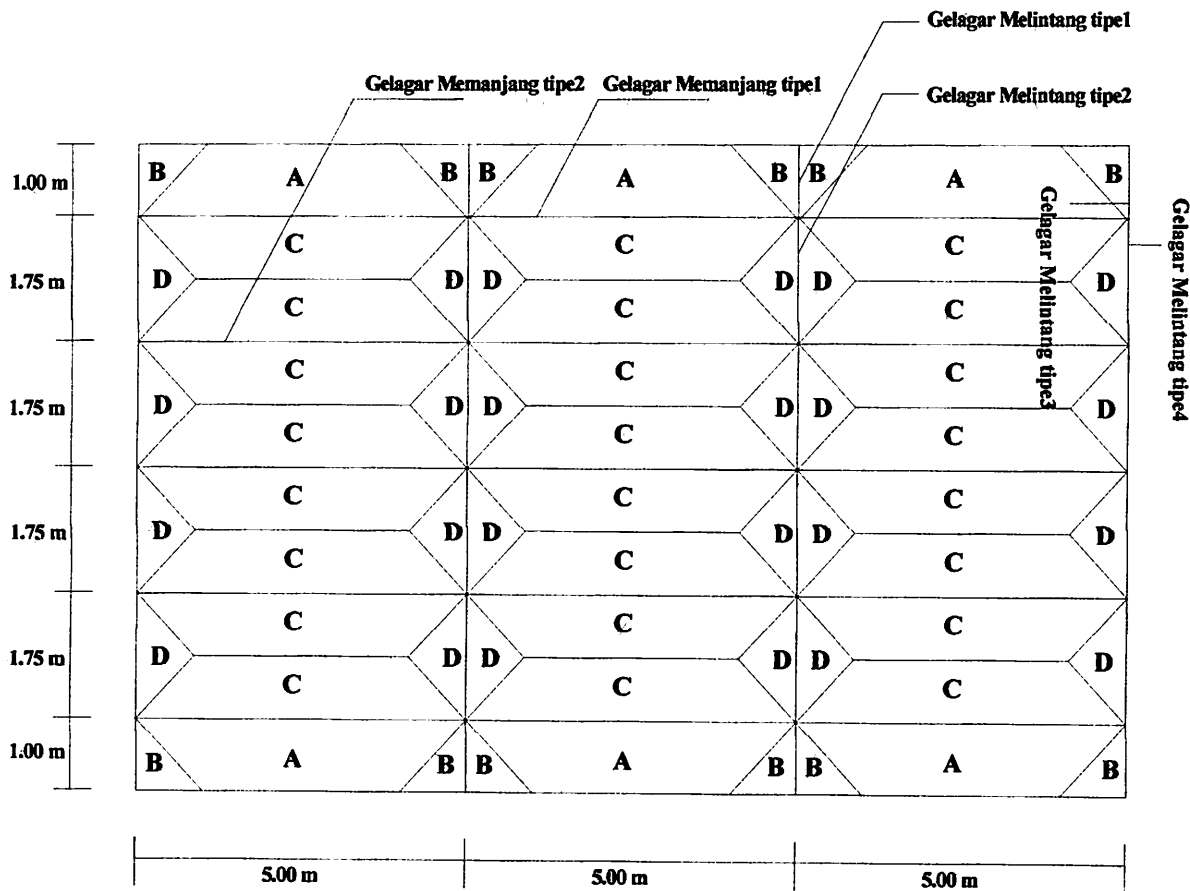
$$n = \frac{A_{s\text{ perlu}}}{A_{s\text{ ada}}} = \frac{361,6}{1/4 \cdot \pi \cdot 8^2} = 7,19 \approx 8 \text{ tulangan}$$

$$S = \frac{b_{\text{ditinjau}}}{n} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm}^2$$

Jadi dipakai tulangan : $\varnothing 8 - 125 \text{ mm}$

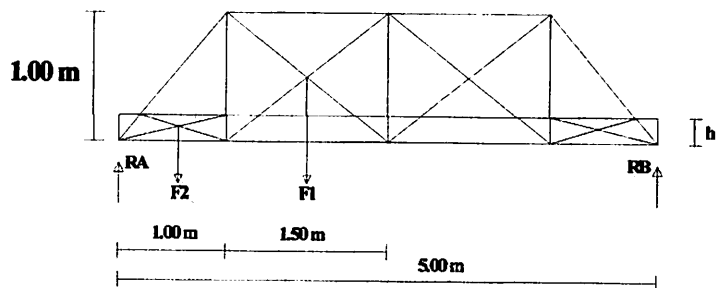
3.4 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang

3.4.1 Perataan Beban



Gambar 3.7 Perataan beban plat

Perataan beban tipe A



Gambar 3.8 Perataan beban type A

$$F1 = 1,5 \cdot 1 = 1,5$$

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

$$RA = RB = F1 + F2 = 1,5 + 0,5 = 2$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max 1} &= R_A \cdot 2,5 - (F_2(1/3 \cdot 1 + 1,5)) - (F_1(1/2 \cdot 1,5)) \\
 &= 2 \cdot 2,5 - 0,5 \cdot 1,833 - 1,5 \cdot 0,75 \\
 &= 2,958
 \end{aligned}$$

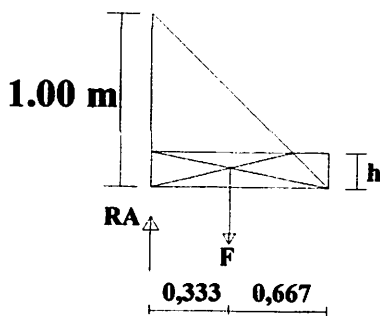
$$\begin{aligned}
 M_{\max 2} &= 1/8 \cdot h \cdot L^2 \\
 &= 1/8 \cdot h \cdot 5^2 \\
 &= 3,125 h
 \end{aligned}$$

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

$$2,958 = 3,125 h$$

$$h = 0,947 \text{ m} < 1 \text{ m} \dots \dots \dots (\text{memenuhi})$$

Perataan beban tipe B



Gambar 3.9 Perataan beban type B

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

$$R_A = R_B = F = 0,5$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max 1} &= R_A \cdot 1 - F \cdot (2/3 \cdot 1) \\
 &= 0,5 \cdot 1 - 0,5 \cdot 0,667 \\
 &= 0,1665
 \end{aligned}$$

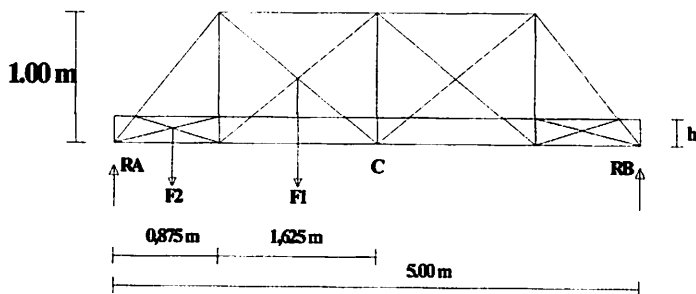
$$\begin{aligned}
 M_{\max 2} &= \frac{1}{2} \cdot h \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot h \cdot 1^2 \\
 &= 0,5 h
 \end{aligned}$$

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

$$0,1665 = 0,5 h$$

$$H = 0,333 \text{ m} < 1 \text{ m} \dots \dots \dots (\text{memenuhi})$$

Perataan beban tipe C



Gambar 3.10 Perataan beban type C

$$F1 = 1,625 \cdot 0,875 = 1,422$$

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

$$RA = RB = F1 + F2 = 1,422 + 0,383 = 1,805$$

$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \cdot 2,5 - (F2(1/3 \cdot 0,875 + 1,625)) - (F1(1/2 \cdot 1,625)) \\ &= 1,805 \cdot 2,5 - 0,383 \cdot 1,917 - 1,422 \cdot 0,8125 \\ &= 2,623 \end{aligned}$$

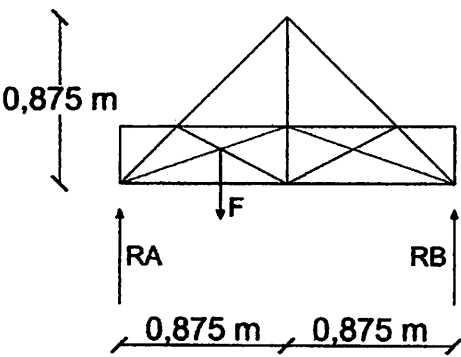
$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= 1/8 \cdot h \cdot L^2 \\ &= 1/8 \cdot h \cdot 5^2 \\ &= 3,125 h \end{aligned}$$

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

$$2,623 = 3,125 h$$

$$h = 0,839 \text{ m} < 0,875 \text{ m} \dots \dots \dots (\text{memenuhi})$$

Perataan beban tipe D



Gambar 3.11 Perataan beban type D

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

$$= 0,383$$

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

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

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

$$= 0,223$$

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

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

$$= 0,385\ h$$

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

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

$$h = 0,579\ m < 0,875\ m.....(memenuhi)$$

3.4.2 Perhitungan gelagar memanjang

❖ Pembebanan

1. Beban mati (qd)

- Gelagar memanjang type 1

$$q_d = (\text{perataan beban tipe A} \times q_d \text{ trotoir}) + (\text{perataan beban tipe C} \times q_d \text{ plat})$$

$$= (0,947 \times 1360) + (0,839 \times 760)$$

$$= 1925,560 \text{ kg/m}$$

- Gelagar memanjang type 2

$$q_d = (\text{perataan beban tipe C} \times q_d \text{ plat}) + (\text{perataan beban tipe C} \times q_d \text{ plat})$$

$$= (0,839 \times 760) + (0,839 \times 760)$$

$$= 1275,280 \text{ kg/m}$$

Diambil beban yang terbesar yaitu $q_d = 1925,560 \text{ kg/m}$

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).

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

A. Muatan terbagi rata “UDL”

Faktor beban = 2

Dimana : $L = 60 \text{ m} > 30 \text{ m}$

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

$$= 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{60} \right) \text{Kpa}$$

$$= 6,000 \text{ Kpa} = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

B. Muatan beban garis “KEL”

Faktor beban = 2

Bentang jembatan 60 meter per segmen dengan faktor beban dinamis

$$(\text{DLA} = 30\%) = 1 + 0,3 = 1,3.$$

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

Muatan hidup yang diterima gelagar adalah

1. Gelagar memanjang tipe 1

$$q_l = \frac{600,0}{2,75} (0,947 + 0,839) = 389,673 \text{ kg/m}$$

$$P_l = \frac{4400}{2,75} (0,947 + 0,839) \times 1,3 = 3714,880 \text{ kg/m}$$

2. Gelagar memanjang tipe 2

$$q_l = \frac{600,0}{2,75} (0,839 + 0,839) = 366,109 \text{ kg/m}$$

$$P_l = \frac{4400}{2,75} (0,839 + 0,839) \times 1,3 = 3490,240 \text{ kg/m}$$

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

Diambil beban terbesar yang menentukan yaitu :

$$q_l = 389,673 \text{ kg/m}$$

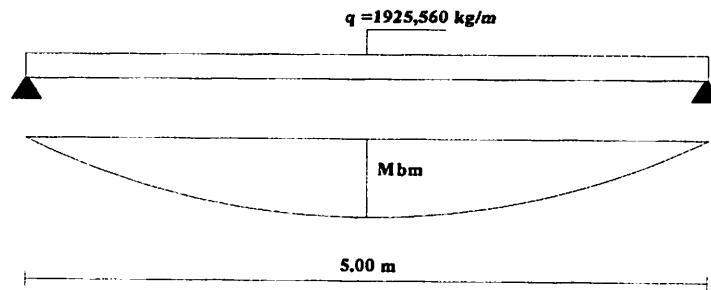
$$P_l = 3714,880 \text{ kg/m}$$

❖ **Perhitungan momen pada gelagar memanjang**

1. Akibat beban mati

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

PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, hal 2-14



Gambar 3.12 Momen akibat beban mati

$$\begin{aligned} RA = RB &= \frac{1}{2} \times (1925,560 \times 5) \\ &= 4813,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

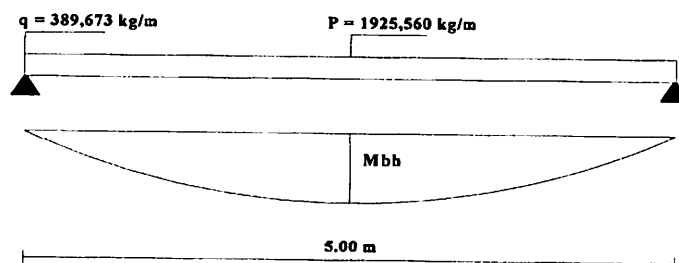
$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{2} \times (1925,560 \times 5) \\ &= 4813,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{bm} &= \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot 1925,560 \cdot 5^2 \\ &= 6017,375 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2. Akibat beban hidup “D” (beban lajur)

Momen akibat beban hidup “D” (faktor beban untuk waktu transiet = 2,0)

PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, hal 2-21



Gambar 3.13 Momen akibat beban hidup

$$RA = RB = \frac{1}{2} \cdot (1925,560 + (389.673 \times 5))$$

$$= 1936,963 \text{ kg}$$

$$V_2 = \frac{1}{2} \cdot (1925,560 + (389.673 \times 5))$$

$$= 1936,963 \text{ kg}$$

$$Mbh = \left(\frac{1}{8} \cdot q_l \cdot L^2 \right) + \left(\frac{1}{4} \cdot P \cdot L \right)$$

$$= \left(\frac{1}{8} \cdot 389,673 \cdot 5^2 \right) + \left(\frac{1}{4} \cdot 1925,560 \cdot 5 \right)$$

$$= 3624,678 \text{ kg.m}$$

Gaya geser akibat beban mati dan hidup sebesar :

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

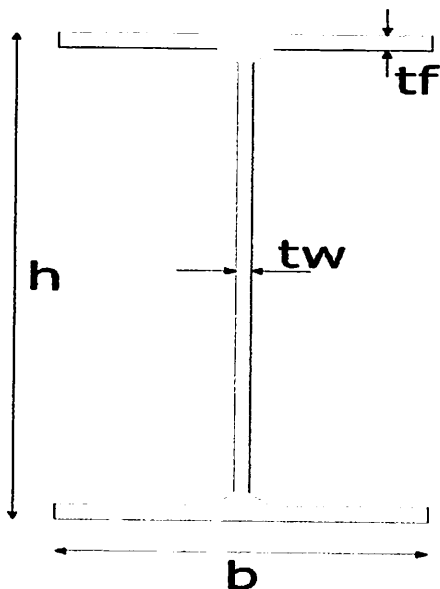
$$= 4813,900 + 1936,963$$

$$= 6750,863 \text{ kg}$$

3.4.2.1 Perhitungan dimensi gelagar memanjang

1. Dimensi gelagar memanjang

Dicoba profil W12x40



Faktor beban untuk baja = 1,1

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

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

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

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

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

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

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

Gambar 3.14 Profil W12x40

- Momen akibat berat sendiri profil

$$\begin{aligned} M_{bs \text{ profil}} &= 1/8 \times q \times L^2 \\ &= 1/8 \times 59,53 \times 5^2 \\ &= 186,031 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2. Momen total yang bekerja pada gelagar memanjang

$$\begin{aligned} M_{\text{Total}}^U &= M_{bm}^U + M_{bh}^U + M_{bs}^U \text{ Profil} \\ &= (1,3 \cdot 6017,375) + (2 \cdot 6750,863) + (1,1 \cdot 186,031) \\ &= 21528,948 \text{ kg.m} = 2152894,8 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

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

$$bE \leq \frac{L}{4} = \frac{500}{4} = 125 \text{ cm}$$

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

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

diambil nilai bE terkecil = 125 cm, maka bE ditransformasikan menjadi

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

Elastisitas :

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

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

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

$$bE' = \frac{125}{8,51} = 14,69 \text{ cm}$$

- **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

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

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

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

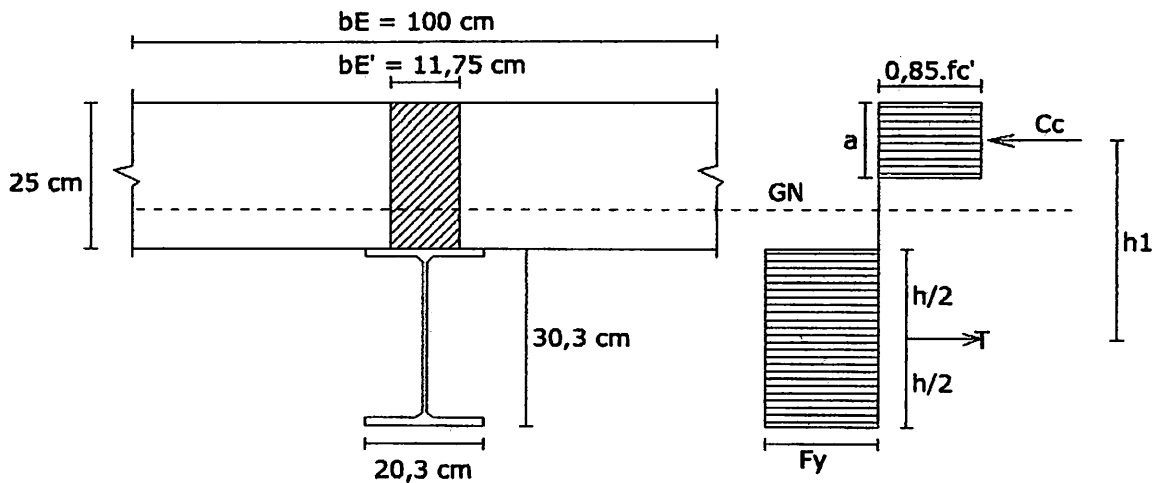
- Untuk tekuk lokal badan balok

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

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

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

- Kontrol kekuatan penampang



Gambar 3.15 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)	Io (cm ⁴)	d (cm)	Io + Ad ² (cm ⁴)
1	293,75	12,5	$\frac{1}{12} \times 11,75 \times 25^3$ = 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 Ix = 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 :

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

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 :

$$\begin{aligned}\phi_b \cdot M_n &\geq M_{\text{total}U} \\ 78289,531 \text{ kg.m} &\geq 14837,846 \text{ kg.m} \dots\dots\dots \text{OK}\end{aligned}$$

- Pemeriksaan terhadap kapasitas geser

Gaya geser rencana :

$$V_{\text{total}U} = 6750,863 \text{ kg}$$

Kapasitas geser penampang :

$$\begin{aligned}V_y &= 0,55 \times d \times t_w \times f_y \\ &= 0,55 \times 30,3 \times 0,747 \times 3600 \\ &= 44815,518 \text{ kg} > 6750,863 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})\end{aligned}$$

- Pemeriksaan terhadap lendutan

1. Lendutan yang diijinkan adalah :

$$\begin{aligned}\bar{f} &= \frac{1}{400} \times L \\ &= \frac{1}{400} \times 500 = 1,25 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lendutan yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned}\bar{f} &= \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{P^U \times L^3}{48 \times E \times I} \\ &= \frac{5 \times (19,25560 + 3,89673 + 0,5357) \times 500^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 74322,037} + \frac{3714,88 \times 500^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 74322,037} \\ \bar{f} &= 0,186 \text{ cm} < 1,25 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK!}\end{aligned}$$

Jadi profil W12x40 aman digunakan sebagai gelagar memanjang.

3.4.2.2 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 geser

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

Perhitungan Gaya Geser Horizontal (V_h)

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

Dimana pada perhitungan ini menggunakan penghubung geser berkepala (Stud $\frac{3}{4}$ " = 1,905 cm dengan tinggi stud 15 cm)

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

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

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

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

Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, hal 296

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar melintang 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) :

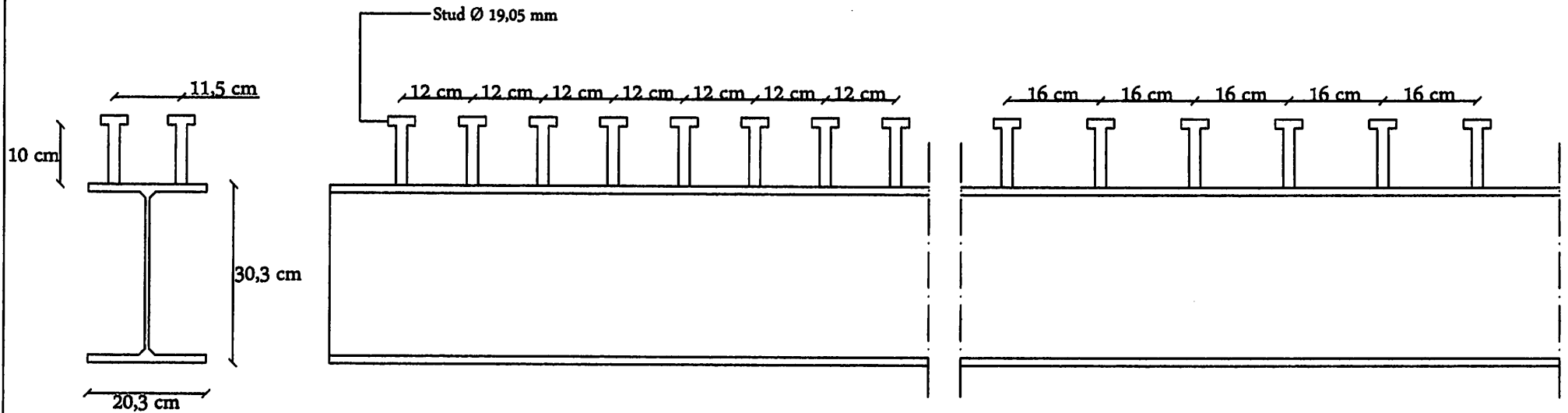
Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

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

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 : RISTUYANDI SETIANTO NIM : 05.21.054	
			NAMA GAMBAR : PEMASANGAN SHEAR CONECTOR (GEL. MEMANJANG)	DOSEN PEMBIMBING 1 : DOSEN PEMBIMBING 2 :
	TANGGAL :		() ()	
	No Gambar :			
	Skala : 1 : 10			

3.4.3 Perhitungan gelagar melintang

❖ Pembebanan

1. Beban mati (qd)

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

$$\begin{aligned}q_{d1}U &= (\text{perataan beban tipe B} \times 2) \times q_d \text{ trotoir} \times 1,3 \\&= (0,667 \times 2) \times 1360 \times 1,3 \\&= 2358,512 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}q_{d2}U &= (\text{perataan beban tipe D} \times 2) \times q_d \text{ trotoir} \times 1,3 \\&= (0,875 \times 2) \times 760 \times 1,3 \\&= 1729 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Akibat Beban profil gelagar memanjang (WF 12x40)

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

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

$$P_{u1} = 59,53 \times L \times 1,1$$

$$\begin{aligned}P_{u1} &= 59,53 \times 5 \times 1,1 \\&= 327,415 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Akibat Beban plat gelagar memanjang

$$\begin{aligned}P_{u2} &= (q_d \text{ plat gelagar memajang type 1} \times L \times 1,3) \\&= 1925,560 \times 5 \times 1,3 \\&= 12516,140 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{u3} &= (q_d \text{ plat gelagar memajang type 2} \times L \times 1,3) \\&= 1275,280 \times 5 \times 1,3\end{aligned}$$

$$= 8289,320 \text{ kg}$$

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).

A. Muatan terbagi rata “UDL”

Faktor beban = 2

Dimana : $L = 60 \text{ m} > 30 \text{ m}$

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

$$= 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{60} \right) \text{Kpa}$$

$$= 6,000 \text{ Kpa} = 600,0 \text{ kg/m}^2$$

$$q_3 = \frac{600}{2,75} (2 \times 0,875) = 381,818 \text{ kg/m}$$

$$qu_3 = [381,818 \times 2] \times 100\% = 763,636 \text{ kg/m}$$

B. Muatan beban garis “KEL”

Faktor beban = 2

Bentang jembatan 60 meter per segmen dengan faktor beban dinamis (DLA = 30%) = $1 + 0,3 = 1,3$.

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

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

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

Apabila lebar jalur besar dari 5,5 m, beban “D” harus ditempatkan pada dua jalur lalu lintas rencana yang berdekatan dengan intensitas 100 %. Beban “D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50 %.

Sehingga akibat beban lajur “D”

$$\begin{aligned} qu_4 &= [(763,636 + 4160)] \times 100\% \\ &= 4923,636 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} qu_5 &= [(763,636 + 4160)] \times 50\% \\ &= 2461,818 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

❖ Akibat muatan bebabn hidup trotoar

Faktor beban = 2,0

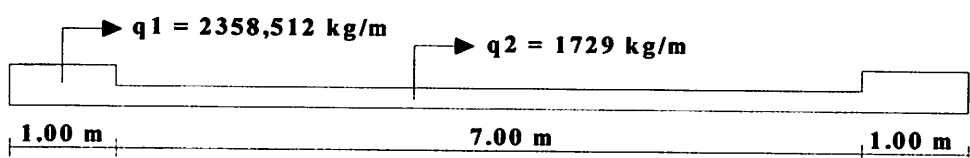
Untuk beban pejalan kaki akan didapatkan nilai sebesar = 5,0 kPa

$$q = 5,0 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$qu_6 = 500 \times 0,333 \times 2,0 = 333 \text{ kg/m}$$

3. Perhitungan Momen Pada Gelagar Melintang

❖ Akibat beban mati lantai kendaraan dan trotoir



Gambar 3.16 Beban mati lantai kendaraan dan trotoir

$$RA = (1729 \times 3,5) + (2358,512 \times 1)$$

$$= 8410,012 \text{ kg}$$

$$M_1 = (RA \times 4,5) - (qd2 \times 3,5 \times 1,75) - (qd1 \times 1 \times 4)$$

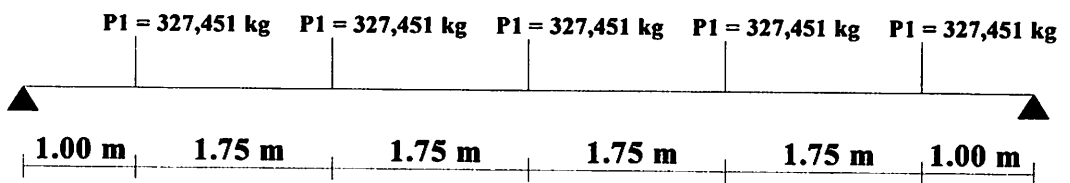
$$= (8410,012 \times 4,5) - (1729 \times 3,5 \times 1,75) - (2358,512 \times 1 \times 4)$$

$$= 17820,881 \text{ kg.m}$$

$$V_1 = (1729 \times 3,5) + (2358,512 \times 1)$$

$$= 8410,012 \text{ kg}$$

❖ **Akibat berat gelagar memanjang**



Gambar 3.17 berat gelagar memanjang

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

$$= \frac{1}{2} \times 327,451 \times 5$$

$$= 818,628 \text{ kg}$$

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

$$= (818,628 \times 4,5) - (327,451 \times 3,5) - (327,451 \times 1,75)$$

$$= 3683,826 - 1146,079 - 573,039$$

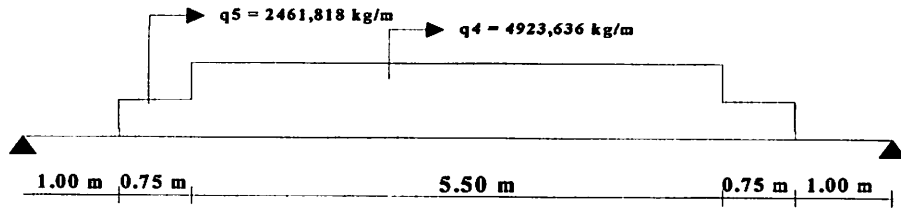
$$= 1964,708 \text{ kg.m}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 327,451 \times 5$$

$$= 818,628 \text{ kg}$$

❖ **Akibat beban lajur “D”**



Gambar 3.18 beban lajur D

$$R_A = (q_{u4} \times 2,75) + (q_{u5} \times 0,75)$$

$$= (4923,636 \times 2,75) + (2461,818 \times 0,75)$$

$$= 15386,363 \text{ kg}$$

$$M_3 = (R_A \times 4,5) - (q_{u5} \times 0,75 \times 3,125) - (q_{u4} \times 2,75 \times 1,375)$$

$$= (15386,363 \times 4,5) - (2461,818 \times 0,75 \times 3,125) - (4923,636 \times 2,75 \times 1,375)$$

$$= 69238,634 - 5769,886 - 18617,499$$

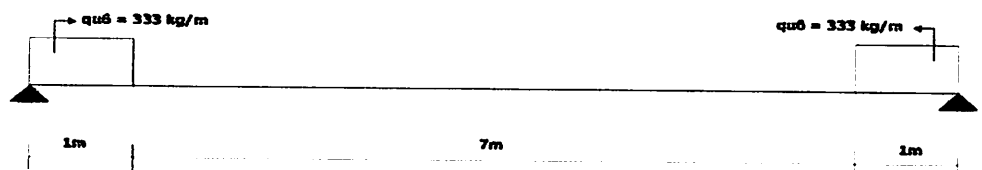
$$= 44851,249 \text{ kg.m}$$

$$V_3 = (q_{u4} \times 2,75) + (q_{u5} \times 0,75)$$

$$= (4923,636 \times 2,75) + (2461,818 \times 0,75)$$

$$= 15386,363 \text{ kg}$$

❖ **Akibat muatan hidup trotoir**



Gambar 3.19 muatan hidup trotoir

$$R_A = q_u6 \times 1$$

$$= 333 \times 1$$

$$= 333 \text{ kg}$$

$$M_4 = (R_A \times 4,5) - (q_u6 \times 1 \times 4)$$

$$= (333 \times 4,5) - (333 \times 1 \times 4)$$

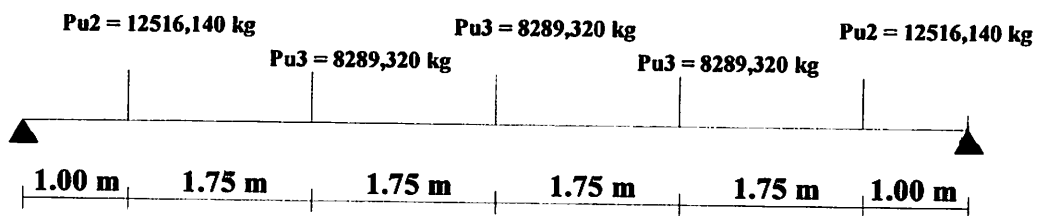
$$= 166,5 \text{ kg.m}$$

$$V_4 = q_u6 \times 1$$

$$= 333 \times 1$$

$$= 333 \text{ kg}$$

❖ **Akibat beban plat gelagar memanjang**



Gambar 3.20 beban plat gelagar memanjang

$$R_A = \frac{1}{2} \times ((P_{u2} \times 2) + (P_{u3} \times 3))$$

$$= \frac{1}{2} \times ((12516,140 \times 2) + (8289,320 \times 3))$$

$$= 24950,120 \text{ kg}$$

$$M_5 = (R_A \times 4,5) - (P_{u2} \times 3,5) - (P_{u3} \times 1,75)$$

$$= (24950,120 \times 4,5) - (12516,140 \times 3,5) - (8289,320 \times 1,75)$$

$$= 112275,540 - 43806,490 - 14506,310$$

$$= 53962,740 \text{ kg.m}$$

$$V_5 = \frac{1}{2} \times ((P_{u2} \times 2) + (P_{u3} \times 3))$$

$$= \frac{1}{2} \times ((12516,140 \times 2) + (8289,320 \times 3))$$

$$= 24950,120 \text{ kg}$$

Momen akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

$$M_{\max U} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$$

$$= 17820,881 + 1964,708 + 44851,249 + 166,5 + 53962,740$$

$$= 118766,078 \text{ kg.m} = 11876607,8 \text{ kg.cm}$$

Gaya geser akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

$$V_{\text{total}U} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

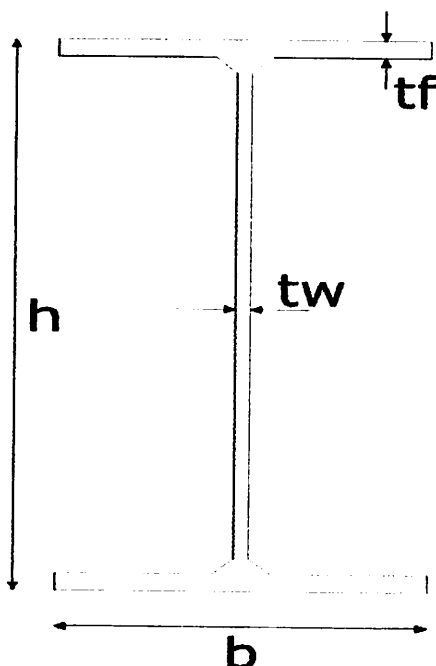
$$= 8410,012 + 818,628 + 15386,363 + 333 + 24950,120$$

$$= 49898,123 \text{ kg}$$

3.4.3.1 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang (Komposit)

1. Dimensi gelagar melintang

Dicoba profil W24x94



Faktor beban = 1,1

$$h = 617 \text{ mm}$$

$$b = 230 \text{ mm}$$

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

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

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

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

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

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

Gambar 3.21 Profil W24x94

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

Momen akibat berat sendiri profil :

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

2. Momen total yang bekerja pada gelagar melintang

$$\begin{aligned} M_{\text{total}U} &= M_{\text{max}U} + M_{bs \text{ profil}} \\ &= 118766,078 + 1558,136 \\ &= 120324,214 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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**

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

$$= \frac{617 - 2 \cdot 22,15 - 2 \cdot 13,8}{13,11}$$

$$= 41,579$$

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

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

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

Struktur Baja Desain dan Perilaku, Charles G. Salmon dan John E. J. Edisi III, hal 582

- **Kontrol perubahan bentuk**

$$\blacksquare \frac{d}{t_w} \leq 75$$

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

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

$$\blacksquare \frac{l}{d} \geq 1,25 \frac{b}{t_f}$$

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

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

Jadi penampang tidak berubah bentuk

- **Kontrol kelangsingan profil**

- Untuk tekuk flens

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

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

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

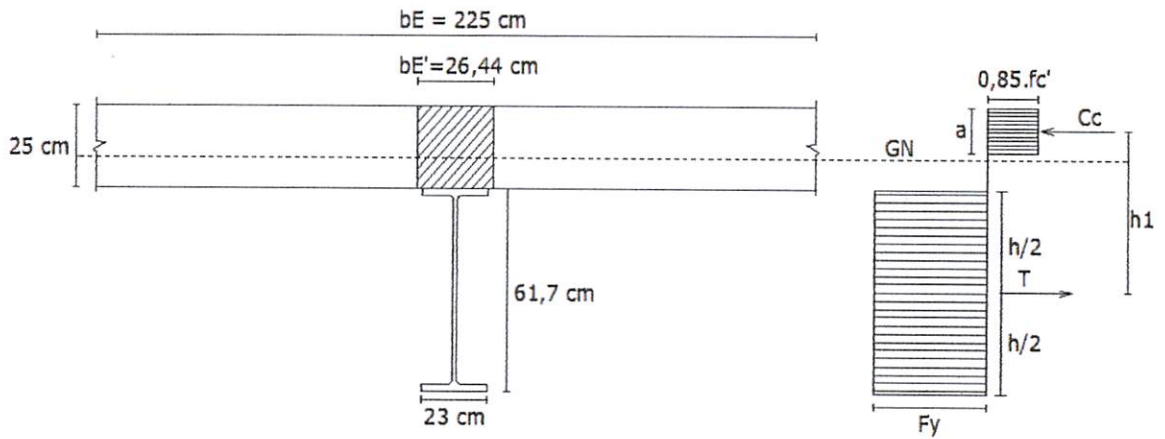
- Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{d - 2(r_o + t_f)}{t_w} = \frac{617 - 2(13,8 + 22,15)}{13,11} = 41,579$$

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

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

- **Kontrol kekuatan penampang**



Gambar 3.22 Diagram tegangan Komposit

Menentukan letak garis netral :

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

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

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

Momen inersia :

No.	A (cm ²)	Y (cm)	I_o (cm ⁴)	d (cm)	$I_o + Ad^2$ (cm ⁴)
1	661	12,5	$\frac{1}{12} \times 26,44 \times 25^3 = 34427,083$	$21,709 - 12,5 = 9,709$	96736,037
2	178,3	55,85	111700	$64,991 - (61,7/2) = 34,141$	319527,885
	$\Sigma A = 839,3$				$\Sigma I_x = 416263,922$

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 :

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

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

Tegangan tekan pada serat beton

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

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 :

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

$$= 315403,139 \text{ kg.m}$$

Kuat lentur rencana :

$$\phi_b \cdot M_n = 0,85 \cdot 315403,139$$

$$= 268092,668 \text{ kg.m}$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_{\text{total}} U$$

$$268092,668 \text{ kg.m} \geq 120324,214 \text{ kg.m} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- **Pemeriksaan terhadap kapasitas geser**

Gaya geser rencana :

$$V_{\text{total}} U = 49898,123 \text{ kg}$$

Kapasitas geser penampang :

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

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

$$= 160159,626 \text{ kg} > 49898,123 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$

- **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

$$q_u = q_{d1} U + q_{d2} U$$

$$= 2358,512 + 1729$$

$$= 4087,512 \text{ kg/m} = 40,87512 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned}
 P_u &= P_{U1} + P_{U2} + P_{U3} \\
 &= 327,415 + 12516,140 + 8289,320 \\
 &= 21132,875 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{(P^U) \times L^3}{48 \times EI} \\
 &= \frac{5 \times (40,87512) \times 900^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 416263,922} + \frac{(21132,875) \times 900^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 416263,922} \\
 &= 0,399 \text{ cm} + 0,367 \text{ cm} \\
 &= 0,766 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- Akibat beban hidup

$$\begin{aligned}
 q_u &= q_{d3}U + q_{d4}U + q_{d5}U + q_{d6}U \\
 &= 763,636 + 4923,636 + 2461,818 + 333 \\
 &= 8482,090 \text{ kg/m} = 84,82090 \text{ kg/cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_u &= P_{u4} \\
 &= 4160 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{(P^U) \times L^3}{48 \times EI} \\
 &= \frac{(84,82090) \times 900^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 416263,922} + \frac{(4160) \times 900^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 416263,922} \\
 &= 0,166 \text{ cm} + 0,072 \text{ cm} \\
 &= 0,238 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{\text{total}} &= F_1 + F_2 \text{ maka } F_{\text{total}} = 0,766 \text{ cm} + 0,238 \text{ cm} = 1,004 \text{ cm} \\
 &< f_{\text{ijin}} = 2,25 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Maka profil 24" WF 24" x 94 dapat digunakan sebagai gelagar melintang.

3.4.3.2 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 geser

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

Perhitungan Gaya Geser Horizontal (V_h)

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

Dimana pada perhitungan ini menggunakan penghubung geser berkepala (Stud $\frac{3}{4}$ " = 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

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

$C_{max} = 11970217,80 \text{ N} > T_{max} = 6418800 \text{ N}$ 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

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

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar melintang 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) :

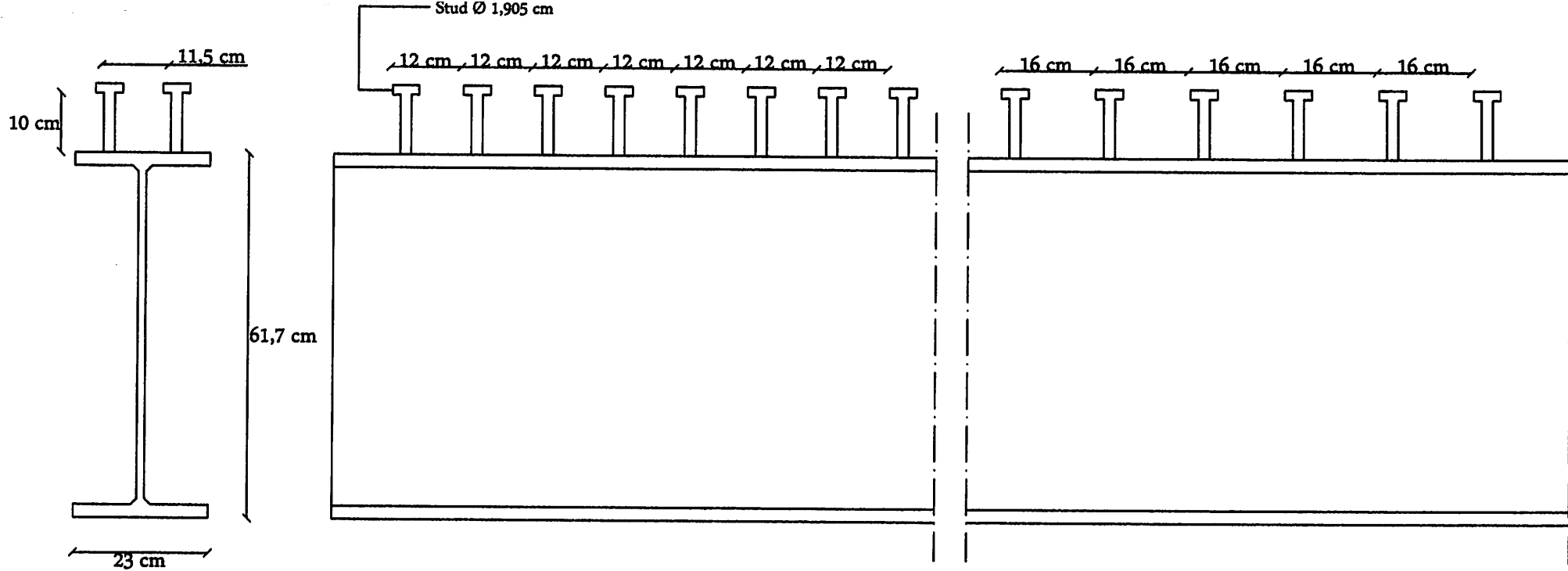
Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

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

Daerah lapangan

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

Jarak antar stud = $\frac{900}{55} = 16,36$ 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 : RISTUYANDI SETIANTO

NIM : 05.21.054

NAMA GAMBAR :
PEMASANGAN SHEAR CONECTOR
(GEL. MELINTANG)

**DOSEN
PEMBIMBING 1 :**

**DOSEN
PEMBIMBING 2 :**

TANGGAL :

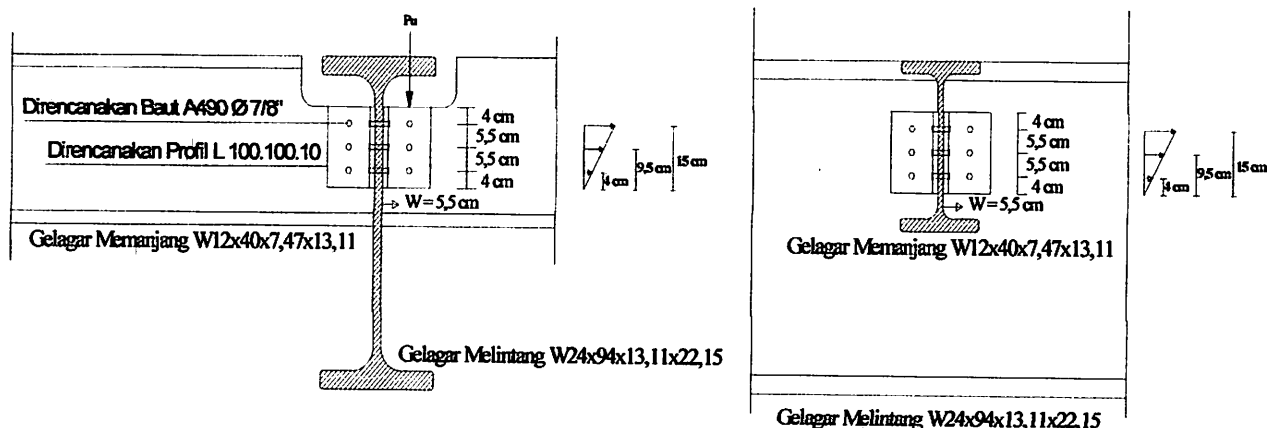
No Gambar :

Skala : 1 : 10

()

()

3.4.4 Perencanaan Sambungan Memanjang dan Melintang



Gambar 3.23 Sambungan Memanjang dan melintang

❖ Besarnya gaya lintang yang bekerja pada sambungan gelagar memanjang (P_u) adalah 6750,863 kg (V_u gelagar memanjang)

❖ Digunakan baut A 490 Ø 7/8"

$$\varnothing \text{ baut} = 7/8'' = 2,222 \text{ cm}$$

$$\varnothing \text{ lubang (db)} = 2,222 + 0,2 = 2,422 \text{ cm}$$

$$F_u = \text{kuat tarik bahan baut ; } 150 \text{ Ksi} = 1035 \text{ MPa}$$

$$\text{Luas } A_b = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 24,22^2 = 460,487 \text{ mm}^2$$

di coba menggunakan profil L 100.100.10 untuk irisan tunggal dan ganda.

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

Kuat tarik desain :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 1035) . 460,487 \\ &= 268089,77 \text{ N} \\ &= 26808,977 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 1035) . 1 . 460,487 \\ &= 185875,58 \text{ N} \\ &= 18587,558 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

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

$$\begin{aligned}\phi Rn &= \phi . (2,4 . d . t . Fu^p) \\ &= 0,75 . (2,4 . 22,22 . 13,11 . 520) \\ &= 272660,73 \text{ N} \\ &= 27266,073 \text{ kg}\end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}
 Mu &= Pu \cdot w \\
 &= 6750,863 \cdot 5,5 \\
 &= 37129,75 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut :

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,554 \text{ cm}$$

Diambil 5,5 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

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

P = jarak antar baut = 5,5 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 37129,75}{27266,073 \times 5,5}} = 1,22 \approx 6 \text{ buah}$$

Syarat :

$$L \geq \frac{P}{\phi \cdot F_{ut}}$$

$$5 \text{ cm} \geq \frac{6750,863}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,0}$$

$$5 \text{ cm} \geq 1,731 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut

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

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 21430,889 \text{ kg}$$

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

$$\phi \cdot R_{nt} \geq \frac{M_u \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$21430,889 \text{ kg} \geq \frac{37129,75 \times 15}{(4^2 + 9,5^2 + 15^2)}$$

$$21430,889 \text{ kg} \geq 1681,347 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut

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

Dimana :

$\phi_v \cdot R_{nv}$ = kekuatan geser desain = 14858,75 kg

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

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

$$14858,75 \text{ kg} \geq \frac{6750,863}{6}$$

$$14858,75 \text{ kg} \geq 1125,143 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.4.4.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar memanjang)

Kuat tarik desain :

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b \\ &= 0,75 \cdot (0,75 \cdot 1035) \cdot 460,487 \\ &= 268089,77 \text{ N} \\ &= 26808,977 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,60 \cdot 1035) \cdot 2 \cdot 460,487 \\ &= 371751,15 \text{ N} \\ &= 37175,115 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

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

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u^p) \\
 &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 22,22 \cdot 13,11 \cdot 520) \\
 &= 272660,73 \text{ N} \\
 &= 27266,073 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}
 M_u &= P_u \cdot w \\
 &= 6750,863 \cdot 5,5 \\
 &= 37129,75 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \leq 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,666 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,554 \text{ cm}$$

Diambil 5,5 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : M_u = momen ultimit

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

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

$$n = \sqrt{\frac{6 \times 37129,75}{27266,073 \times 5,5}} = 1,22 \approx 3 \text{ buah}$$

Syarat :

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

$$4 \text{ cm} \geq \frac{6750,863}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,0}$$

$$4 \text{ cm} \geq 1,731 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut

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

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 21430,889 \text{ kg}$$

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

$$\phi \cdot R_{nt} \geq \frac{Mu \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$21430,889 \text{ kg} \geq \frac{37129,75 \times 15}{(4^2 + 9,5^2 + 15^2)}$$

$$21430,889 \text{ kg} \geq 1681,347 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut

$$\phi v \cdot R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

$$\phi v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 29717,499 \text{ kg}$$

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

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

$$29717,499 \text{ kg} \geq \frac{6750,863}{3}$$

$$29717,499 \text{ kg} \geq 2250,288 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.5 Perhitungan Gelagar Induk

3.5.1 Akibat beban mati

- a. Berat sendiri lantai kendaraan

$$\begin{aligned}G_1 &= q_{lt} \cdot B \cdot L \\&= 760 \cdot 7 \cdot 60 \\&= 319200 \text{ kg}\end{aligned}$$

- b. Berat sendiri trotoir

$$\begin{aligned}G_2 &= 2 \cdot (q_t \cdot B \cdot L) \\&= 2 \cdot (1360 \cdot 1 \cdot 60) \\&= 163200 \text{ kg}\end{aligned}$$

- c. Berat gelagar induk, gelagar melintang (komposit), gelagar memanjang (komposit), 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	: 400 x 400
Rangka Pengaku	: 200 x 200
Ikatan angin atas	: LD130x130x12
Ikatan angin bawah	: LD130x130x12
didapatkan berat total	= 2,15939 x 10 ⁵ kg

$$G_3 = 2,15939 \times 10^5$$

$$= 215939,872 \text{ kg}$$

Total beban mati yang bekerja pada jembatan adalah :

$$G_{\text{total}} = G_1 + G_2 + G_3$$

$$= 319200 + 163200 + 215939,872$$

$$= 698339,872 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap gelagar induk adalah

$$G_l = \frac{698339,872}{2} = 349169,936 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap titik buhul tengah adalah

$$P_m = \frac{349169,936}{11} = 31742,721 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap titik buhul tepi adalah

$$P_{m'} = \frac{31742,721}{2} = 15871,360 \text{ Kg}$$

3.5.2 Akibat beban hidup(faktor beban = 1)

❖ Panjang beban yang terbebani $L = 60$ meter

Muatan terbagi rata (q):

$$L > 30 \text{ m} \rightarrow q = 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ Kpa}$$

$$= 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{60} \right) \text{ Kpa}$$

$$= 6,000 \text{ Kpa}$$

$$= 600 \text{ kg/m}^2$$

Catatan : 1 Kpa = 100 kg/m²

$$\begin{aligned}
 q' &= \frac{q}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{q}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\
 &= \frac{600}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{600}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\
 &= 1200 + 163,636 \\
 &= 1363,636 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap gelagar induk

$$\begin{aligned}
 P_q &= \frac{1}{2} \cdot q \cdot L \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 1363,636 \cdot 60 \\
 &= 40909 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{40909}{11} \\
 &= 3719 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul ujung

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \frac{3719}{2} \\
 &= 1859,50 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

❖ 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

$$P_3 = \frac{10000}{2}$$
$$= 5000 \text{ kg}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

$$P_3 = \frac{5000}{11}$$
$$= 454,545 \text{ kg}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_4 = \frac{5000}{2}$$
$$= 2500 \text{ kg}$$

Beban D = beban muatan terbagi merata (q) + Beban garis (P)

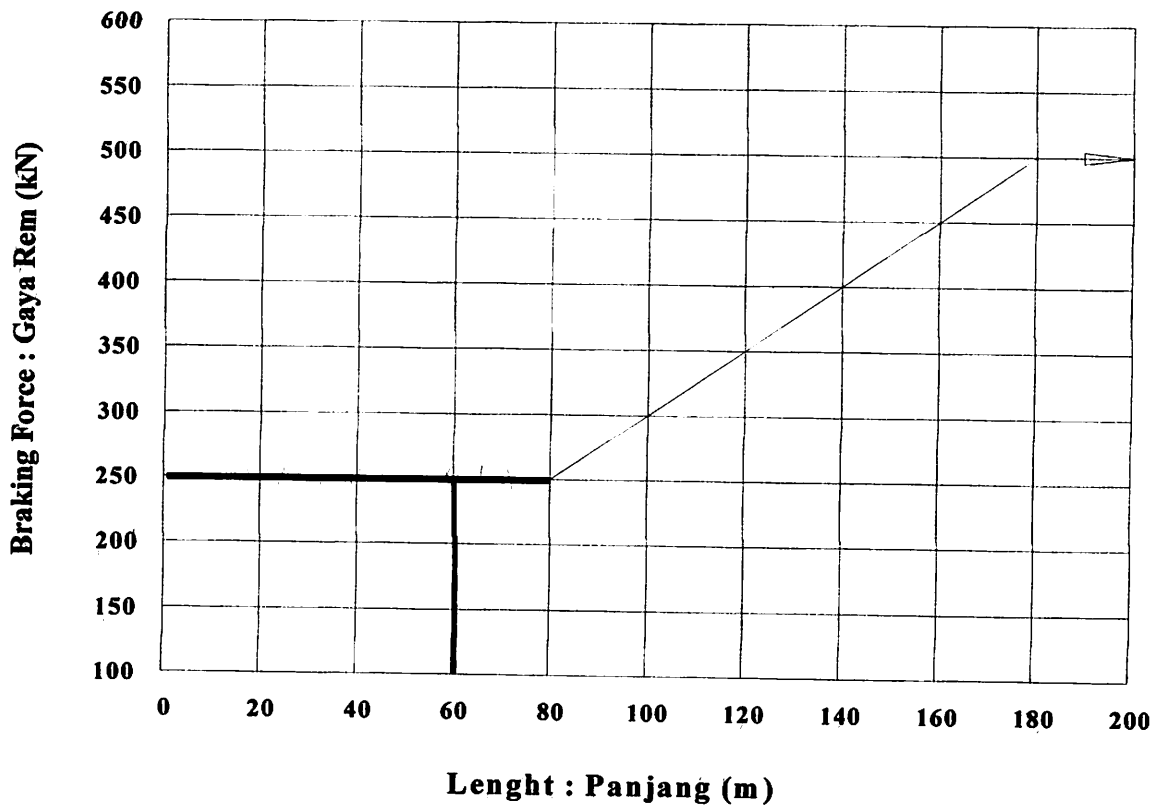
Beban D yang di terima tiap titik buhul tengah :

$$= P_1 + P_3$$
$$= 3719 \text{ kg} + 454,545 \text{ kg}$$
$$= 4173,545 \text{ kg}$$

Beban D yang di terima tiap titik buhul tepi :

$$= P_2 + P_4$$
$$= 1859,50 \text{ kg} + 2500 \text{ kg}$$
$$= 4359,50 \text{ kg}$$

3.5.3 Akibat Beban Rem (faktor beban = 2,0)



Gambar 3.24 Gaya rem

Dari gambar tersebut dengan panjang beban yang terbebani adalah 60 meter

didapat gaya rem yang terjadi adalah 250 kN = 25000 kg

Gaya rem yang dipikul tiap gelagar induk adalah :

$$P_R = \frac{1}{2} \cdot 25000 = 12500 \text{ kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tengah adalah :

$$P_R = \frac{12500}{11} = 1136,364 \text{ kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tepi adalah :

$$P_R = \frac{1136,364}{2} = 568,181 \text{ kg}$$

3.5.4 Akibat Beban Angin

Pada sisi rangka yang terkena angin

$T_{EW2} = 0,0006 \times cw \times (Vw)^2 \times Ab \text{ kN}$

Dimana :

Vw = Kecepatan angin rencana (30 m/dt)

cw = Koefisien seret = 1,2 (untuk bangunan rangka)

Ab = Luas koefisien bagian samping jembatan, luas eqivalen bagian samping jembatan adalah luas total bagian yang masif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan, karena jembatan rangka luas ekivalen 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

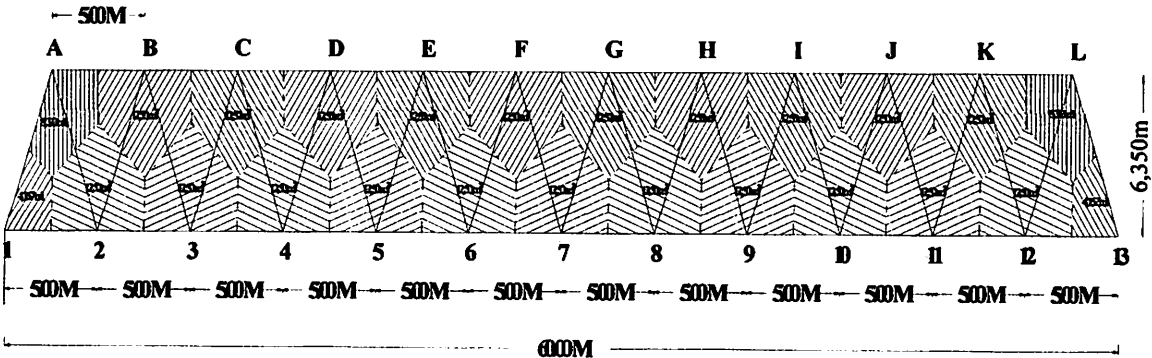
Bangunan masif	Cw
b/d = 1	2,1
b/d = 2	1,5
b/d ≥ 2	1,25
Bangunan atas rangka	1,2

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 3.25 Luas beban yang terkena angin

Tabel 3.2 Luas Bidang Yang Terkena Angin

AREA	LUAS (M ²)	AREA	LUAS (M ²)
1	4,167	A	8,333
2	12,5	B	12,5
3	12,5	C	12,5
4	12,5	D	12,5
5	12,5	E	12,5
6	12,5	F	12,5
7	12,5	G	12,5
8	12,5	H	12,5
9	12,5	I	12,5
10	12,5	J	12,5
11	12,5	K	12,5
12	12,5	L	8,333
13	4,167		

Total luas bidang yang terkena angin adalah 287,5 m² (Ab)

$$\begin{aligned} T_{EW2} &= 0,0006 \times cw \times (Vw)^2 \times Ab \times 30 \% \\ &= 0,0006 \times 1,2 \times 30^2 \times 287,5 \times 0,3 \\ &= 55,89 \text{ kN} \\ &= 5589 \text{ kg (1kN = 100 kg)} \end{aligned}$$

Beban angin yang diterima oleh gelagar induk adalah :

Tabel 3.3 Beban angin yang diterima

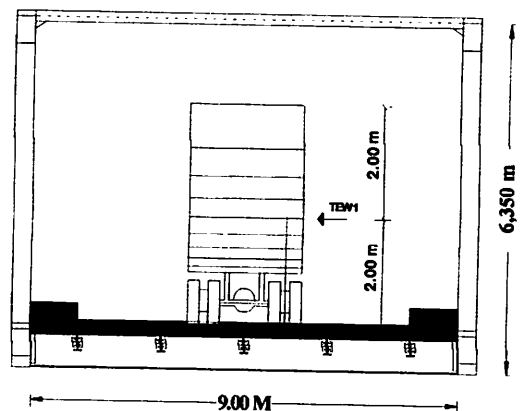
AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
1	4,167	1.2	900	81
2	12,5	1.2	900	243
3	12,5	1.2	900	243
4	12,5	1.2	900	243
5	12,5	1.2	900	243
6	12,5	1.2	900	243
7	12,5	1.2	900	243
8	12,5	1.2	900	243
9	12,5	1.2	900	243
10	12,5	1.2	900	243
11	12,5	1.2	900	243
12	12,5	1.2	900	243
13	4,167	1.2	900	81

Tabel 2

AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
A	8,333	1.2	900	161,9
B	12,5	1.2	900	243
C	12,5	1.2	900	243
D	12,5	1.2	900	243
E	12,5	1.2	900	243
F	12,5	1.2	900	243
G	12,5	1.2	900	243
H	12,5	1.2	900	243
I	12,5	1.2	900	243
J	12,5	1.2	900	243
K	12,5	1.2	900	243
L	8,333	1.2	900	161,9

Pada sisi kendaraan yang terkena angin :

$$\begin{aligned}
 T_{EWI} &= 0,0012 \times cw \times (Vw)^2 \\
 &= 0,0012 \times 1,2 \times 30^2 \\
 &= 1,296 \text{ kN} \\
 &= 129,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

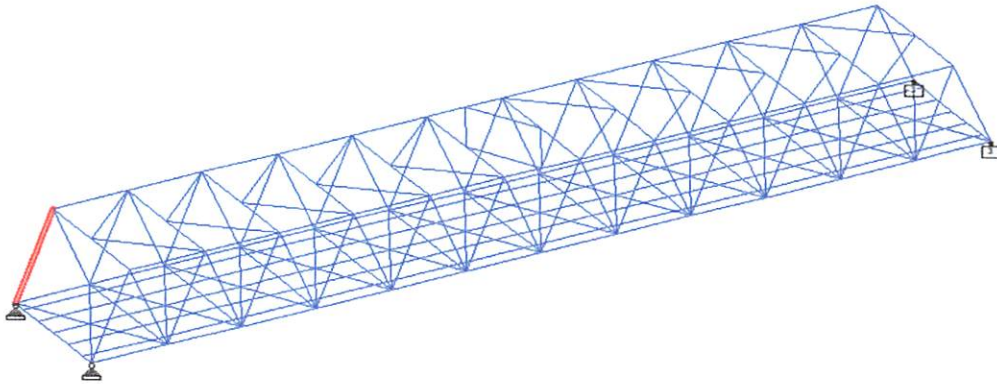


Gambar 3.26 Kendaraan yang terkena angin

3.6 Perhitungan Profil Baja

3.6.1 Perhitungan Penampang Batang tepi (Lentur)

❖ Perencanaan dimensi pada batang tepi (lentur)



Dimensi batang tepi digunakan profil WF400X400:

$$H = 428 \text{ mm} \quad A_g = 360,7 \text{ cm}^2$$

$$B = 407 \text{ mm} \quad G = 283 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 20 \text{ mm} \quad I_x = 119000 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 35 \text{ mm} \quad I_y = 39400 \text{ cm}^4$$

Digunakan mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 14 = 682 cm = 6820 mm

Momen terfaktor dalam arah x dan y diambil momen yang terbesar

$$\text{Pada batang 14 : } M_{ux} = 4,965 \text{ kNm} = 49650 \text{ kg.cm}$$

$$M_{uy} = 23,705 \text{ kNm} = 237050 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Gaya aksial (P)} = 243865,84 \text{ kg}$$

Cek kelangsingan penampang :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{40,7}{2,3,5} = 5,814 \leq 0,38\sqrt{E/f_y} = 0,38\sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 9,1778$$

$$\frac{b}{t_w} = \frac{41,5}{2} = 20,75 \leq 3,75 = \sqrt{E / f_y} = 3,75 \sqrt{2,1 \times 10^5 / 360} = 90,57$$

Maka penampang tersebut adalah penampang kompak

kontrol momen kapasitas

kuat lentur plastis (M_p) adalah momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, sebesar:

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot f_y = 15,32 \cdot 3600 = 55152 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = M_{py} = Z_y \cdot f_y = 73,16 \cdot 3600 = 263476 \text{ kg.cm}$$

Kontrol tegangan

$$F_b = 0,75 \cdot f_y$$

$$= 0,75 \cdot 3600$$

$$= 2700 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b \leq F_b$$

$$f = \frac{M}{W} \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \right] \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{5515,2}{55,70} + \frac{26347,6}{19,30} \right] + \frac{243865,84}{360,7} = 2140,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \left[\frac{5515,2}{55,70} + \frac{26347,6}{19,30} \right] - \frac{243865,84}{360,7} = 698,97 \text{ kg/cm}^2$$

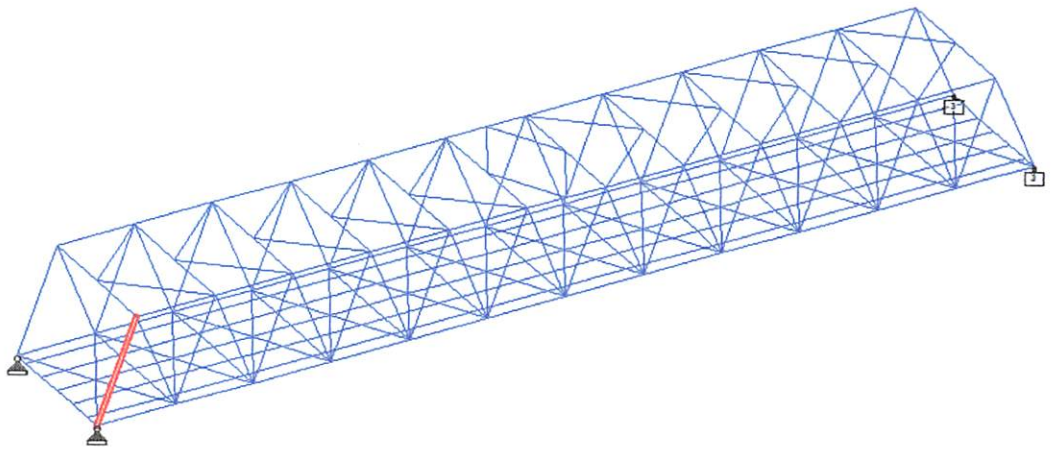
$$2140,27 \text{ kg/cm}^2 \leq 2700 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})!!!!$$

Persyaratan untuk balok pada desain LRFD harus memenuhi $\phi_b M_n \geq M_u$

dimana ϕ_b = factor resistensi untuk lentur yaitu 0,90

- $\phi_b M_n = 0,90 \times 263476$
 $= 237128,40 \text{ kg.cm}$
- $M_u = 237050 \text{ kg.cm}$
 $\phi_b M_n = 237128,40 \text{ kg.cm} \geq M_u = 237050 \text{ kg.cm} \dots\dots\dots(\text{OK})!!!$

❖ **Perencanaan dimensi pada batang tepi (lentur)**



Dimensi batang tepi digunakan profil WF400X400:

$H = 428 \text{ mm}$	$A_g = 360,7 \text{ cm}^2$
$B = 407 \text{ mm}$	$G = 283 \text{ kg/m}$
$T_w = 20 \text{ mm}$	$I_x = 119000 \text{ cm}^4$
$T_f = 35 \text{ mm}$	$I_y = 39400 \text{ cm}^4$

Digunakan mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 61 = $682 \text{ cm} = 6820 \text{ mm}$

Momen terfaktor dalam arah x dan y diambil momen yang terbesar

Pada batang 61 : $M_{ux} = 4,877 \text{ kNm} = 48770 \text{ kg.cm}$

$$M_{uy} = 23,759 \text{ kNm} = 237590 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Gaya aksial (P)} = 243865,84 \text{ kg}$$

cek kelangsingan penampang :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{40,7}{2 \cdot 3,5} = 5,814 \leq 0,38 \sqrt{E/f_y} = 0,38 \sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 9,1778$$

$$\frac{b}{t_w} = \frac{41,5}{2} = 20,75 \leq 3,75 \sqrt{E/f_y} = 3,75 \sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 90,57$$

Maka penampang tersebut adalah penampang kompak

kontrol momen kapasitas

kuat lentur plastis (M_p) adalah momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, sebesar:

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot f_y = 15,05 \cdot 3600 = 54180 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = M_{py} = Z_y \cdot f_y = 73,33 \cdot 3600 = 263998 \text{ kg.cm}$$

kontrol tegangan

$$F_b = 0,75 \cdot f_y$$

$$= 0,75 \cdot 3600$$

$$= 2700 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b \leq F_b$$

$$f = \frac{M}{W} \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \right] \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{5418}{55,70} + \frac{26399,8}{19,30} \right] + \frac{243865,84}{360,7} = 2141,23 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \left[\frac{5418}{55,70} + \frac{26399,8}{19,30} \right] - \frac{243865,84}{360,7} = 789,04 \text{ kg/cm}^2$$

$$2141,23 \text{ kg/cm}^2 \leq 2700 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})!!!!$$

Persyaratan untuk balok pada desain LRFD harus memenuhi $\phi_b M_n \geq M_u$

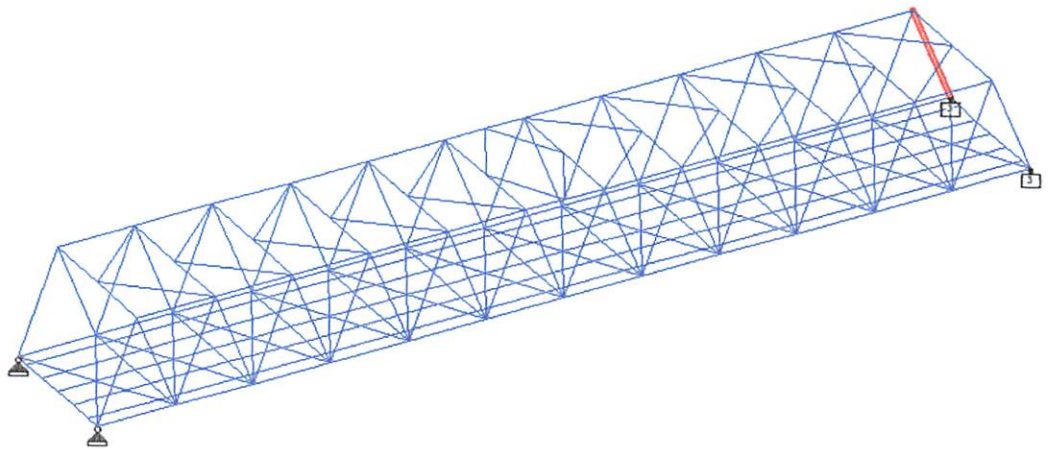
dimana ϕ_b = faktor resistensi untuk lentur yaitu 0,90

- $\phi_b M_n = 0,90 \times 263998$
 $= 237598,20 \text{ kg.cm}$

- $M_u = 237590 \text{ kg.cm}$

$$\phi_b M_n = 237598,20 \text{ kg.cm} \geq M_u = 237590 \text{ kg.cm} \dots\dots\dots(\text{OK})!!!$$

❖ **Perencanaan dimensi pada batang tepi (Lentur)**



Dimensi batang tepi digunakan profil WF400X400:

$H = 428 \text{ mm}$	$A_g = 360,7 \text{ cm}^2$
$B = 407 \text{ mm}$	$G = 283 \text{ kg/m}$
$T_w = 20 \text{ mm}$	$I_x = 119000 \text{ cm}^4$
$T_f = 35 \text{ mm}$	$I_y = 39400 \text{ cm}^4$

Digunakan mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 37 = 682 cm = 6820 mm

Momen terfaktor dalam arah x dan y diambil momen yang terbesar

Pada batang 37 : $M_{ux} = 4,759 \text{ kNm} = 47590 \text{ kg.cm}$

$$M_{uy} = 24,013 \text{ kNm} = 240130 \text{ kg.cm}$$

Gaya aksial (P) = 244072,59 kg

cek kelangsingan penampang :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{40,7}{2 \cdot 3,5} = 5,814 \leq 0,38 \sqrt{E/f_y} = 0,38 \sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 9,1778$$

$$\frac{b}{t_w} = \frac{41,5}{2} = 20,75 \leq 3,75 \sqrt{E/f_y} = 3,75 \sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 90,57$$

Maka penampang tersebut adalah penampang kompak

kontrol momen kapasitas

kuat lentur plastis (M_p) adalah momen lentur yang menyebabkan seluruh

penampang mengalami tegangan leleh, sebesar:

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot f_y = 14,68 \cdot 3600 = 52848 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = M_{py} = Z_y \cdot f_y = 74,11 \cdot 3600 = 266796 \text{ kg.cm}$$

kontrol tegangan

$$F_b = 0,75 \cdot f_y$$

$$= 0,75 \cdot 3600$$

$$= 2700 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b \leq F_b$$

$$f = \frac{M}{W} \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \right] \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{5284,8}{55,70} + \frac{26679,6}{19,30} \right] + \frac{244072,59}{360,7} = 2153,91 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \left[\frac{5284,8}{55,70} + \frac{26679,6}{19,30} \right] - \frac{244072,59}{360,7} = 800,58 \text{ kg/cm}^2$$

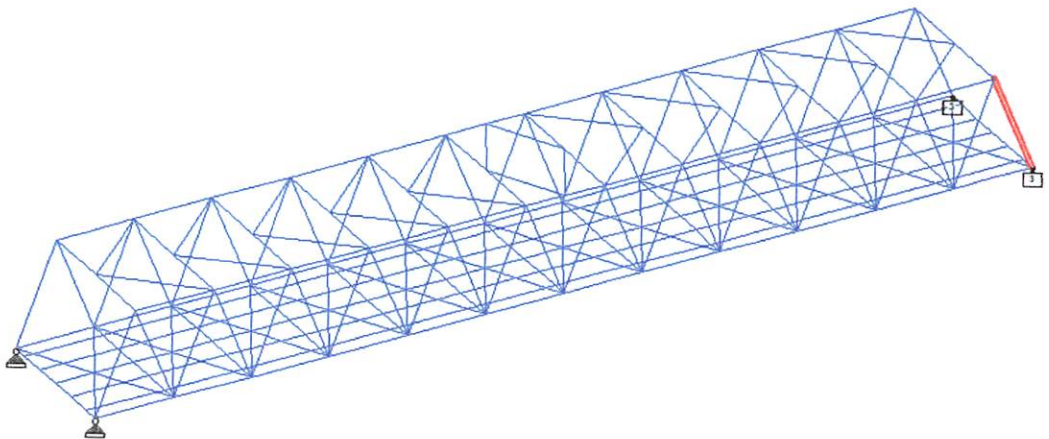
$$2153,91 \text{ kg/cm}^2 \leq 2700 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})!!!!$$

Persyaratan untuk balok pada desain LRFD harus memenuhi $\phi_b M_n \geq M_u$

dimana ϕ_b = faktor resistensi untuk lentur yaitu 0,90

- $\phi_b M_n = 0,90 \times 266796$
 $= 240216,40 \text{ kg.cm}$
- $M_u = 240130 \text{ kg.cm}$
 $\phi_b M_n = 240216,40 \text{ kg.cm} \geq M_u = 240130 \text{ kg.cm} \dots\dots\dots(\text{OK})!!!$

❖ **Perencanaan dimensi pada batang tepi (Lentur)**



Dimensi batang tepi digunakan profil WF400X400:

$$H = 428 \text{ mm} \quad A_g = 360,7 \text{ cm}^2$$

$$B = 407 \text{ mm} \quad G = 283 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 20 \text{ mm} \quad I_x = 119000 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 35 \text{ mm} \quad I_y = 39400 \text{ cm}^4$$

Digunakan mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 84 = 682 cm = 6820 mm

Momen terfaktor dalam arah x dan y diambil momen yang terbesar

Pada batang 84 : $M_{ux} = 4,776 \text{ kNm} = 47760 \text{ kg.cm}$

$$M_{uy} = 24,041 \text{ kNm} = 240410 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Gaya aksial (P)} = 244072,59 \text{ kg}$$

Cek kelangsingan penampang :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{40,7}{2 \cdot 3,5} = 5,814 \leq 0,38 \sqrt{E/f_y} = 0,38 \sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 9,1778$$

$$\frac{b}{t_w} = \frac{41,5}{2} = 20,75 \leq 3,75 \sqrt{E/f_y} = 3,75 \sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 90,57$$

Maka penampang adalah penampang kompak

kontrol momen kapasitas

kuat lentur plastis (M_p) adalah momen lentur yang menyebabkan seluruh

penampang mengalami tegangan leleh, sebesar:

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot f_y = 13,81 \cdot 3600 = 49716 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = M_{py} = Z_y \cdot f_y = 74,20 \cdot 3600 = 267120 \text{ kg.cm}$$

kontrol tegangan

$$F_b = 0,75 \cdot f_y$$

$$= 0,75 \cdot 3600$$

$$= 2700 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b \leq F_b$$

$$f = \frac{M}{W} \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \right] \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{4971,6}{55,70} + \frac{26712}{19,30} \right] + \frac{244072,59}{360,7} = 2149,96 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \left[\frac{4971,6}{55,70} + \frac{26712}{19,30} \right] - \frac{244072,59}{360,7} = 796,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$2149,96 \text{ kg/cm}^2 \leq 2700 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})!!!!$$

Persyaratan untuk balok pada desain LRFD harus memenuhi $\phi_b M_n \geq M_u$

dimana ϕ_b = faktor resistensi untuk lentur yaitu 0,90

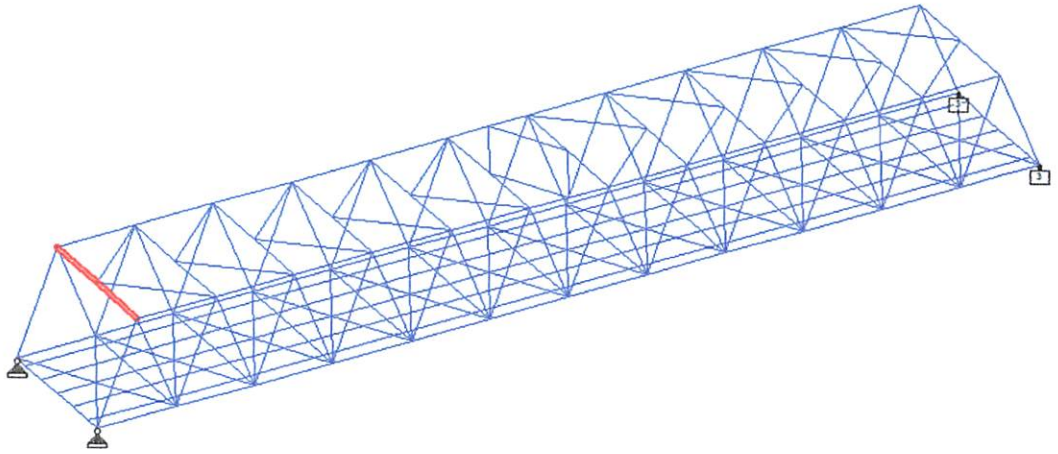
- $\phi_b M_n = 0,90 \times 267120$

$$= 240428 \text{ kg.cm}$$

- $M_u = 240410 \text{ kg.cm}$

$$\phi_b M_n = 240428 \text{ kg.cm} \geq M_u = 240410 \text{ kg.cm} \dots\dots\dots(\text{OK})!!!$$

❖ **Perencanaan dimensi pada batang tepi (lentur)**



Dimensi batang tepi digunakan profil WF208X204:

$$H = 208 \text{ mm} \quad A_g = 83,69 \text{ cm}^2$$

$$B = 202 \text{ mm} \quad G = 65,7 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 10 \text{ mm} \quad I_x = 6530 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 16 \text{ mm} \quad I_y = 2200 \text{ cm}^4$$

Digunakan mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 349 = 450 cm = 4500 mm

Momen terfaktor dalam arah x dan y diambil momen terbesar

Pada batang 349 : $M_{ux} = 4,425 \text{ kNm} = 44250 \text{ kg.cm}$

$$M_{uy} = 1,524 \text{ kNm} = 15240 \text{ kg.cm}$$

Gaya aksial (P) = 443,20 kg

cek kelangsingan penampang :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{20,2}{2,1,6} = 6,31 \leq 0,38\sqrt{E/f_y} = 0,38\sqrt{2,1 \cdot 10^5 / 360} = 9,1778$$

$$\frac{b}{t_w} = \frac{17,9}{2} = 8,95 \leq 3,75 = \sqrt{E / f_y} = 3,75 \sqrt{2,1 \times 10^5 / 360} = 90,57$$

Maka Penampang tersebut adalah penampang kompak

kontrol momen kapasitas

kuat lentur plastis (M_p) adalah momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh, sebesar:

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot f_y = 13,65 \cdot 3600 = 49140 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = M_{py} = Z_y \cdot f_y = 4,70 \cdot 3600 = 16920 \text{ kg.cm}$$

kontrol tegangan

$$F_b = 0,75 \cdot f_y$$

$$= 0,75 \cdot 3600$$

$$= 2700 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b \leq F_b$$

$$f = \frac{M}{W} \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{M_x}{W_y} + \frac{M_y}{W_x} \right] \pm \frac{P}{A}$$

$$= \left[\frac{4914}{55,70} + \frac{1524}{19,30} \right] + \frac{443,20}{83,69} = 172,48 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \left[\frac{4914}{6,28} + \frac{1524}{2,18} \right] - \frac{443,20}{83,69} = 161,890 \text{ kg/cm}^2$$

$$172,48 \text{ kg/cm}^2 \leq 2700 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK})!!!!$$

Persyaratan untuk balok pada desain LRFD harus memenuhi $\phi_b M_n \geq M_u$

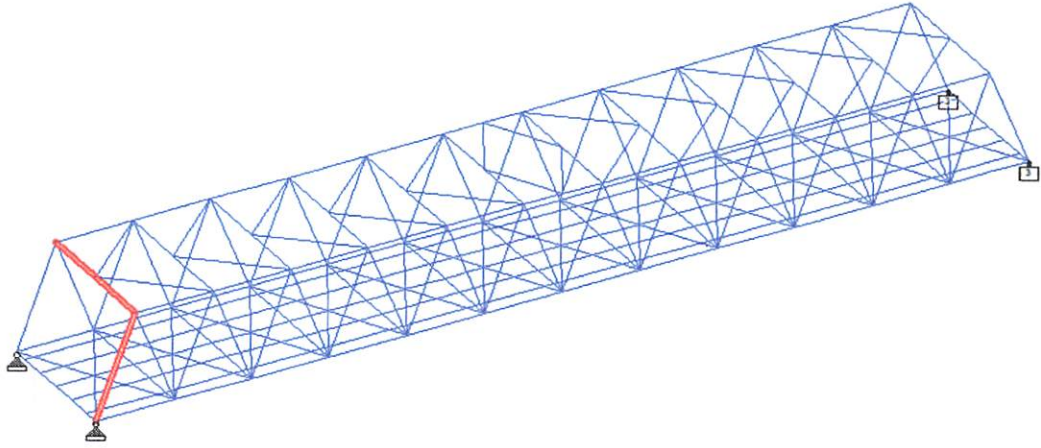
dimana ϕ_b = faktor resistensi untuk lentur yaitu 0,90

- $\phi_b M_n = 0,90 \times 49140$
 $= 44326 \text{ kg.cm}$

- $M_u = 44250 \text{ kg.cm}$

$$\phi_b M_n = 44326 \text{ kg.cm} \geq M_u = 44250 \text{ kg.cm} \dots\dots\dots(\text{OK})!!!$$

❖ Perencanaan sambungan pada momen



Dimensi batang tepi digunakan profil WF400X400:

$$H = 428 \text{ mm} \quad A_g = 360,7 \text{ cm}^2$$

$$B = 407 \text{ mm} \quad G = 283 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 20 \text{ mm} \quad I_x = 119000 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 35 \text{ mm} \quad I_y = 39400 \text{ cm}^4$$

$$M_u = 23,759 \text{ kNm} = 237590 \text{ kg.cm (pada batang 61) bawah}$$

$$M_u = 4,425 \text{ kNm} = 44250 \text{ kg.cm (pada batang 349) atas}$$

Penentuan jumlah baut

Digunakan baut mutu A490 diameter 7/8", dimana kekuatan tarik minimumnya (F_u) adalah = 1035 kg/cm²

- Kuat nominal baut

$$R_n = \phi (0,4 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ faktor reduksi untuk kekuatan fraktur

F_u^b = kekuatan tarik dalam baut

m = jumlah bidang geser

A_b = luas bruto penampang baut (baut direncanakan ϕ 7/8")

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2 = 387,576 \text{ mm}^2$$

maka :

$$R_n = 0,75 (0,4 \cdot 10350) \cdot 1 \cdot 3,87576$$

$$= 12034,235 \text{ kg}$$

- Kuat nominal baut dalam tarik

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

$$= 0,75 \cdot 0,75 \cdot 10350 \cdot 3,87576$$

$$= 22564,19 \text{ kg}$$

- Kuat nominal baut dalam tumpu (t_p = tebal plat direncanakan 3,5 cm)

$$R_n = 2,4 \cdot \phi \cdot d_b \cdot t_p \cdot F_u$$

$$= 2,4 \cdot 0,75 \cdot 2,22 \cdot 3,5 \cdot 10350$$

$$= 41358,60 \text{ kg}$$

- Jarak baut

$$\text{Jarak tepi baut, } L = 1,5d - 3d \text{ dan antar baut, } L = 3d - 7d$$

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

- Besarnya gaya tarik dan tekan akibat momen

$$T = \frac{M_u}{0,95 \cdot h_b} = \frac{237590}{0,95 \cdot 42,8} = 5843,33 \text{ kg}$$

- Penentuan jumlah baut

$$n = \frac{T}{\phi R_n} = \frac{5843,33}{12034,235} = 0,485 \approx 3 \text{ baut}$$

- Gaya geser yang diterima 1 baut

$$V_{\text{baut}} = \frac{T}{n} = \frac{5843,33}{3} = 1947,78 \text{ kg}$$

- Tegangan geser yang dipikul 1 baut

$$F_u \text{ baut} = 1035 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = \frac{V_{\text{baut}}}{A_{\text{baut}}} = \frac{1947,78}{3,87576} = 502,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 502,55 \text{ kg/cm}^2 < F_u \text{ baut} = 1035 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK !!})$$

- Penentuan plat ujung

Gaya tarik las sepanjang 1 flens

$$T_{\text{maks}} = \phi \cdot f_y \cdot t_f \cdot \left(\frac{b_f}{3} \right)$$

$$= 0,9 \cdot 3600 \cdot 3,5 \cdot \left(\frac{42,8}{3} \right)$$

$$= 18144 \text{ kg}$$

- Digunakan plat dengan lebar (w) = 30 cm dan panjang 45,63 cm

$$b' = s \cdot \frac{1}{2} \cdot d_b$$

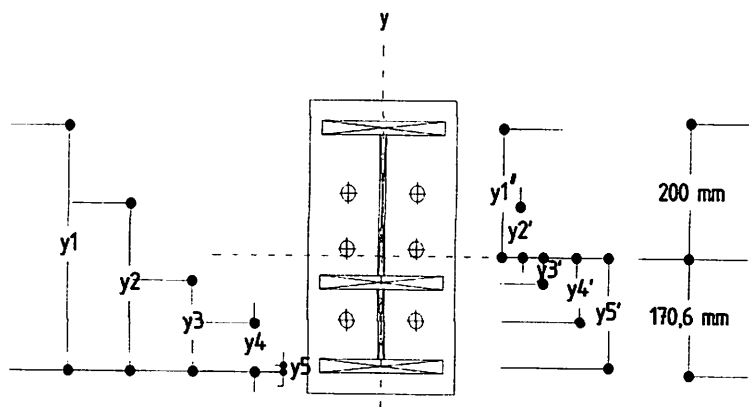
$$= 7,298 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,22$$

$$= 8,10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 t_p &= \sqrt{\frac{4,44.T.b'}{w.fy.(1+\alpha\delta)}} \\
 &= \sqrt{\frac{4,44.18144.8,10}{30.3600.(1+0)}} \\
 &= 2,45\text{cm}
 \end{aligned}$$

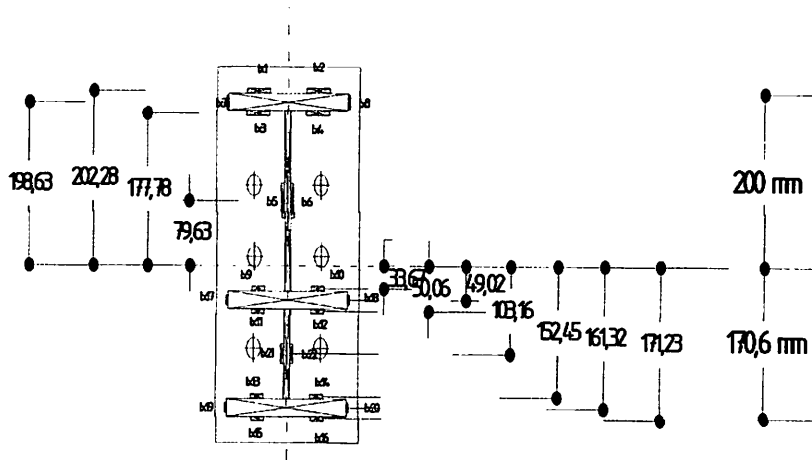
$$\begin{aligned}
 \text{Tebal las} &= \frac{1}{2} . t_p . \sqrt{2} \\
 &= \frac{1}{2} . 2,45 . \sqrt{2} \\
 &= 1,73 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Las plat ujung dan pengaku menggunakan las E60 (Elektroda 60)



bag.	b	h	A	y	A*y
1	20.2	1,600	32,320	36,000	1.163,520
2	1,000	20,000	20,000	24,000	480,000
3	20.2	1,600	32,320	13,000	420,160
4	1,000	10,000	10,000	7,000	70,000
5	20.2	1,600	32,320	1,000	32,320
			126,960		2.166,000

$$\begin{aligned}
 y_b &= 17,06049 \text{ cm} \\
 y_a &= 20 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



Keterangan :

Daerah tarik (+)

Daerah tekan (-)

$I_x 1 = I_x 2 = I_x 3 = I_x 4$

$I_x 9 = I_x 10 = I_x 11 = I_x 12$

$b = 4 \text{ cm}, h = 1,1 \text{ cm}$

$I_x 13 = I_x 14 = I_x 15 = I_x 16$

$I_x 5 = I_x 6$

$I_x 17 = I_x 18 = I_x 19 = I_x 20$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 4$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 1,5 \text{ cm}$

$I_x 7 = I_x 8$

$I_x 21 = I_x 22$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 2 \text{ cm}$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 2,5 \text{ cm}$

- Momen Inersia Las

$$\begin{aligned} I_{x1} + I_{x2} &= 2 \cdot \left(\left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) + (b \cdot h \cdot y_1^2) \right) \\ &= 2 \cdot \left(\left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 1,1^3 \right) + (4 \cdot 1,1 \cdot 20,228^2) \right) \\ &= 3601,597 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x3} + I_{x4} &= 2 \cdot \left(\left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) + (b \cdot h \cdot y_2^2) \right) \\ &= 2 \cdot \left(\left(\frac{1}{12} \cdot 4 \cdot 1,1^3 \right) + (4 \cdot 1,1 \cdot 17,778^2) \right) \\ &= 2782,188 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x5} + I_{x6} &= 2 \cdot \left(\left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) + (b \cdot h \cdot y_3^2) \right) \\ &= 2 \cdot \left(\left(\frac{1}{12} \cdot 1,1 \cdot 4^3 \right) + (1 \cdot 4 \cdot 7,963^2) \right) \\ &= 569,688 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_7} + I_{x_8} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_4^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 1,1 \cdot 3^3) + (1,1 \cdot 3 \cdot 19,8863^2)) \\
&= 2608,886 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_9} + I_{x_{10}} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_5^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 2,5 \cdot 1,1^3) + (2,5 \cdot 1,1 \cdot 3,367^2)) \\
&= 62,904 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_{11}} + I_{x_{12}} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_6^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 2,5 \cdot 1,1^3) + (2,5 \cdot 1,1 \cdot 5,006^2)) \\
&= 138,3826 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_{13}} + I_{x_{14}} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_7^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 2,5 \cdot 1,1^3) + (2,5 \cdot 1,1 \cdot 15,245^2)) \\
&= 1278,808 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_{15}} + I_{x_{16}} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_8^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 2,5 \cdot 1,1^3) + (2,5 \cdot 1,1 \cdot 17,123^2)) \\
&= 1613,137 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_{17}} + I_{x_{18}} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_9^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 1,1 \cdot 1,5^3) + (1,1 \cdot 1,5 \cdot 4,902^2)) \\
&= 79,914 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_{x_{19}} + I_{x_{20}} &= 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_{10}^2)) \\
&= 2 \cdot ((1/12 \cdot 1,1 \cdot 1,5^3) + (1,1 \cdot 1,5 \cdot 16,132^2)) \\
&= 859,413 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

$$I_{x_{21}} + I_{x_{22}} = 2 \cdot ((1/12 \cdot b \cdot h^3) + (b \cdot h \cdot y_{11}^2))$$

$$= 2 \cdot ((1/12 \cdot 1,1 \cdot 2,5^3) + (1,1 \cdot 2,5 \cdot 10,316^2))$$

$$= 588,1623 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} I_x \text{ total} &= I_{x1} + I_{x2} + I_{x3} + I_{x4} + I_{x5} + I_{x6} + I_{x7} + I_{x8} + I_{x9} + \\ &I_{x10} + I_{x11} + I_{x12} + I_{x13} + I_{x14} + I_{x15} + I_{x16} + I_{x17} + \\ &I_{x18} + I_{x19} + I_{x20} + I_{x21} + I_{x22} \\ &= 14183,08 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

- **Momen Tahanan Las**

$$\text{Serat atas} = W_x \text{ atas} = \frac{I_x}{y_a} = \frac{14183,08}{20} = 709,154 \text{ cm}^3$$

$$\text{Serat bawah} = W_x \text{ bawah} = \frac{I_x}{y_b} = \frac{14183,08}{17,0606} = 831,340 \text{ cm}^3$$

- **Tegangan tarik yang terjadi pada Las**

- Serat atas:

$$= \frac{Mu}{wx_{atas}} = \frac{442500}{709,154} = 623,982 \text{ kg/cm}^2 < F_{t\text{las}} = 1390 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!!}$$

- Serat bawah:

$$= \frac{Mu}{wx_{bawah}} = \frac{442500}{831,340} = 532,273 \text{ kg/cm}^2 < F_{t\text{las}} = 1390 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!!}$$

- **Tegangan geser yang terjadi pada Las**

$$\text{Panjang las } (\ell) = 28,9 \cdot 2 = 57,8 \text{ cm}$$

$$\text{Luas } (A) = \ell \cdot a = 57,8 \cdot 1,55 = 89,59 \text{ cm}^2$$

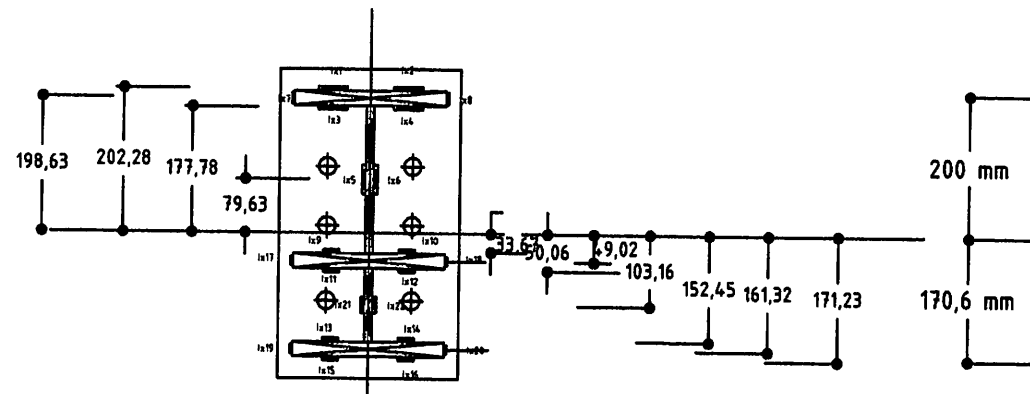
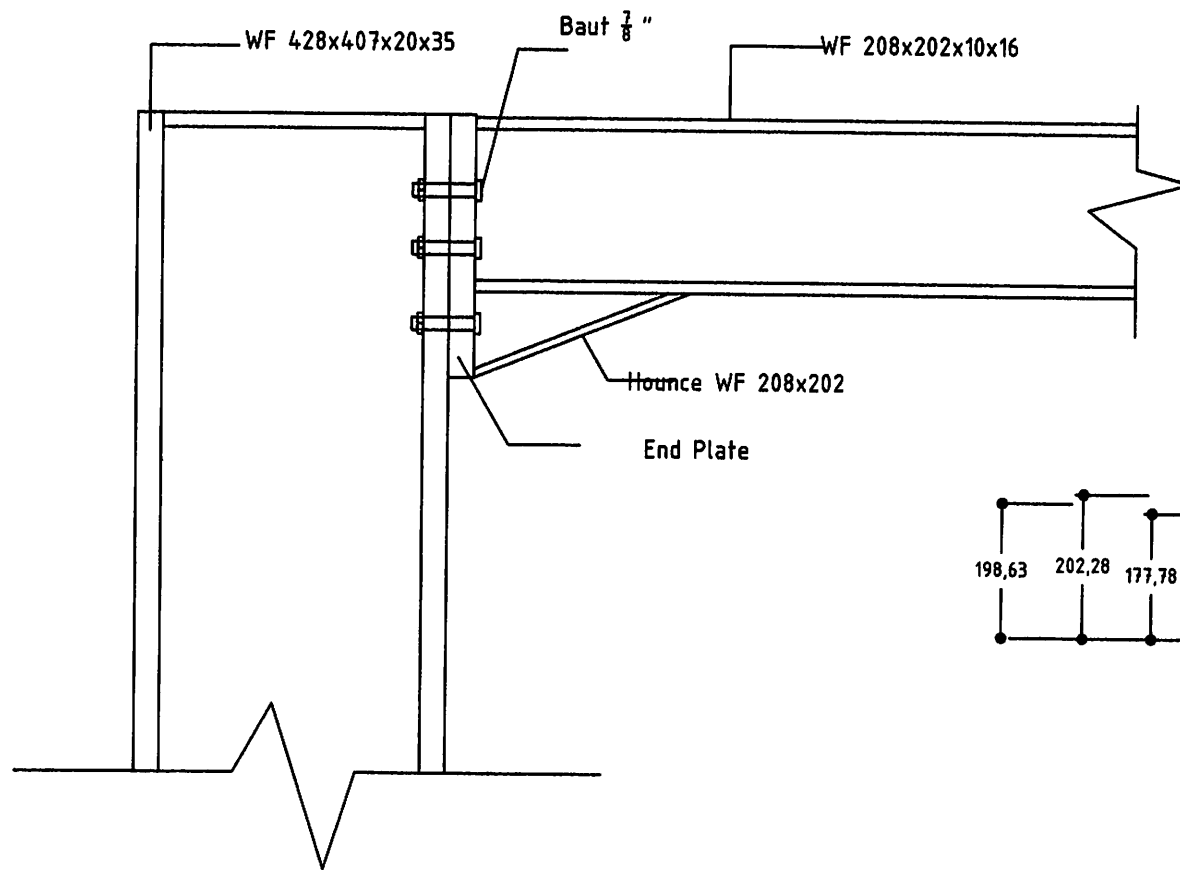
- **Tegangan geser yang terjadi pada Las**

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{2530}{89,59} = 28,239 \text{ kg/cm}^2 < F_{t\text{las}} = 1390 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!!}$$

$$FR = \sqrt{Vt^2 + Fv^2}$$

$$= \sqrt{623,982^2 + 532,273^2}$$

$$= 529,831 \text{ kg/cm}^2 < Ft \text{ las} = 1390 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(\text{OK!!!})$$



Keterangan :

Daerah tarik (+)

$I_{x1} = I_{x2} = I_{x3} = I_{x4}$

$b = 4 \text{ cm}, h = 1,1 \text{ cm}$

$I_{x5} = I_{x6}$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 4 \text{ cm}$

$I_{x7} = I_{x8}$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 2 \text{ cm}$

Daerah tekan (-)

$I_{x9} = I_{x10} = I_{x11} = I_{x12}$

$I_{x13} = I_{x14} = I_{x15} = I_{x16}$

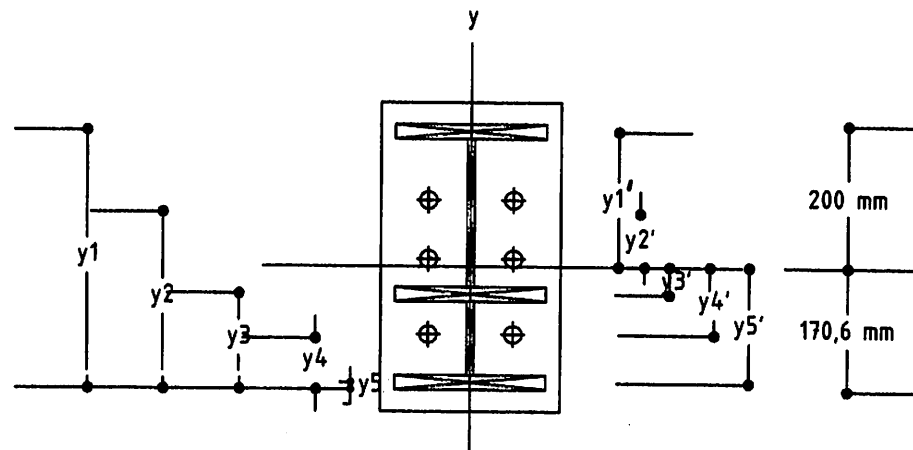
$b = 2,5 \text{ cm}, h = 1,1 \text{ cm}$

$I_{x17} = I_{x18} = I_{x19} = I_{x20}$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 1,5 \text{ cm}$

$I_{x21} = I_{x22}$

$b = 1,1 \text{ cm}, h = 2,5 \text{ cm}$



❖ **Perencanaan dimensi batang tengah (Tekan)**

$P_u = 587717,62 \text{ kg}$ (batang no. 43) $\rightarrow$ output Staad Pro 2004

43	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.953	11
		587717.62 C		0.00	0.00	2.50

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 mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 43 = 250 cm = 2500 mm

Persamaan LRFD untuk batang tarik :

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

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 profil

$$A_e = 0,75 \cdot A_n$$

Direncanakan menggunakan 2 baris baut pada flens

Baut yang digunakan berdiameter $7/8'' = 22,22 \text{ mm}$

$$\text{Lebar lubang} = 22,22 + 2 = 24,22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - 2 (\text{lebar lubang} \times \text{tebal flens}) \\
 &= 29540 - 2 (24,22 \times 28) \\
 &= 28183,68 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri atas 2 kriteria 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

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

$$957096 \text{ kg} \geq 587717,62 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Profil aman})$$

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\begin{aligned}
 \phi_t \cdot T_n &= \phi_t \cdot F_u \cdot A_e \\
 &= 0,75 \cdot 520 \cdot (0,75 \cdot 28183,68) \\
 &= 7243726,4 \text{ N} \\
 &= 724372,64 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi (0,75)

T_n = kekuatan nominal batang tarik

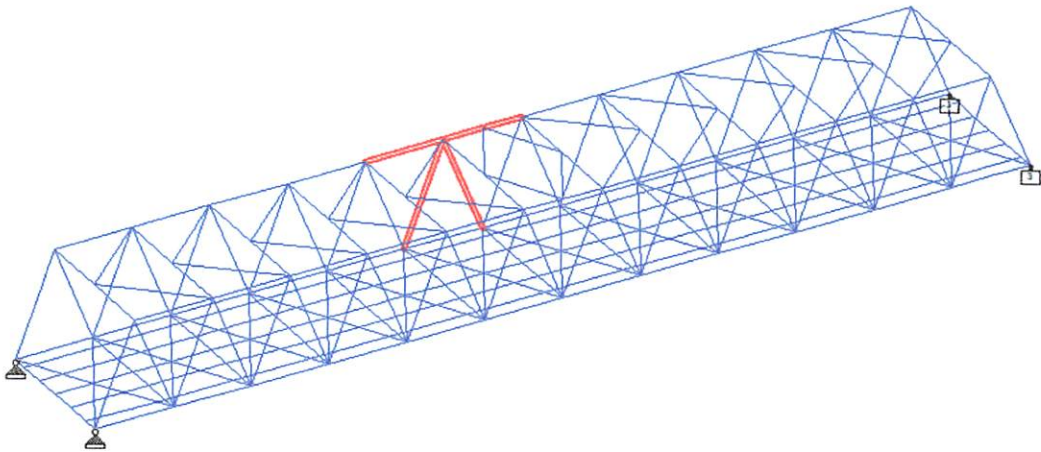
F_u = tegangan putus baja = 520 Mpa

$A_e = \text{luas bersih efektif } (0,75 \cdot A_n)$

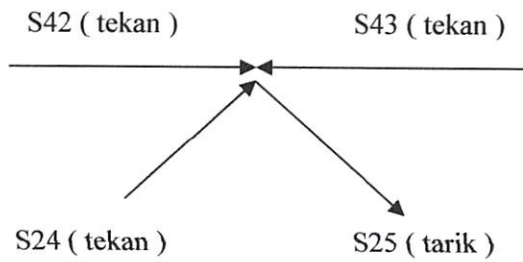
$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$

$$724372,64 \text{ kg} \geq 587717,62 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Profil aman})$$

3.6.1.1 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 22



Joint. 22



Beban	S Statika	P Kapasitas
S42	571322,94 kg	724372,64
S43	587717,62 kg	724372,64
S24	22377,21 kg	724372,64
S25	22377,21 kg	724372,64

➤ **Sambungan pada flens profil**

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = faktor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 22,22 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 22,22 \cdot 28$$

$$= 582341,76 \text{ N/baut}$$

$$= 58234,176 \text{ N kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

Dimana : ϕ = 0,65

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan baut = 150 ksi

$$= 1035 \text{ MPa}$$

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2 = 387,576 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 387,576$$

$$= 156445 \text{ N/baut}$$

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 15644,5 kg/baut

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 42

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{42} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \end{aligned}$$

$$\geq 2,22 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

2. Batang 43

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{43} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3. Batang 24

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{24} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

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 s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t \geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,773 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

4. Batang 25

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{25} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,666$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3.6.1.2 Kontrol Plat simpul Sambungan gelagar induk joint 22

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 44)

❖ Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 42

$$S_{42} \sin 2^0 = 724372,64 \sin 2^0 = 31079,598 \text{ kg}$$

$$S_{42} \cos 2^0 = 724372,64 \cos 2^0 = 490003,253 \text{ kg}$$

o Batang 24

$$S_{24} \sin 61^0 = 724372,64 \sin 61^0 = 578888,86 \text{ kg}$$

$$S_{24} \cos 61^0 = 724372,64 \cos 61^0 = 431745,146 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 2,222 cm

Diameter lubang baut : 2,422 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 112 \times 3,5 = 392 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 392 - 5 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 349,615 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 349,615 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (112 \times 3 \times \frac{112}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 20) - (2,422 \times 3 \times 36)$$

$$349,615 \times Y_a = 21952 - 169,540 - 305,172$$

$$349,615 \times Y_a = 21477,288$$

$$Y_a = 61,43 \text{ cm}$$

$$Y_b = 112 - 61,43 = 50,56 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{42} \sin 2^\circ + S_{24} \sin 61^\circ$$

$$= 31079,598 + 578888,86$$

$$= 609968,45 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{42} \cos 2^\circ + S_{24} \cos 61^\circ$$

$$= 490003,253 + 431745,146$$

$$= 921748,39 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = S_{42} \cos 2^\circ \cdot Z_1 - S_{24} \cos 61^\circ \cdot Z_2$$

$$= 490003,253 \cdot 41 - 431745,146 \cdot 15$$

$$= 13613956 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = \frac{1}{4} \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/4 \cdot 3,5 \cdot 112^2$$

$$= 10976 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{609968,45}{349,615} + \frac{13613956}{10976}$$

$$= 2885 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{921748,39}{349,615} = 2036 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{2885^2 + 2036^2}$$

$$= 3531 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

❖ Potongan II-II

Gaya batang :

○ Batang 43

$$S_{43} \sin 2^0 = 724372,64 \sin 2^0 = 31079,598 \text{ kg}$$

$$S_{43} \cos 2^0 = 724372,64 \cos 2^0 = 490003,253 \text{ kg}$$

○ Batang 25

$$S_{25} \sin 61^0 = 724372,64 \sin 61^0 = 578888,86 \text{ kg}$$

$$S_{25} \cos 61^0 = 724372,64 \cos 61^0 = 431745,146 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 2,222 cm

Diameter lubang baut : 2,422 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 112 \times 3,5 = 392 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 392 - 5 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 349,615 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 349,615 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (112 \times 3,5 \times \frac{112}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 20)$$

$$- (2,422 \times 3,5 \times 36)$$

$$349,615 \times Y_a = 21952 - 169,540 - 305,172$$

$$349,615 \times Y_a = 21477,288$$

$$Y_a = 61,43 \text{ cm}$$

$$Y_b = 112 - 61,43 = 50,56 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{43} \sin 2^\circ - S_{25} \sin 61^\circ$$

$$= 31079,598 - 578888,86$$

$$= -547809,26 \text{ Kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{43} \cos 2^\circ + S_{25} \cos 61^\circ$$

$$= 490003,253 + 431745,146$$

$$= 921748,39 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

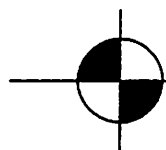
$$\begin{aligned} Mu &= S_{43} \cos 2^\circ \cdot Z1 - S_{25} \cos 61^\circ \cdot Z2 \\ &= 490003,253 \cdot 41 - 431745,146 \cdot 15 \\ &= 13613956 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Zx &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,5 \cdot 112^2 \\ &= 10976 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fy &= \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{547809,26}{349,615} + \frac{13613956}{10976} \\ &= 2807,23 \text{ kg/cm}^2 < fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK} \end{aligned}$$

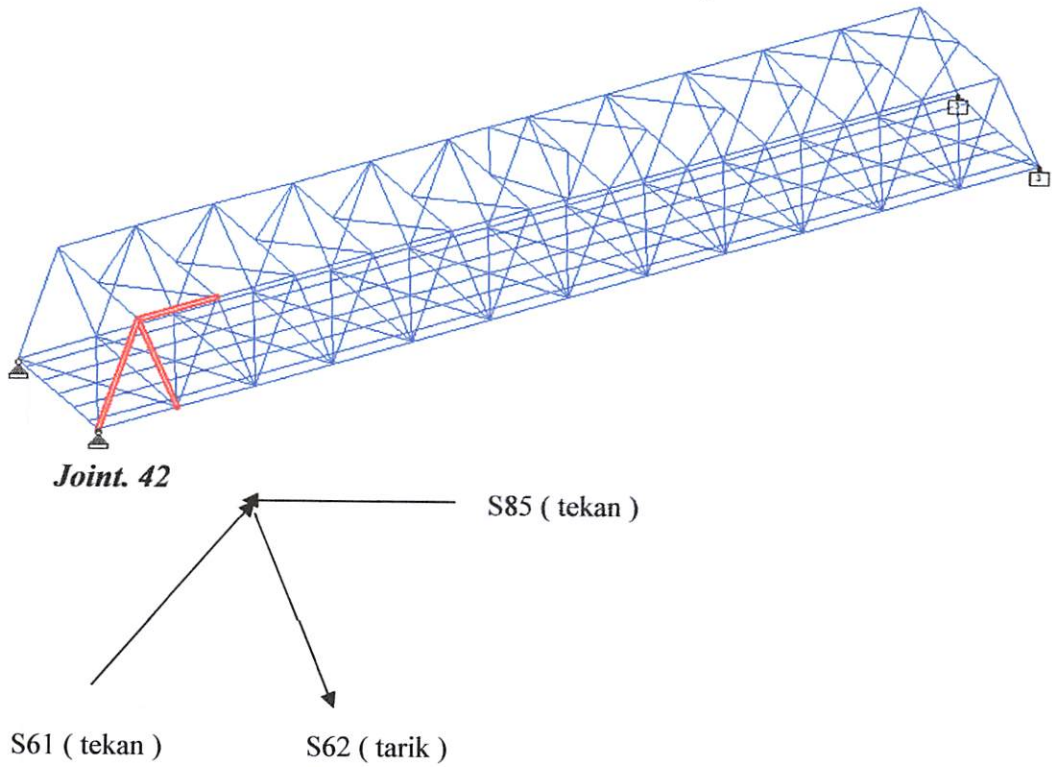
$$Fv = \frac{Vu}{An} = \frac{921748,39}{349,615} = 2036 \text{ kg/cm}^2 < fv = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots\text{OK}$$

$$FR = \sqrt{2807,23^2 + 2036^2} = 3467,828 \text{ kg/cm}^2 < fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots\text{OK}$$



SKALA 1 : 30

3.6.1.3 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 42



$$S85 = 178951,49 \text{ kg (tekan)}$$

$$S61 = 243900,70 \text{ kg (tekan)}$$

$$S62 = 243872,70 \text{ kg (tarik)}$$

➤ *Sambungan pada flens profil*

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 22,22 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 22,22 \cdot 28$$

$$= 582341,76 \text{ N/baut}$$

$$= 58234,176 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

$$\text{Dimana : } \phi = 0,65$$

$$F_u^b = \text{kekuatan tarik dari bahan baut} = 150 \text{ ksi}$$

$$= 1035 \text{ MPa}$$

$$m = \text{banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)}$$

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2$$

$$= 387,576 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 387,576$$

$$= 156445 \text{ N/baut}$$

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 61

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{61} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \text{ s/d } 3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$

$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \text{ s/d } 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$

$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$

Diambil 10 cm

2. Batang 62

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{62} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3. Batang 85

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{85} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2}$$

$$\geq 2,22 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3.6.1.4 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 42

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 42)

❖ Potongan I-I

Gaya batang :

○ Batang 61

$$S_{61} \sin 9^0 = 724372,64 \sin 9^0 = 139312,048 \text{ kg}$$

$$S_{61} \cos 9^0 = 724372,64 \cos 9^0 = 879581,654 \text{ kg}$$

○ Batang 62

$$S_{62} \sin 44^0 = 724372,64 \sin 44^0 = 618625,05 \text{ kg}$$

$$S_{62} \cos 44^0 = 724372,64 \cos 44^0 = 640605 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 2,422 \text{ cm} = 24,22 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 110 \times 3,5 = 385 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (mm)

t = tebal plat (mm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 385 - 6 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 334,138 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 334,138 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (110 \times 3,5 \times \frac{110}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 23) - (2,422 \times 3,5 \times$$

24)

$$334,138 \times Y_a = 21175 - 178,017 - 228,879$$

$$334,138 \times Y_a = 20768,104$$

$$Y_a = 62,15 \text{ cm}$$

$$Y_b = 110 - 62,15 = 47,85 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{61} \sin 9^\circ + S_{62} \sin 44^\circ$$

$$= 139312,048 + 618625,05$$

$$= 757937,107 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_{61} \cos 9^\circ - S_{62} \cos 44^\circ \\ &= 879581,654 - 640605 \\ &= 238976 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_{61} \cos 9^\circ \cdot Z_1 - S_{62} \cos 44^\circ \cdot Z_2 \\ &= 879581,654 \cdot 41 - 640605 \cdot 21 \\ &= 13814326 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,5 \cdot 110^2 \\ &= 10587,50 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_y &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{757937,107}{334,138} + \frac{13814326}{10587,50} \\ &= 3373 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{238976}{334,138} = 715,20 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{3573^2 + 715,20^2} \\ &= 3447,99 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

❖ Potongan II-II

Gaya batang :

○ Batang 85

$$S_{85} \sin 4^\circ = 724372,64 \sin 4^\circ = 62121,33 \text{ kg}$$

$$S_{85} \cos 4^\circ = 724372,64 \cos 4^\circ = 888376,42 \text{ kg}$$

○ Batang 62

$$S_{62} \sin 59^0 = 724372,64 \sin 59^0 = 763346,69 \text{ kg}$$

$$S_{62} \cos 59^0 = 724372,64 \cos 59^0 = 458664,96 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 2,422 \text{ cm} = 24,22 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 114 \times 3,5 = 399 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 399 - 4 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 365,09 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 365,09 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (114 \times 3,5 \times \frac{114}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 20) - (2,422 \times 3,5 \times 27)$$

$$365,09 \times Y_a = 22743 - 178,017 - 228,879$$

$$365,09 \times Y_a = 22336,104$$

$$Y_a = 61,18 \text{ cm}$$

$$Y_b = 114 - 61,18 = 52,82 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= -S_{85} \cos 4^\circ + S_{62} \cos 59^\circ \\ &= -888376,42 + 458664,96 \\ &= -429711,46 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_{85} \sin 4^\circ - S_{62} \sin 59^\circ \\ &= 62121,33 - 763346,69 \\ &= -701225,36 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_{85} \sin 4^\circ \cdot Z_1 - S_{62} \sin 59^\circ \cdot Z_2 \\ &= 62121,33 \cdot 41 - 763346,69 \cdot 16 \\ &= -9666572,51 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

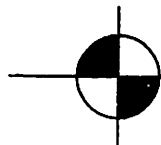
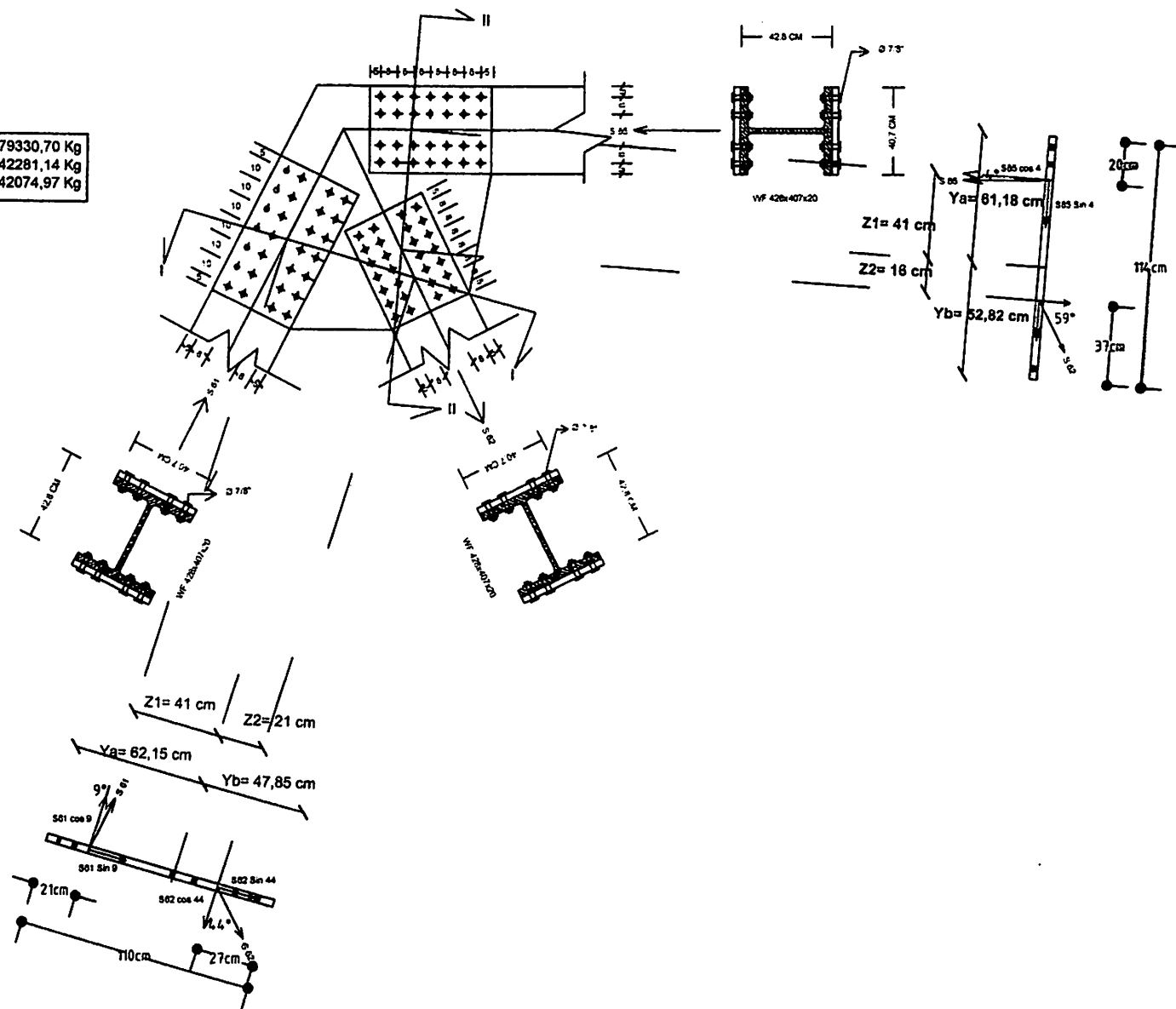
$$\begin{aligned} Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,5 \cdot 114^2 \\ &= 11371,50 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_y &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{429711,46}{365,09} + \frac{9666572,51}{11371,50} \\ &= 2027,071 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{701225,36}{365,09} = 1920,69 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{2027,071^2 + 1920,69^2} \\ &= 2792,50 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

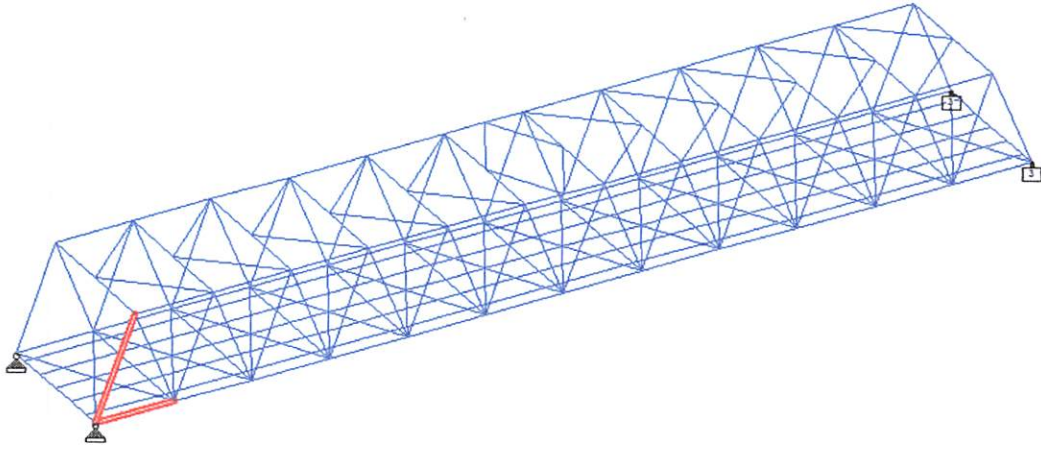
$S_{85} = 179330,70 \text{ Kg}$
 $S_{61} = 242281,14 \text{ Kg}$
 $S_{62} = 242074,97 \text{ Kg}$



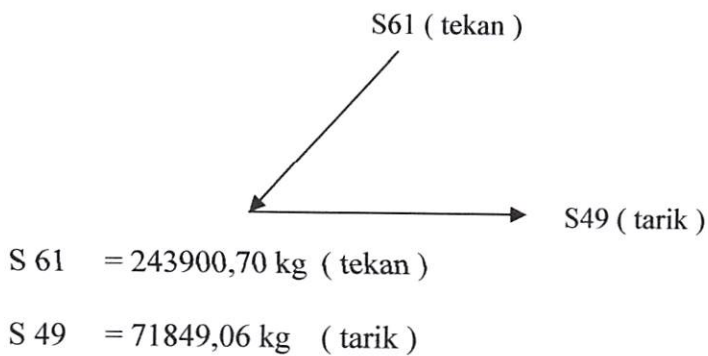
SAMBUNGAN GELAGAR INDUK JOINT 42

SKALA 1 : 30

3.6.1.5 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 29



Joint. 29



➤ **Sambungan pada flens profil**

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 22,22 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 22,22 \cdot 28$$

$$= 582341,76 \text{ N/baut}$$

$$= 58234,176 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

$$\text{Dimana : } \phi = 0,65$$

$$F_u^b = \text{kekuatan tarik dari bahan baut} = 150 \text{ ksi}$$

$$= 1035 \text{ MPa}$$

$$m = \text{banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)}$$

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2$$

$$= 387,576 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 387,576$$

$$= 156445 \text{ N/baut}$$

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 61

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{61} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d \text{ s/d } 3.d$

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$

$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \text{ s/d } 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$

$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$

Diambil 8 cm

2. Batang 49

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{49} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t \geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,773 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 13 cm

3.6.1.6 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 29

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 29)

❖ Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 61

$$S_{61} \sin 42^0 = 724372,64 \sin 42^0 = 595891,417 \text{ kg}$$

$$S_{61} \cos 42^0 = 724372,64 \cos 42^0 = 661804,466 \text{ kg}$$

o Batang 49

$$S_{49} \sin 22^0 = 724372,64 \sin 22^0 = 333604,309 \text{ kg}$$

$$S_{49} \cos 22^0 = 724372,64 \cos 22^0 = 825699,641 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 2,422 \text{ cm} = 24,22 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 110 \times 3,5 = 385 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 385 - 6 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 334,138 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 334,138 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (110 \times 3,5 \times \frac{110}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 27) - (2,422 \times 3,5 \times 22)$$

$$334,138 \times Y_a = 21175 - 228,879 - 186,494$$

$$334,138 \times Y_a = 20759,627$$

$$Y_a = 62,13 \text{ cm}$$

$$Y_b = 110 - 62,13 = 47,87 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= S_{61} \sin 42^\circ + S_{49} \sin 22^\circ \\ &= 595891,417 + 333604,309 \\ &= 929495,726 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= -S_{61} \cos 42^\circ + S_{49} \cos 22^\circ \\ &= -661804,466 + 825699,641 \\ &= 163895,175 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

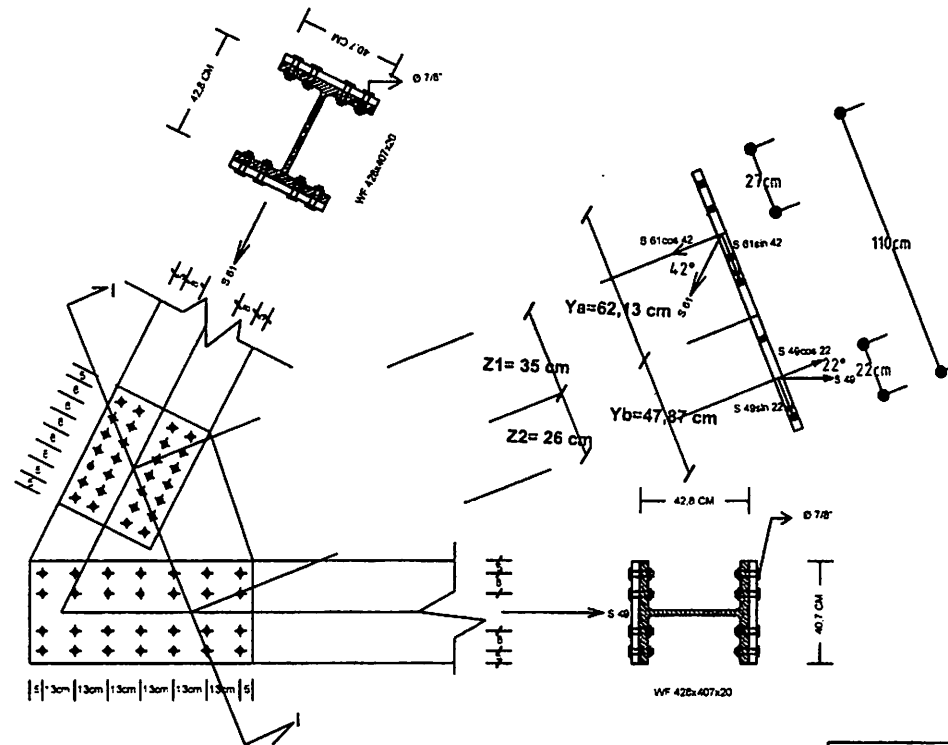
$$\begin{aligned} Mu &= S_{61} \cos 42^\circ \cdot Z1 - S_{49} \sin 22^\circ \cdot Z2 \\ &= 661804,466 \cdot 35 - 825699,641 \cdot 26 \\ &= 1694965,64 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Zx &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,5 \cdot 110^2 \\ &= 10587,50 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

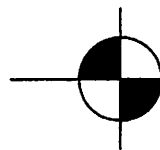
$$\begin{aligned} Fy &= \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{929495,726}{334,138} + \frac{1694965,64}{10587,50} \\ &= 2941,863 \text{ kg/cm}^2 < fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

$$Fv = \frac{Vu}{An} = \frac{163895,175}{334,138} = 490,50 \text{ kg/cm}^2 < fv = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} FR &= \sqrt{2941,863^2 + 490,50^2} \\ &= 2982,473 \text{ kg/cm}^2 < fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$



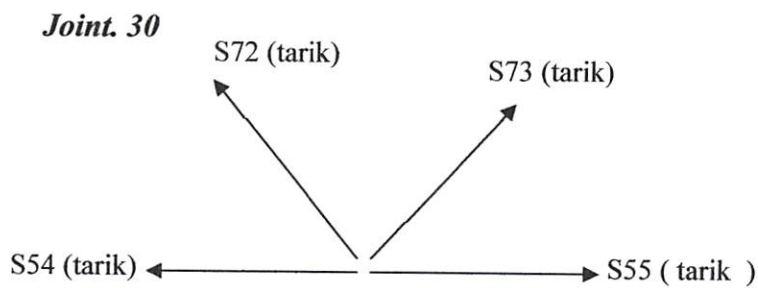
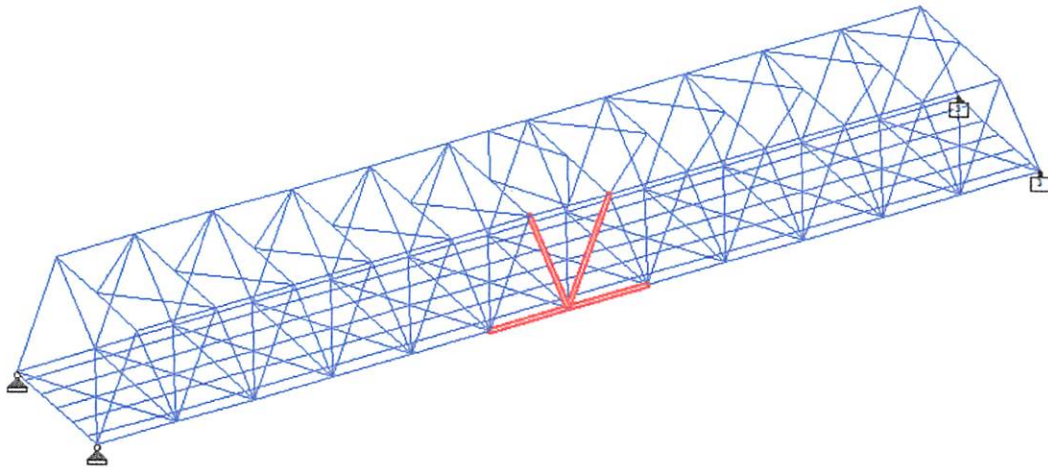
S 49 = 72463,90 Kg
S 61 = 242281,14 Kg



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK JOINT 29

SKALA 1:30

3.6.1.7 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 30



$$S_{72} = 22377,21 \text{ kg (tarik)}$$

$$S_{73} = 22376,60 \text{ kg (tarik)}$$

$$S_{54} = 413722,53 \text{ kg (tarik)}$$

$$S_{55} = 413318,03 \text{ kg (tarik)}$$

➤ **Sambungan pada flens profil**

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 22,22 mm

t = tebal plat flens = 28 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 22,22 \cdot 28$$

$$= 582341,76 \text{ N/baut}$$

$$= 58234,176 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan baut = 150 ksi

$$= 1035 \text{ MPa}$$

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2 = 387,576 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 387,576$$

$$= 156445 \text{ N/baut}$$

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 15644,5 kg/baut

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 49

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{49} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

2. Batang 50

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{50} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\
 &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\
 &\geq 2,22 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3. Batang 62

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{62} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

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 s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t \geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5}$$

$$\geq 0,773 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

4. Batang 63

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{63} = \frac{724372,64}{15644,5} = 46,30 \approx 48 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 5 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 5} \\ &\geq 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{724372,64 / 48}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3,5} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3.6.1.8 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 30

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 30)

❖ Potongan I-I

Gaya batang :

- Batang 62

$$S_{62} \sin 43^0 = 724372,64 \sin 43^0 = 607350,741 \text{ kg}$$

$$S_{62} \cos 43^0 = 724372,64 \cos 43^0 = 651303,931 \text{ kg}$$

- Batang 49

$$S_{49} \sin 21^0 = 724372,64 \sin 21^0 = 319143,054 \text{ kg}$$

$$S_{49} \cos 21^0 = 724372,64 \cos 21^0 = 831396,081 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 2,422 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 108 \times 3,5 = 378 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 378 - 6 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 327,138 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 327,138 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (108 \times 3,5 \times \frac{108}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 28) - (2,422 \times 3,5 \times$$

22)

$$327,138 \times Y_a = 20412 - 237,356 - 186,494$$

$$327,138 \times Y_a = 19988,150$$

$$Y_a = 61,10 \text{ cm}$$

$$Y_b = 108 - 61,10 = 46,90 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= -S_{62} \sin 43^\circ + S_{49} \sin 21^\circ \\ &= -607350,741 + 319143,054 \\ &= -288207,687 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_{62} \cos 43^\circ - S_{49} \cos 21^\circ \\ &= 651303,931 - 831396,081 \\ &= -180092,150 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_{62} \cos 43^\circ \cdot Z_1 - S_{49} \cos 21^\circ \cdot Z_2 \\ &= 651303,931 \cdot 33 - 831396,081 \cdot 25 \\ &= 708127,698 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{1}{4} \cdot b \cdot h^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,5 \cdot 108^2 \\ &= 10206 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{288207,687}{327,138} + \frac{708127,698}{10206}$$

$$= 2389,78 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{180092,150}{327,138} = 1217,34 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{2389,78^2 + 1217,34^2}$$

$$= 2681,970 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

❖ Potongan II-II

Gaya batang :

○ Batang 63

$$S_{63} \sin 43^\circ = 890545,750 \sin 43^\circ = 607350,741 \text{ kg}$$

$$S_{63} \cos 43^\circ = 890545,750 \cos 43^\circ = 651303,931 \text{ kg}$$

○ Batang 50

$$S_{50} \sin 21^\circ = 890545,750 \sin 21^\circ = 319143,054 \text{ kg}$$

$$S_{50} \cos 21^\circ = 890545,750 \cos 21^\circ = 831396,081 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 2,422 \text{ cm} = 24,22 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 108 \times 3,5 = 378 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 378 - 6 \times 2,422 \times 3,5$$

$$= 327,138 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 327,138 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (108 \times 3,5 \times \frac{108}{2}) - (2,422 \times 3,5 \times 27) - (2,422 \times 3,5 \times 22)$$

$$327,138 \times Y_a = 20412 - 237,356 - 186,494$$

$$327,138 \times Y_a = 19988,150$$

$$Y_a = 61,10 \text{ cm}$$

$$Y_b = 108 - 61,10 = 46,90 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= -S_{63} \sin 43^\circ + S_{50} \sin 21^\circ \\ &= -607350,741 + 319143,054 \\ &= -288207,687 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= -S_{63} \cos 43^\circ + S_{50} \cos 21^\circ \\ &= -651303,931 + 831396,081 \\ &= 180092,150 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_{63} \cos 43^\circ \cdot Z_1 - S_{50} \cos 21^\circ \cdot Z_2 \\ &= 651303,931 \cdot 33 - 831396,081 \cdot 25 \\ &= 708127,698 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\
 &= 1/4 \cdot 3,5 \cdot 108^2 \\
 &= 10206 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

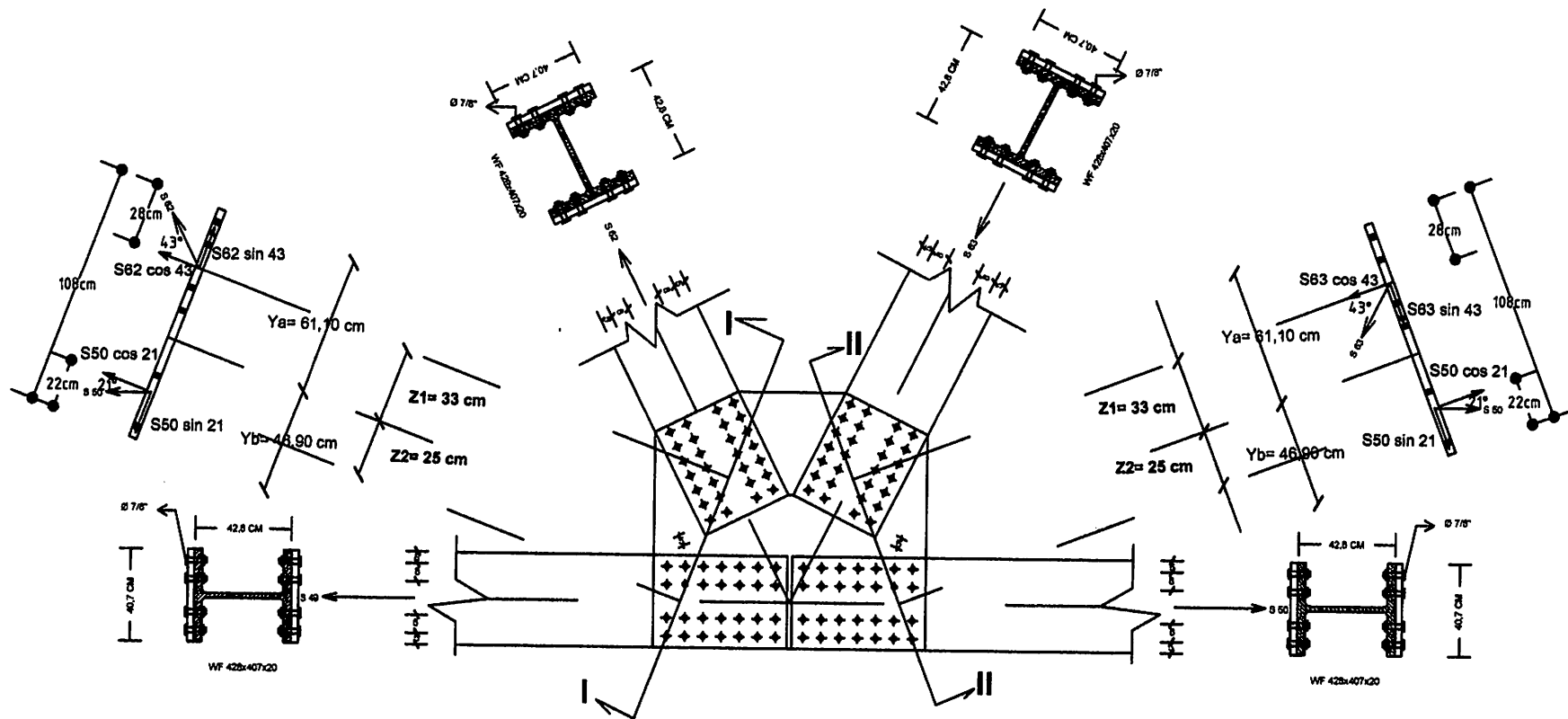
$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{288207,687}{327,138} + \frac{708127,698}{10206}$$

$$= 2389,78 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{180092,150}{327,138} = 1217,34 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{2389,78^2 + 1217,34^2}$$

$$= 2681,970 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}$$



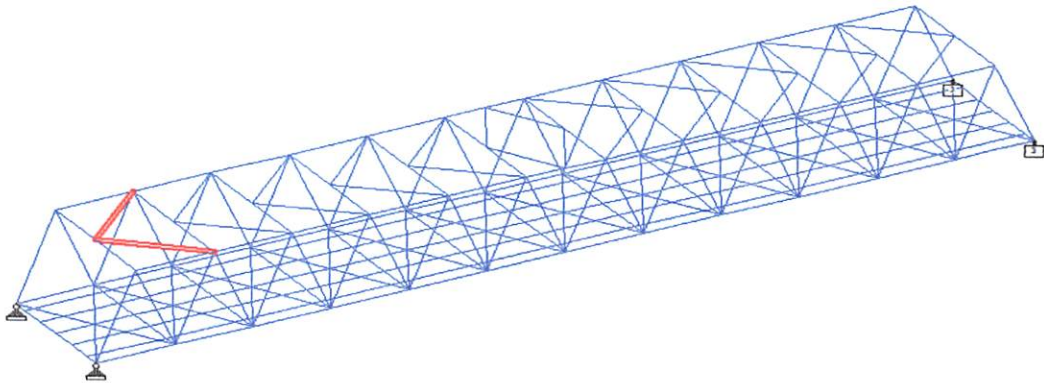
SAMBUNGAN GELAGAR INDUK JOINT 30

SKALA 1:30

S 62 = 242075,97 Kg
S 63 = 198809,89 Kg
S 49 = 72463,90 Kg
S 50 = 206197,81 Kg

3.6.2 Perhitungan Ikatan Angin Atas

3.6.2.1 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Atas



❖ Perencanaan dimensi batang tekan

$P_u = 419,98 \text{ kg}$ (batang no. 350) $\rightarrow$ output Staad Pro 2004

350	LD	L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.018	11
			419.98 C	-0.44	-41.27	0.00
351	LD	L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.018	10
			419.98 C	-0.44	-41.27	6.73

Dimensi batang digunakan profil LD L130.130.12 :

$H = 130 \text{ mm}$ $G = 23,6 \text{ kg/m}$

$B = 130 \text{ mm}$ $I_x = 472 \text{ cm}^4$

$T_w = 12 \text{ mm}$

$A_g = 30 \text{ cm}^2$

Digunakan mutu baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 350 = 673 cm = 6730 mm

Syarat kekuatan dalam desain faktor beban dan resistensi menurut LRFD :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

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 girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{472}{30}} = 3,966 \text{ cm} = 39,66 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{472}{30}} = 3,966 \text{ cm} = 39,66 \text{ mm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

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

dimana : K = faktor 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

$$\lambda_c = \frac{1.6730}{39,66} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 2,237$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c > 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda_c^2} \right] f_y$$

$$= (0,658^{2,237^2}) 360$$

$$= 44,33 \text{ Mpa}$$

$$= 443,3 \text{ kg/cm}^2$$

Maka :

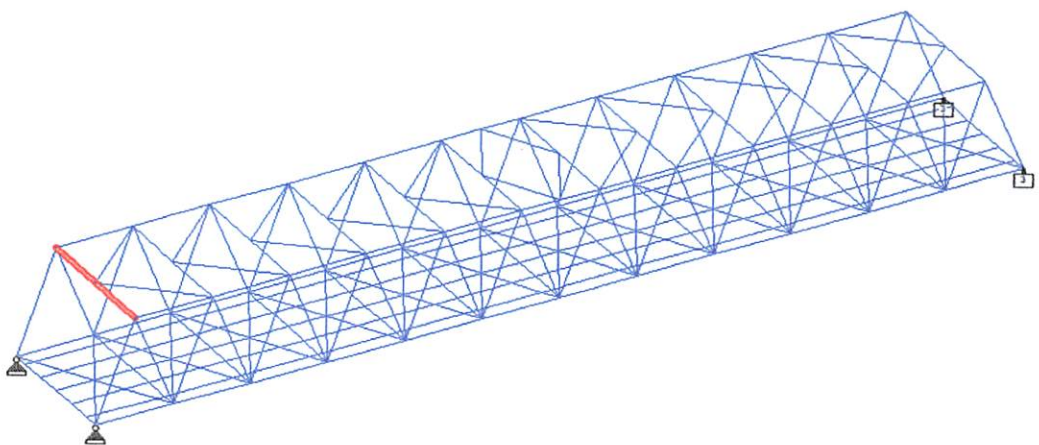
$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 443,3 \cdot 30 \geq 419,98 \text{ kg}$$

$$11304,15 \text{ kg} \geq 419,98 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Profil Aman})$$

❖ **Perencanaan dimensi batang tepi (tekan)**



$P_u = 242,67 \text{ kg}$ (batang no. 234) $\rightarrow$ output Staad Pro 2004

234	ST	H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.047	10
		242.67 C		112.86	144.70	0.00
349	ST	H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.047	11
		242.67 C		112.86	144.70	4.50

Dimensi batang digunakan profil WF200X200:

$$H = 200 \text{ mm} \quad A_g = 63,53 \text{ cm}^2$$

$$B = 200 \text{ mm} \quad G = 49,9 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 8 \text{ mm} \quad I_x = 4720 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 13 \text{ mm} \quad I_y = 1600 \text{ cm}^4$$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 234 = 450 cm = 4500 mm

Syarat kekuatan dalam desain faktor beban dan resistensi menurut LRFD:

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

$$P_u : \text{beban layan terfaktor}$$

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 girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{4720}{63,53}} = 8,619 \text{ cm} = 86,19 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{Ag}} = \sqrt{\frac{1600}{63,53}} = 5,018 \text{ cm} = 50,18 \text{ mm}$$

- Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

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

dimana : K = faktor 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

$$\lambda_c = \frac{1,4500}{50,18} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 1,18$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c \geq 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda^2} \right] f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{1,18^2}) 360 \\ &= 201 \text{ Mpa} \\ &= 2010 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

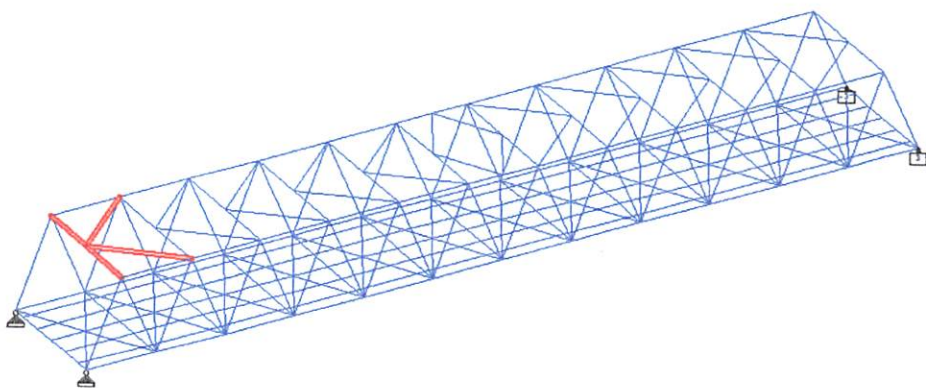
$$0,85 \cdot 2010 \cdot 63,53 \geq 242,67 \text{ kg}$$

$$108541 \text{ kg} \geq 242,67 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

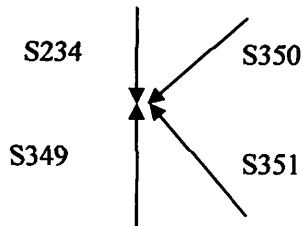
3.6.2.2 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Atas

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 mm²



Joint 142



S234 = 242,67 kg (tekan)

S349 = 242,67 kg (tekan)

S350 = 419,98 kg (tekan)

S351 = 419,98 kg (tekan)

➤ Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = faktor 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 geser :

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

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan 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

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 827,371) \cdot 1 \cdot 126,6$$

$$= 40850,61 \text{ N/baut}$$

$$= 4085,061 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 4302,307

kg/baut

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 350

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{234} = \frac{419,98}{4085,061} = 0,10 \approx 4 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{419,98 / 4}{0,75.5200.3} \\ &\geq 0,089 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{419,98 / 4}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,65 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \leq 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

2. Batang 351

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{351} = \frac{419,98}{4085,061} = 0,10 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

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

$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu / n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{419,98 / 4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,089 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{419,98 / 4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,65 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \leq 7.d$

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 234

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{234} = \frac{242,67}{4085,061} = 0,05 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu / n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{242,67 / 8}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,025 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{Rn}{Fu t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{242,67 / 8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2}$$

$$\geq 0,64 \text{ cm}$$

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 8 cm

4. Batang 349

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{349} = \frac{242,67}{4085,061} = 0,05 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

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 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 digunakan adalah

$$\begin{aligned}
 t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\
 &\geq \frac{242,67/8}{0,75.5200.3} \\
 &\geq 0,026\text{cm}
 \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\
 &\geq \frac{242,67/8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2} \\
 &\geq 0,64 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

Jadi : 3.d = 3 . 1,27 = 3,81 cm

7.d = 7 . 1,27 = 8,89 cm

Diambil 6 cm

3.6.2.3 Perhitungan Kontrol plat Simpul Ikatan Angin Atas

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 142)

Potongan I-I

Gaya batang :

- Batang 350

$$S_{350} \sin 42^0 = 419,98 \sin 42^0 = 281,021 \text{ kg}$$

$$S_{350} \cos 42^0 = 419,98 \cos 42^0 = 312,106 \text{ kg}$$

- Batang 351

$$S_{351} \sin 42^0 = 419,98 \sin 42^0 = 281,021 \text{ kg}$$

$$S_{351} \cos 42^0 = 419,98 \cos 42^0 = 312,106 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,27 cm

Diameter lubang baut : 1,47 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 69 \times 1,5 = 103,50 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 103,50 - 2 \times 1,47 \times 1,5$$

$$= 99,09 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 99,09 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (69 \times 1,5 \times \frac{69}{2}) - (1,47 \times 1,5 \times 13,9) - (1,47 \times 1,5 \times 13,9)$$

$$99,09 \times Y_a = 3570,750 - 30,65 - 30,65$$

$$99,09 \times Y_a = 3509,451$$

$$Y_a = 37,9 \text{ cm}$$

$$Y_b = 69 - 37,9 = 31,10 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{350} \sin 42^\circ + S_{351} \sin 42^\circ$$

$$= 281,021 + 281,021$$

$$= 562,042 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{350} \cos 42^\circ + S_{351} \cos 42^\circ$$

$$= 312,106 + 312,106$$

$$= 624,212 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = -S_{350} \cos 42^\circ \cdot Z_1 - S_{351} \cos 42^\circ \cdot Z_2$$

$$= -312,106 \cdot 24 - 312,106 \cdot 17$$

$$= -12796,346 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/6 \cdot 1,5 \cdot 69^2$$

$$= 1190,250 \text{ cm}^3$$

$$F_y = \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Z_x} = \frac{562,042}{99,09} + \frac{12796,346}{1190,250} = 164,23 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ k}$$

g/cm²...OK

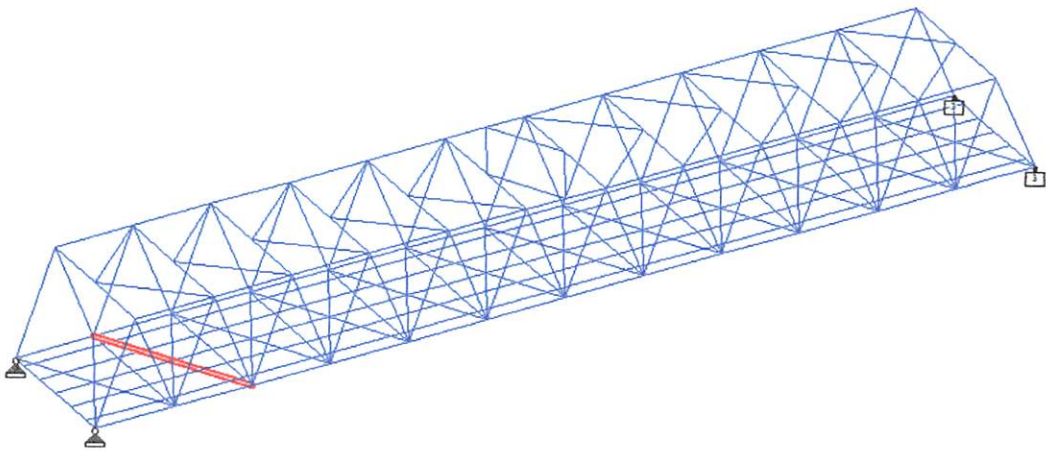
$$F_v = \frac{Vu}{An} = \frac{624,212}{99,09} = 62,99 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{164,23^2 + 62,99^2}$$

$$= 175,895 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\text{OK}$$

3.6.3 Perhitungan Ikatan Angin Bawah

3.6.3.1 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Bawah



❖ **Perencanaan dimensi batang tepi (tekan)**

$P_u = 24368,19 \text{ kg}$ (batang no. 296) $\rightarrow$ output Staad Pro 2004

295	LD	L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.308	11
		32533.33	T	227.20	-13.42	5.15
296	LD	L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.474	10
		24368.19	C	103.95	4.16	0.00

dimensi batang digunakan profil LD L130.130.12 :

$H = 130 \text{ mm}$ $G = 23,7 \text{ kg/m}$

$B = 130 \text{ mm}$ $I_x = 472 \text{ cm}^4$

$T_w = 12 \text{ mm}$

$A_g = 30 \text{ cm}^2$

Digunakan baja Bj-52 $\rightarrow f_y = 360 \text{ MPa}$

Panjang batang no. 296 = 514 cm = 5140 mm

Syarat kekuatan dalam desain factor beban dan resistensi menurut LRFD :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

P_n : 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 girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{472}{30}} = 3,966 \text{ cm} = 39,66 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{472}{30}} = 3,966 \text{ cm} = 39,66 \text{ mm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r_y} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2.E}}$$

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

$$\lambda_c = \frac{1.5140}{39,66} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 1,709$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c > 1,5 \rightarrow F_{cr} &= \left[\frac{0,887}{\lambda_c^2} \right] f_y \\ &= (0,658^{1,709^2}) 360 \\ &= 106,02 \text{ Mpa} \\ &= 1060,2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

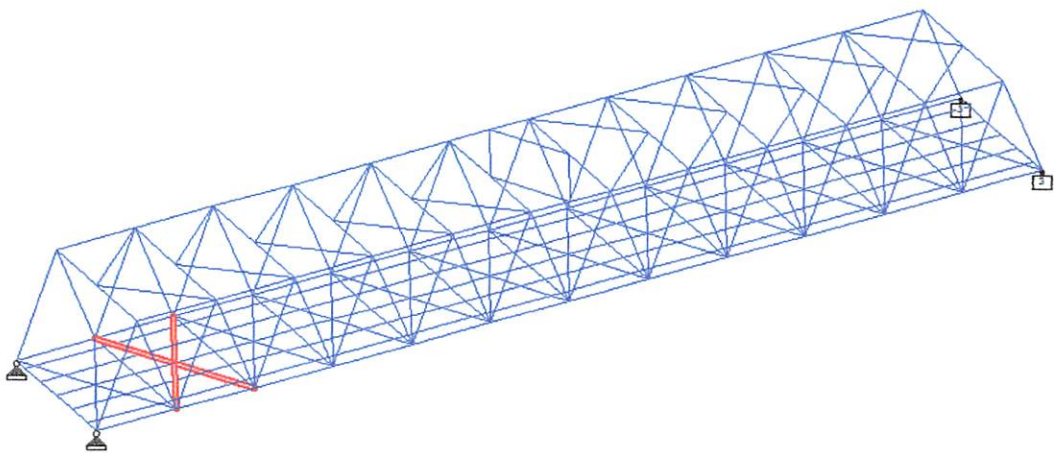
$$0,85 \cdot 1060,2 \cdot 30 \geq 24368,19 \text{ kg}$$

$$27035,10 \text{ kg} \geq 24368,19 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

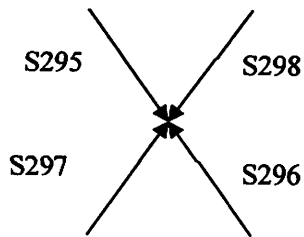
3.6.3.2 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Bawah

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 mm²



Joint 131



S295 = 32533,33 kg (tekan)

S297 = 32533,33 kg (tekan)

S296 = 24368,19 kg (tekan)

S298 = 24368,19 kg (tekan)

➤ ***Sambungan pada flens profil***

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

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 geser :

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

Dimana : $\phi = 0,65$

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan 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 295

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{189} = \frac{32533,33}{4302,307} = 7,56 \approx 8 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{32533,33/8}{0,75.5200.3} \\ &\geq 0,347 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fut} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{32533,33/8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 1,330 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \leq 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

2. Batang 297

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{671} = \frac{32533,33}{4302,307} = 7,56 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{32533,33/8}{0,75.5200.3} \\ &\geq 0,347 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{32533,33/8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 1,330 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

3. Batang 296

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{296} = \frac{24368,19}{4302,307} = 5,66 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$1,5.d$ 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 digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu / n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{24368,19 / 8}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,260 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{24368,19/8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2}$$

$$\geq 1,15 \text{ cm}$$

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 298

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{669} = \frac{24368,19}{4302,307} = 5,66 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

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 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 digunakan adalah

$$\begin{aligned}
 t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\
 &\geq \frac{24368,19/8}{0,75.5200.3} \\
 &\geq 0,260 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\
 &\geq \frac{24368,19/8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2} \\
 &\geq 1,15 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

Jadi : 3.d = 3 . 1,27 = 3,81 cm

7.d = 7 . 1,27 = 8,89 cm

Diambil 6 cm

3.6.3.3 Perhitungan Kontrol Sambungan Ikatan Angin Bawah

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 131)

Potongan I-I

Gaya batang :

- o Batang 295

$$S_{295} \sin 29^0 = 32533,33 \sin 29^0 = 15772,471 \text{ kg}$$

$$S_{295} \cos 29^0 = 32533,33 \cos 29^0 = 28454,291 \text{ kg}$$

o Batang 297

$$S_{297} \sin 29^0 = 32533,33 \sin 29^0 = 15772,471 \text{ kg}$$

$$S_{297} \cos 29^0 = 32533,33 \cos 29^0 = 28454,291 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

Diameter baut : 1,27 cm

Diameter lubang baut : 1,47 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 63 \times 1,5 = 94,50 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 94,50 - 4 \times 1,47 \times 1,5$$

$$= 85,680 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 85,680 \text{ cm}^2$$

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

$$A_n \times Y_a = (63 \times 1,5 \times \frac{63}{2}) - (1,47 \times 1,5 \times 16) - (1,47 \times 1,5 \times 16)$$

$$85,680 \times Y_a = 2976,750 - 35,280 - 35,280$$

$$85,680 \times Y_a = 2906,190$$

$$Y_a = 33,92 \text{ cm}$$

$$Y_b = 63 - 33,92 = 29,08 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{295} \sin 29^0 + S_{297} \sin 29^0$$

$$= 15772,471 + 15772,471$$

$$= 31544,94 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{295} \cos 29^0 + S_{297} \cos 29^0$$

$$= 28454,291 + 28454,291$$

$$= 56908,58 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$M_u = - S_{295} \cos 29^0 \cdot Z_1 - S_{297} \cos 29^0 \cdot Z_2$$

$$= -28454,291 \cdot 18 - 28454,291 \cdot 13$$

$$= -882083,02 \text{ kg.cm}$$

$$Z_x = 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

$$= 1/6 \cdot 1,5 \cdot 63^2$$

$$= 992,250 \text{ cm}^3$$

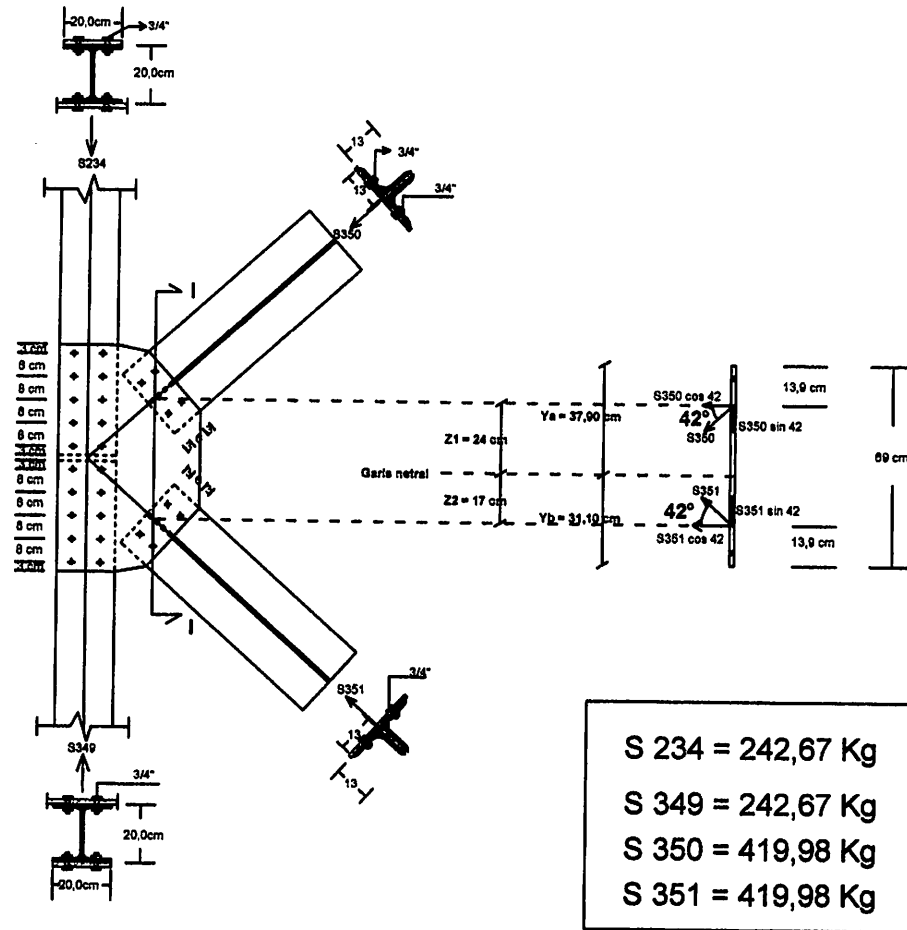
$$F_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{31544,94}{85,680} + \frac{882083,02}{992,250} = 1257,144 \text{ kg/cm}^2$$

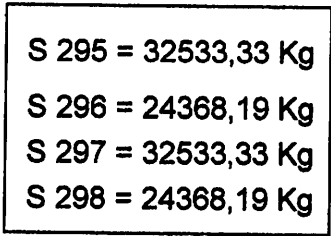
$$< f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{56908,58}{85,680} = 664,199 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$F_R = \sqrt{1257,144^2 + 664,199^2}$$

$$= 1421,819 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$





SAMBUNGAN IKATAN ANGIN BAWAH JOINT 131

SKALA 1 : 25

3.7 Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang dengan Gelagar induk

Besarnya gaya lintang yang bekerja pada gelagar melintang adalah :

- Akibat berat lantai kendaraan dan trotoir

$$= \frac{1}{2} \cdot (7 \cdot 1729) + (2 \cdot 2358,512) = 10768,524 \text{ kg}$$

- Akibat berat profil memanjang

$$= \frac{1}{2} \cdot (327,415 \cdot 5) = 818,537 \text{ kg}$$

- 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"

$$= \frac{1}{2} \cdot (4620,58 \cdot 5,5 + 2310,29 \cdot 0,75 \cdot 1,5) = \underline{14006,133 \text{ kg}}$$

$$P_u = 26618,699 \text{ kg}$$

Digunakan baut A490 ϕ 7/8"

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) $= 150 \text{ Ksi} = 1035 \text{ MPa}$
- Diameter baut ϕ 7/8" $= 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$
- Diameter lubang baut $= 2,222 + 0,2 = 2,422 \text{ cm}$
 $= 24,22 \text{ mm}$
- Luas baut (A_b) $= 3,875 \text{ cm}^2$

di coba menggunakan profil L 100.100.10 untuk irisan tunggal dan ganda.

3.7.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Melintang dengan gelagar induk)

Kuat tarik desain :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 1035) . 387,5 \\ &= 225597,65 \text{ N} \\ &= 22559,765 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 1035) . 1 . 387,5 \\ &= 156414,37 \text{ N} \\ &= 15641,437 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar induk yaitu 35 mm.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u^P) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 22,22 \cdot 35 \cdot 520) \\ &= 727927,2 \text{ N} \\ &= 72792,72 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}M_u &= P_u \cdot w \\ &= 26618,699 \cdot 5,5 \\ &= 146402,844 \text{ kg.cm}\end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

Jadi : 3.d = 3 . 2,222 = 6,66 cm

7.d = 7 . 2,222 = 15,55 cm

Diambil 8 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

R = ϕ Rn (kekuatan desain yang menentukan)

P = jarak antar baut = 8 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot 146402,844}{15641,437 \cdot 8}} = 2,65 \approx 12 \text{ buah}$$

Syarat :

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

$$4 \text{ cm} \geq \frac{26618,699 / 12}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1}$$

$$4 \text{ cm} \geq 0,568 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut

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

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 22559,765 \text{ Kg}$$

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

$$\phi_t \cdot R_{nt} \geq \frac{M_u \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$22559,765 \text{ Kg} \geq \frac{146402,844 \times 53,7}{(4^2 + 13^2 + 27,7^2 + 35,9^2 + 45,7^2 + 53,7^2)}$$

$$22559,765 \text{ kg} \geq 1089,910 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut

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

Dimana :

$$\phi_v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 15641,437 \text{ Kg}$$

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

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

$$15641,437 \text{ Kg} \geq \frac{26618,699}{12}$$

$$15641,437 \text{ Kg} \geq 2218,224 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

3.7.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar melintang)

Kuat tarik desain :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 1035) . 387,5 \\ &= 225597,65 \text{ N} \\ &= 22559,765 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 1035) . 2 . 387,5 \\ &= 312828,75 \text{ N} \\ &= 31282,875 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

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

$$\begin{aligned}\phi Rn &= \phi . (2,4 . d . t . Fu^p) \\ &= 0,75 . (2,4 . 22,22 . 13,11 . 520) \\ &= 272660,73 \text{ N}\end{aligned}$$

$$= 27266,073 \text{ Kg}$$

Momen Ultimate :

$$Mu = Pu \cdot w$$

$$= 26618,699 \cdot 5,5$$

$$= 146402,844 \text{ kg.cm}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5.d \text{ s/d } 3.d$$

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

$$3.d \text{ s/d } 7.d$$

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

R = ϕ Rn (kekuatan desain yang menentukan)

P = jarak antar baut = 8 cm

$$n = \sqrt{\frac{6.146402,844}{15641,437.8}} = 2,65 \approx 6 \text{ buah}$$

Syarat :

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

$$4 \text{ cm} \geq \frac{26618,699/6}{0,75.5200.1}$$

$$4 \text{ cm} \geq 1,137 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan beban tarik terfaktor baut

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

Dimana :

$$\phi t . Rnt = \text{kekuatan tarik desain} = 22559,765 \text{ Kg}$$

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

$$\phi. R_{nt} \geq \frac{M_u \cdot y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$22559,765 \text{ Kg} \geq \frac{146402,844 \times 53,7}{(4^2 + 13^2 + 27,7^2 + 35,9^2 + 45,7^2 + 53,7^2)}$$

$$22559,765 \text{ kg} \geq 1089,910 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut

$$\phi v. R_{nv} \geq R_{uv}$$

Dimana :

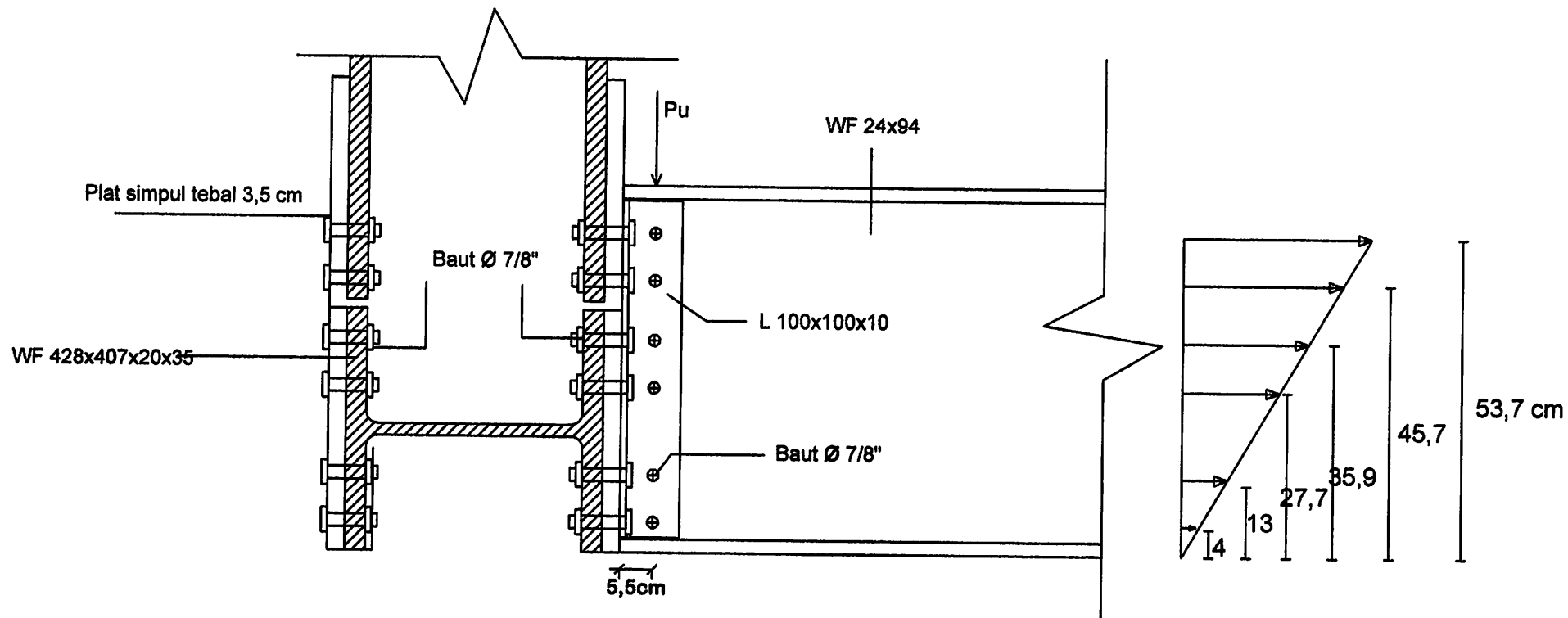
$$\phi v. R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 31282,875 \text{ Kg}$$

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

$$\phi v. R_{nv} \geq \frac{P_u}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$31282,875 \text{ Kg} \geq \frac{26618,699}{6}$$

$$31282,875 \text{ Kg} \geq 4436,449 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$



SAMBUNGAN GEL. MELINTANG DENGAN GEL. INDUK
Skala 1 : 10

3.8 Perhitungan Perletakan

Data perencanaan :

Bentang jembatan = 60 meter

Tegangan ijin BJ-52 = 3600 kg/cm^2

Tegangan ijin bantalan baja = 100 kg/cm^2

Support reaksi :

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		Fx kg	Fy kg	Fz kg	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
1	6 KOMBINAS	0.013	236.81587E3	-4026.764	0.000	0.000	0.000
	7 KOMBINAS	4163.335	210.54329E3	-1939.434	0.000	0.000	0.000
	8 KOMBINAS	-4163.312	208.46054E3	-5317.522	0.000	0.000	0.000
	9 KOMBINAS	0.013	223.13826E3	-3830.959	0.000	0.000	0.000
	10 KOMBINA	4163.337	251.49356E3	-2603.471	0.000	0.000	0.000
	11 KOMBINA	-4163.310	249.41081E3	-5981.560	0.000	0.000	0.000
2	6 KOMBINAS	0.000	236.81587E3	-20203.591	-3.337	85.864	0.000
	7 KOMBINAS	0.000	210.08357E3	-16978.739	11.096	88.913	0.000
	8 KOMBINAS	0.000	208.92023E3	-19191.250	-17.141	64.371	0.000
	9 KOMBINAS	0.000	223.13823E3	-19221.168	-3.175	81.689	0.000
	10 KOMBINA	0.000	251.03387E3	-20310.431	10.546	103.073	0.000
	11 KOMBINA	0.000	249.87053E3	-22522.943	-17.691	78.530	0.000
29	6 KOMBINAS	-0.013	236.81587E3	4026.767	0.000	0.000	0.000
	7 KOMBINAS	-4163.335	208.46054E3	5317.524	0.000	0.000	0.000
	8 KOMBINAS	4163.312	210.54329E3	1939.435	0.000	0.000	0.000
	9 KOMBINAS	-0.013	223.13826E3	3830.960	0.000	0.000	0.000
	10 KOMBINA	-4163.337	249.41081E3	5981.562	0.000	0.000	0.000
	11 KOMBINA	4163.310	251.49356E3	2603.473	0.000	0.000	0.000
41	6 KOMBINAS	0.000	236.81587E3	20203.590	3.337	-85.864	0.000
	7 KOMBINAS	0.000	208.92023E3	19191.249	17.141	-64.371	0.000
	8 KOMBINAS	0.000	210.08357E3	16978.736	-11.096	-88.913	0.000
	9 KOMBINAS	0.000	223.13823E3	19221.167	3.175	-81.689	0.000
	10 KOMBINA	0.000	249.87053E3	22522.940	17.691	-78.530	0.000
	11 KOMBINA	0.000	251.03387E3	20310.428	-10.546	-103.073	0.000

Perletakan rol :

Joint 29 = 251493,56 kg

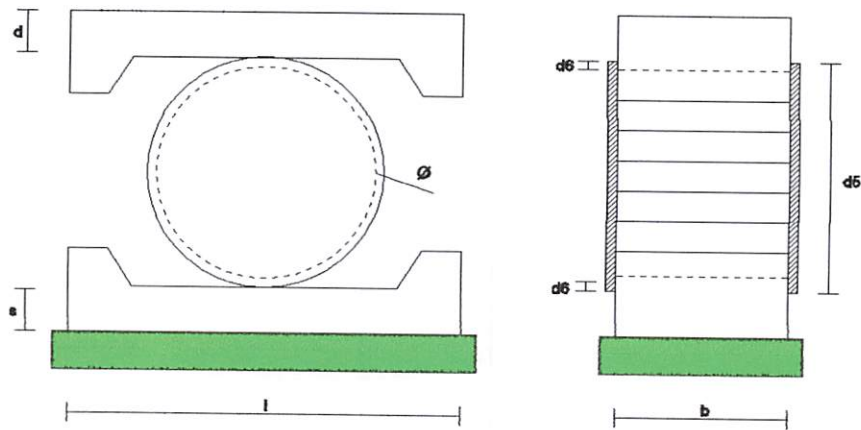
Joint 41 = 251033,87 kg

Perletakan sendi :

Joint 1 = 251493,56 kg

Joint 2 = 251033,87 kg

3.8.1 Perhitungan Perletakan Rol



Gambar 3.27 Perletakan rol

Direncanakan tumpuan rol sebagai berikut :

$$\sigma d = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\sigma d}$$

$$= \frac{251033,87}{100} = 2510,338 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{luas} = 50 \times 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 251033,87 \text{ kg}$$

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Mutu baja BJ-52)}$$

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/cm^2)

P = gaya yang bekerja

$$\begin{aligned} d &= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 251033,87 \cdot 100}{50 \cdot 3600}} \\ &= 10,22 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

$$s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3.251033,87.100}{50.3600}}$$

$$= 10,22 \approx 10 \text{ cm}$$

C. Garis Tengah Rol

$$d_4 = 0,75.10^6 \cdot \frac{P}{L(\phi \cdot f_u)^2}$$

Dimana : d_4 = Garis tengah rol (cm)

$$\phi = 0,9$$

f_u = tegangan putus untuk A529 = 8500 kg/cm^2

P = gaya yang bekerja (kg)

$$d_4 = 0,75.10^6 \cdot \frac{251033,87}{100(0,9.8500)^2}$$

$$= 32,17 = 32 \text{ cm}$$

D. Tebal Bibir Rol

$$d_6 = \text{direncanakan } 2,5 \text{ cm}$$

E. Tinggi Total Rol

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

$$= 32 + 2 \cdot 2,5$$

$$= 37 \text{ cm}$$

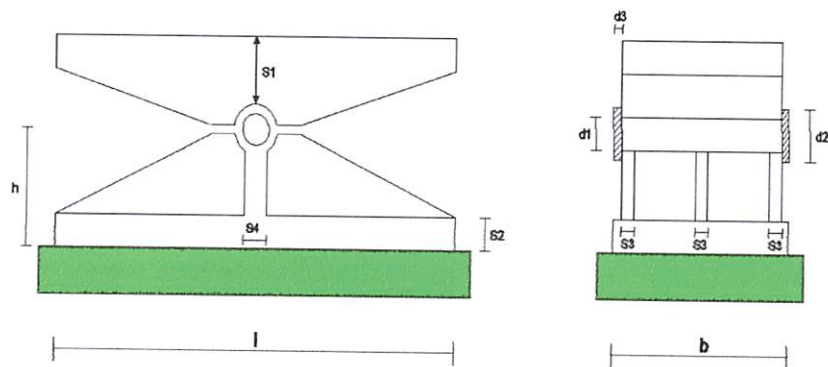
F. Kontrol Tegangan

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

$$= \frac{251033,87}{5000}$$

$$= 50,20 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.8.2 Perhitungan Perletakan Sendi



Gambar 3.28 Perletakan sendi

Direncanakan tumpuan rol sebagai berikut :

$$\sigma_d = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\sigma_d}$$

$$= \frac{251493,56}{100} = 2514,935 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{luas} = 50 \times 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 251493,56 \text{ kg}$$

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Mutu baja BJ-52)}$$

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/cm^2)

P = gaya yang bekerja

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 251493,56 \cdot 100}{50 \cdot 3600}}$$

$$= 10,24 \approx 10 \text{ cm}$$

B. Mencari Nilai S_2, S_3, S_4, S_5

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{1}{8} \cdot Pu \cdot L \\ &= \frac{1}{8} \cdot 251493,56 \cdot 100 \\ &= 3143669,50 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{Mu}{\phi \cdot fy} \\ &= \frac{3143669,50}{0,9 \cdot 3600} \\ &= 970,268 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Untuk harga S_2, S_3, S_4 , dipakai Muller Breslaw :

Tabel 3.4 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

$$\text{Diambil, } \frac{h}{S_2} = 4, \frac{b}{a \cdot S_3} = 4,2$$

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 :

$$W = 0,2251 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$$

$$= 0,2251 \cdot 4 \cdot h^2 \cdot 3$$

$$W = 2,701 \cdot h^2$$

$$1639,932 = 2,701 \cdot h^2$$

$$h^2 = \frac{1639,932}{2,701} = 607,158$$

$$h = \sqrt{607,158} = 24,64 \approx 25 \text{ cm}$$

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)

Fy= Tegangan ijin bantalan baja (kg/cm²)

$$\phi = 0,9$$

L = Panjang bantalan rancangan (cm)

P = gaya yang bekerja (kg)

$$r = \frac{0.8.251493,56}{0,9.3600.100}$$

$$= 0.621$$

$$d_1 = 2 \cdot r = 2 \cdot 0.621 = 2,621 \text{ cm, karena } d_1 \text{ minimal} = 7 \text{ cm, maka dipakai } d_1 = 7 \text{ cm}$$

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

$$= \frac{1}{4} \cdot 7$$

$$= 1,75 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

$$d_2 = d_1 + 2 \cdot 2$$

$$= 7 + 4$$

$$= 11 \text{ cm}$$

D. Kontrol tegangan kursi

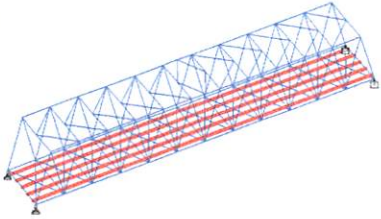
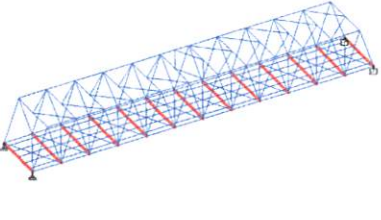
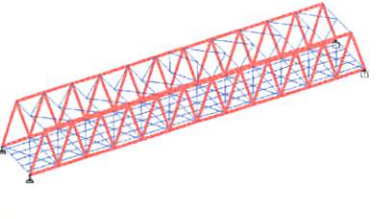
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

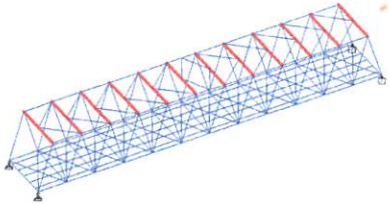
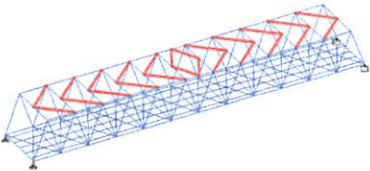
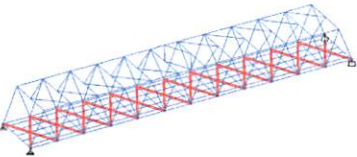
$$= \frac{251493,56}{5000}$$

$$= 50,29 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{OK}$$

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	300	17859
Gelagar Melintang 	W24x94	139,9	117	16368,30
Gelagar Induk 	WF414x405x18	283	557,360	157732,88

Gelagar Pengaku 	WF208x202x8	49,9	108	5389,20
Ikatan Angin Atas 	LD 130x130x12	23,6	310,40	7325,440
Ikatan Angin Bawah 	LD 130x130x12	23,6	494,40	11667,84
Berat Total				216342,66

4.2 Kebutuhan Baut

a. Sambungan gelagar memanjang dan melintang

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 7/8''$
- Jumlah titik simpul = 65
- Jumlah baut tiap simpul = $3 + (3 \times 2)$
- Jumlah baut = 65×9
= 585 buah

b. Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk (rangka warena)

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 7/8''$
- Jumlah titik simpul = 26
- Jumlah baut tiap simpul = $6 + (6 \times 2) = 18$
- Jumlah baut = 26×18
 = 468 buah

c. Sambungan simpul ikatan angin atas

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 12
- Jumlah baut tiap simpul = $4 \times 4 = 16$
- Jumlah baut = 12×16
 = 192 buah

d. Sambungan simpul ikatan angin bawah

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 12
- Jumlah baut tiap simpul = $8 \times 8 = 64$
- Jumlah baut = 12×64
 = 768 buah

e. Sambungan gelagar induk

▪ **Gelagar Pengaku (Tipe Warena)**

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 7/8''$

- Jumlah titik simpul = 8 (tepi) dan 84(tengah)
- Jumlah baut tiap simpul = 56 dan 112
- Jumlah baut = $(8 \times 56) + (84 \times 112)$
= 9856 buah

4.3 Kebutuhan Beton

a. Volume beton

- Lantai kendaraan = $0,25 \times 7 \times 60$ = 105 cm^3
- Trotoir = $0,55 \times 1 \times 60 \times 2$ = 66 cm^3
- Tegel dan spesi = $0,05 \times 1 \times 60 \times 2$ = 6 cm^3
- Aspal = $0,05 \times 7 \times 60$ = 21 cm^3

b. Kebutuhan tulangan

1 lonjor = 12 m

- Tulangan pokok D16 – 150 mm

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{60}{0,15} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,15} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,15} \times 2 \right) \right]$$

$$= 8000 \text{ meter}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan} = \frac{8000}{12}$$

$$= 667 \text{ lonjor}$$

- Tulangan bagi Ø 8 – 200 mm

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{60}{0,20} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,20} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,20} \times 2 \right) \right]$$

$$= 6000 \text{ meter}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan} = \frac{6000}{12}$$

$$= 500 \text{ lonjor}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan Jembatan Kelutan Nganjuk dengan profil baja tipe Waren dengan lantai kendaraan di atasnya, dan dengan menggunakan metode LRFD dihasilkan konstruksi yang kuat didalam menahan beban ultimate karena ratio antara tegangan baja dan tegangan ijin yang paling maksimum adalah $0,936 < 1$.
2. Perencanaan jembatan Kelutan Nganjuk dengan profil baja tipe Waren dengan lantai kendaraan di atasnya, adalah sebagai berikut :
 - ❖ Perencanaan plat lantai kendaraan :
 - Tabal plat beton : 250 mm
 - Dipakai tulangan pokok : D16 – 150 mm
 - Dipakai tulangan bagi : ϕ 8 – 200 mm
 - ❖ Perencanaan gelagar memanjang :
 - Dipakai profil : WF 12 x 40
 - Berat total profil : 17859 kg
 - ❖ Perencanaan gelagar melintang :
 - Dipakai profil : WF 24 x 94
 - Berat total profil : 16368,30 kg

❖ Perencanaan gelagar induk :

- Dipakai profil : WF 414x405x28
- Berat total profil : 157732,88 kg

❖ Perencanaan ikatan angin atas :

- Dipakai profil : LD 130x130x12
- Berat total profil : 7325,440 kg

❖ Perencanaan ikatan angin bawah :

- Dipakai profil : LD 130x130x12
- Berat total profil : 11667,84 kg

❖ Perhitungan perletakan jembatan :

Sendi :

- b : 50 cm
- l : 100 cm

❖ Rasio tegangan Baja :

- Batang tekan :

Maksimum : 0,936

Minimum : 0,005

- Batang tarik :

Maksimum : 0,854

Minimum : 0,034

3. Perencanaan jembatan Kelutan Nganjuk dengan profil baja tipe Waren dengan lantai kendaraan di atasnya, digunakan program Staad Pro 2004 dalam menganalisa struktur, dari hasil analisa diperoleh hasil output yang lengkap berupa gaya batang, dan momen yang terjadi serta reaksi tumpuan, sehingga dapat dipakai untuk perencanaan yang aman dan efisien dan dapat dihasilkan gambar desain untuk pelaksanaan di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Penulis menyarankan untuk menggunakan profil baja tipe Waren pada konstruksi struktur jembatan rangka baja.
2. Analisa struktur jembatan sebaiknya dilakukan dengan 3D dan menggunakan program bantu STAAD PRO 2004.

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 T 02-2002*.

Anonim., (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI T 02-2002*., Penerbit ITSpress.

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 kedua, Jakarta : Erlangga.

Struyk, H. J. dan Van Der Ven, K. H. C. W. Prof. Ir. 1995. *Jembatan*, terjemahan Soemargono, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Oentoeng, Ir. *Konstruksi Baja*, Yogyakarta : Penerbit Andi

LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : YTN-2305.05/21/B/TA/UGap 2011
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

23 Mei 2011

Kepada Yth : **Bpk./ Ibu Ir. H. Sudirman Indra, MSc**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Ristuyandi Setianto**
Nim : **05.21.054**
Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan baja Model W Dengan Menggunakan Profil Cannal Ganda Yang Disatukan Dengan Plat Koppel Pada Proyek Jembatan Kelutan Nganjuk".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal :
23 Mei 2011 s/d 22 Nopember 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan



Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-2305.05/21/B/TA/VCinp 2011
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

23 Mei 2011

Kepada Yth : Bpk./ Ibu Ir. Eding Iskak Imananto, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Ristuyandi Setianto**
Nim : **05.21.054**
Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan baja Model W Dengan Menggunakan Profil Cannal Ganda Yang Disatukan Dengan Plat Koppel Pada Proyek Jembatan Kelutan Nganjuk".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal :
23 Mei 2011 % 22 Nopember 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan



Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. 101 88 00182

Tembusan Kepada Yth :
1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama

RISTUYANDI S

NIM

0521054

Hasil tanggal _____

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi:

> Kontrol plat Sengul

> Beletakan perlehanan betul kan,

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Pengantar berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar persetujuan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui:

Malang, _____

Dosen Pembahas

Malang, _____

Dosen Pembahas

17 - 2 - 2012



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Landungsari Sepuluhmaret
9. Kibinuh Kidul, Kar. 2
Yogyakarta

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Struktur

Nama Ristuyandi Setianto

NIM 05.21.059

Hari/tanggal Jumat 17 Februari 2012

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi:

penampang kritis / tumpah
sambungan

plat penyambungan

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Ujian Skripsi.

Pengantar berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar persetujuan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui:

Malang,

Dosen Pembahas

20

Malang,

Dosen Pembahas

20



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karamlo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Struktur

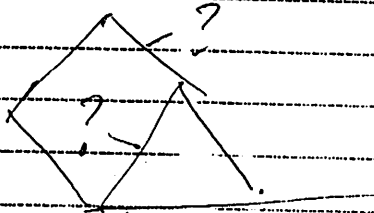
Nama : _____

NIM : 0521054

Hari / tanggal : Rabu, 22-02-2012

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- Perhitungan batang $\geq$ pada tepi jembatan



- Pembebanan $\geq$ pd jembatan
(Beban Hidup)

- Damsir gel

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

Malang, 22-02- 2012

Dosen Penguji



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Pondsnyan Sigura-sura 2
Jl. Raya Karangle Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI

PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG

Nama : RESTUYAUDI

NIM : 0521054

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

~~Dosen Penguji~~

Malang, 22 - 2 - 2012

Dosen Penguj



JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL W DENGAN
MENGUNAKAN PROFIL KANAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT
KOPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK**

NAMA : Ristuyandi Setianto
NIM : 05.21.054
JURUSAN : TEKNIK SIPIL S-1
Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	14/11/25	- Bab I — ok - Bab II → cek notasi/symbol : ϕ - Bab III . q. j. jembatan model W bentang & ukuran? ✓ Bab II → $\oplus$ faktor beban? + sumber? ✓ ? Joli? - Bab III → tiang sandaran → cek - Beban lantai landasan: air hujan → hidup. - tulangan torsi	
2	10/08	- cek beban gas - rumus fb. - tampilan hasil M, D . plot. lanjutan	— [Signature] — [Signature]



JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL W DENGAN
MENGUNAKAN PROFIL KANAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT
KOPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK**

NAMA : Ristuyandi Setianto
NIM : 05.21.054
JURUSAN : TEKNIK SIPIL S-1
Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
3	13/09/11	- pembebanan — ok - perhitungan selang memanjang — ok lanjutan	
4	19/01/12	- cek Bj. 52 → $f_y = 360 \text{ MPa}$ - jumlah baut.	
5	31/01/12	- jumlah baut & kontrol plat tumpul — ok lanjutan	
6	08/02/12	- Kesimpulan simpul & cek dg. rumus masalah - Saran simpul. - gbr? simpul sesuai saran	
7	09/02/12	- Skripsi ok. Signatur Y. Seminar hasil & ujian akhir.	



JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL W DENGAN
MENGUNAKAN PROFIL KANAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT KOPEL
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK**

NAMA : Ristuyandi Setianto
NIM : 05.21.054
JURUSAN : TEKNIK SIPIL S-1
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra M.Sc

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
	$\frac{14}{06}$ '011	- Revisi. plat di atas - plat plat - tabel hitung JSC. - Kurva Ruk I & II	
	$\frac{13}{07}$ '011.	- Revisi / tabel dan kor. - Revisi. plat lantai kurva .. 	



JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL W DENGAN
MENGUNAKAN PROFIL KANAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT KOPEL
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK**

NAMA : Ristuyandi Setianto
NIM : 05.21.054
JURUSAN : TEKNIK SIPIL S-1
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra M.Sc

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
	$\frac{28}{07}$ 07	Coba pelin lyi Toner. P+ P- ke Kertore bu	
	$\frac{15}{09}$ 09	Pelbair pelat pelat Lenti kuran Liti pester BM S gr	
	$\frac{29}{09}$ 09	- Pelat Pelat pelat. - Pelat lyi lyi - Liti pelat pelat lyi.	



JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL W DENGAN
MENGUNAKAN PROFIL KANAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT
KOPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

NAMA : Ristuyandi Setianto
NIM : 05.21.054
JURUSAN : TEKNIK SIPIL S-1
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra M.Sc

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
	27/10-07/11	- Dikrit - Petak - Dikrit	
	29/11		
	15/12 011.	<u>catatan:</u> Andien struktur Rayher. 1/2 bertay G2 M. Sajin. Poker strukturnya, baji ut. dan cel ulj petrit lapy. <u>Konsultasikan & perbaiki</u> ke II. Studi Reenc. uls. Strukture men-	



JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

NAMA : Ristuyandi Setianto
NIM : 05.21.054
JURUSAN : TEKNIK SIPIL S-1
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman indra M.Sc

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
3 0201	3 06 012	Pelajar - di tempat 7. Seminar Horik 	X



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

1

Rev

Job Title

Part

Ref

By

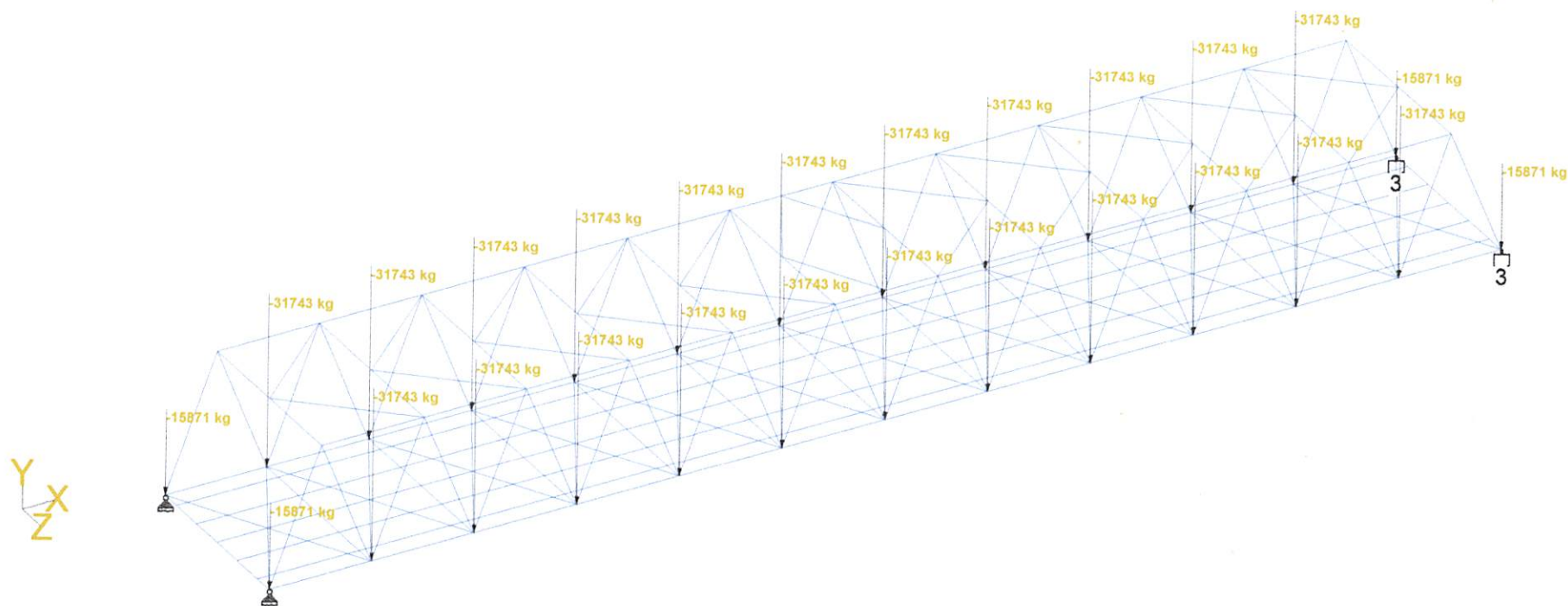
Date 03-Jan-12

Chd

Client

File TGL 1 maret.std

Date/Time 01-Mar-2012 06:11



Load 1

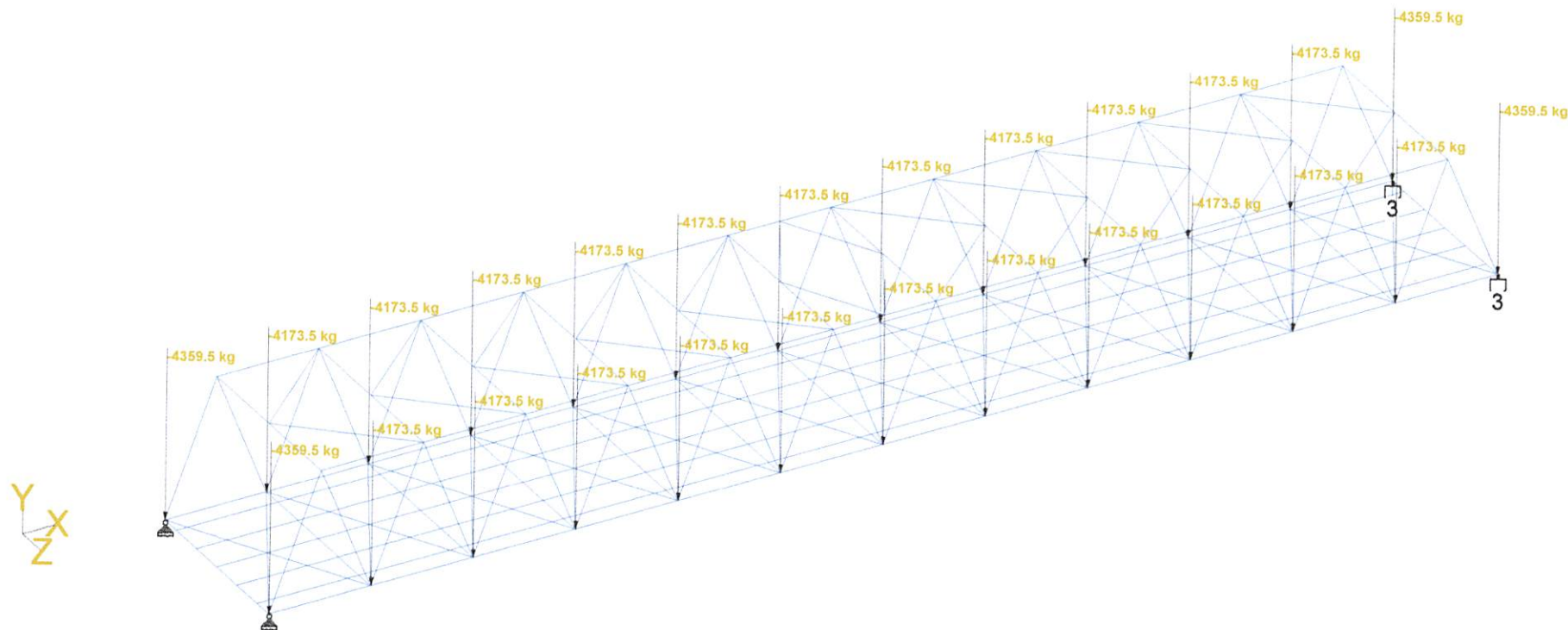


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jan-12	Chd
File TGL 1 maret.std		Date/Time 01-Mar-2012 06:11

Job Title

Client



Load 2



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

1

Rev

Job Title

Part

Ref

By

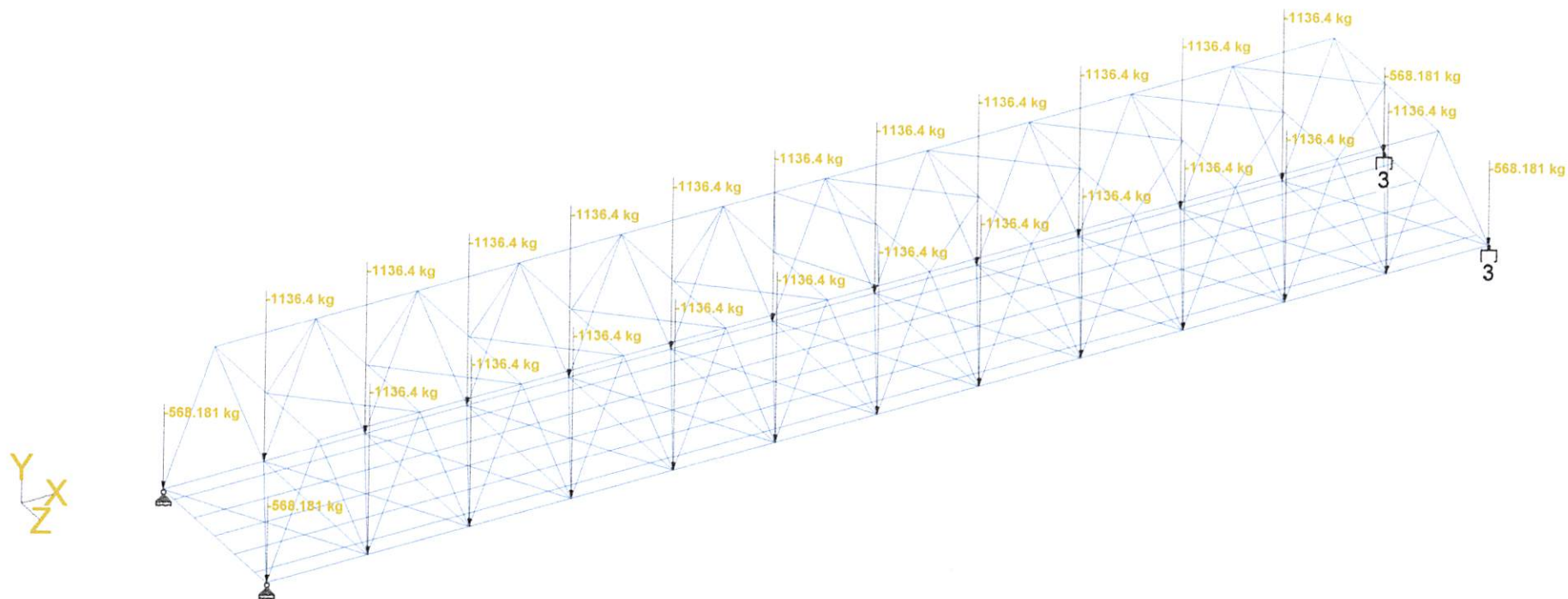
Date 03-Jan-12

Chd

Client

File TGL 1 maref.std

Date/Time 01-Mar-2012 06:11



Load 3



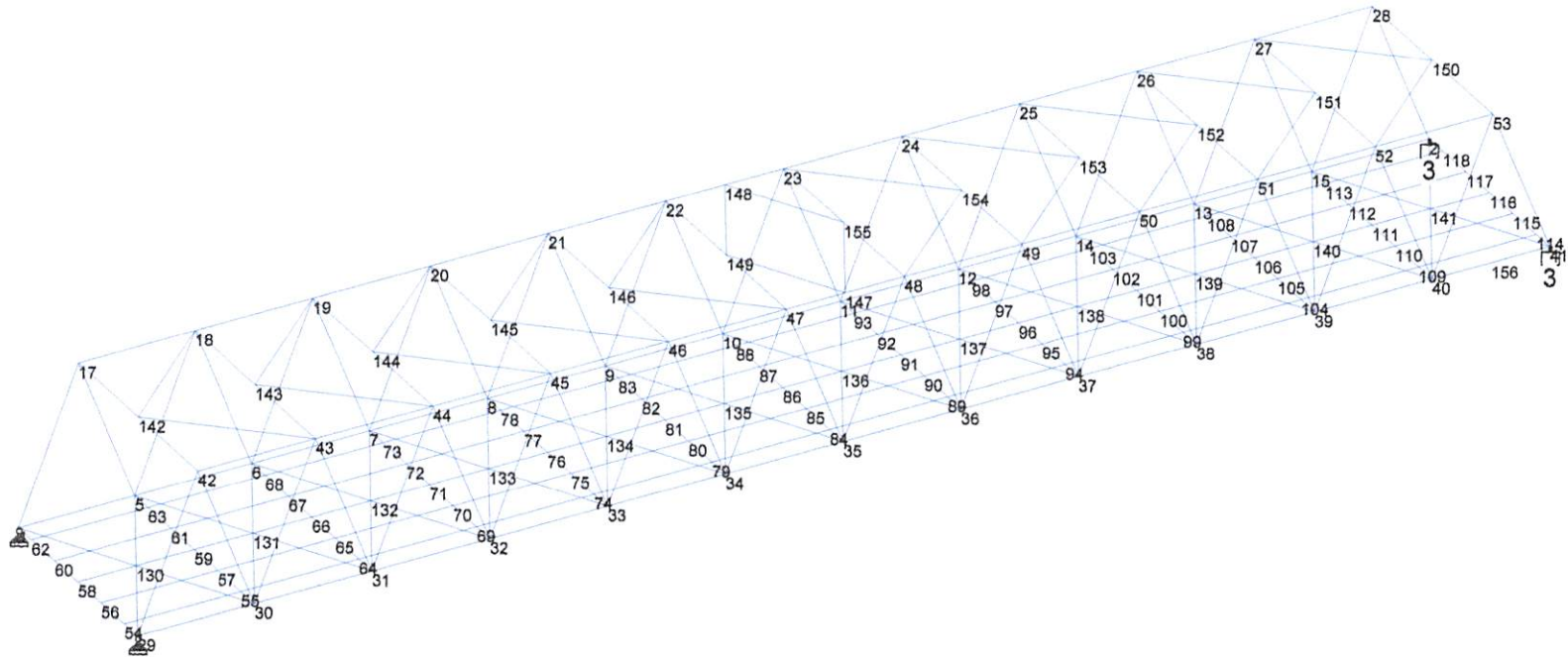
Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jan-12	Chd
File TGL 1 maret.std	Date/Time 01-Mar-2012 06:11	

Job Title

Client

Y
X
Z



Load 3

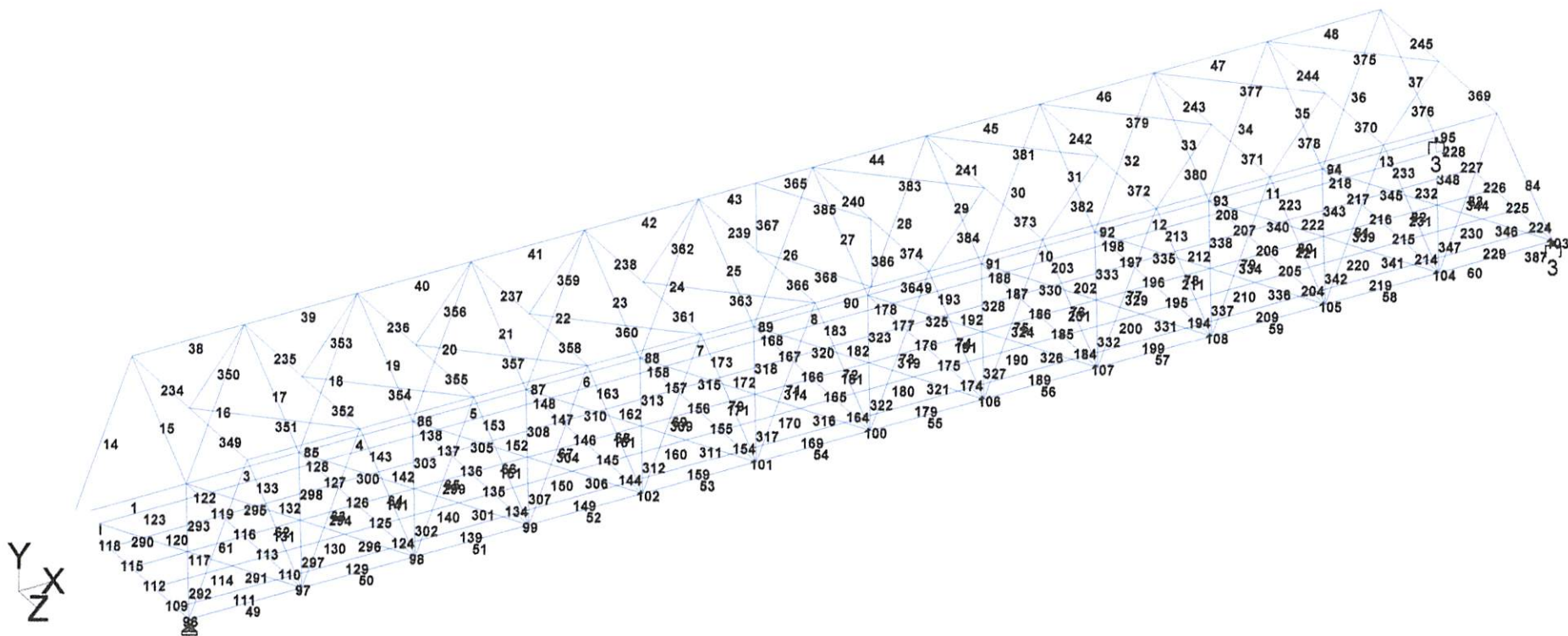


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jan-12	Chd
File TGL 1 maret.std	Date/Time 01-Mar-2012 06:11	

Job Title

Client



Load 3

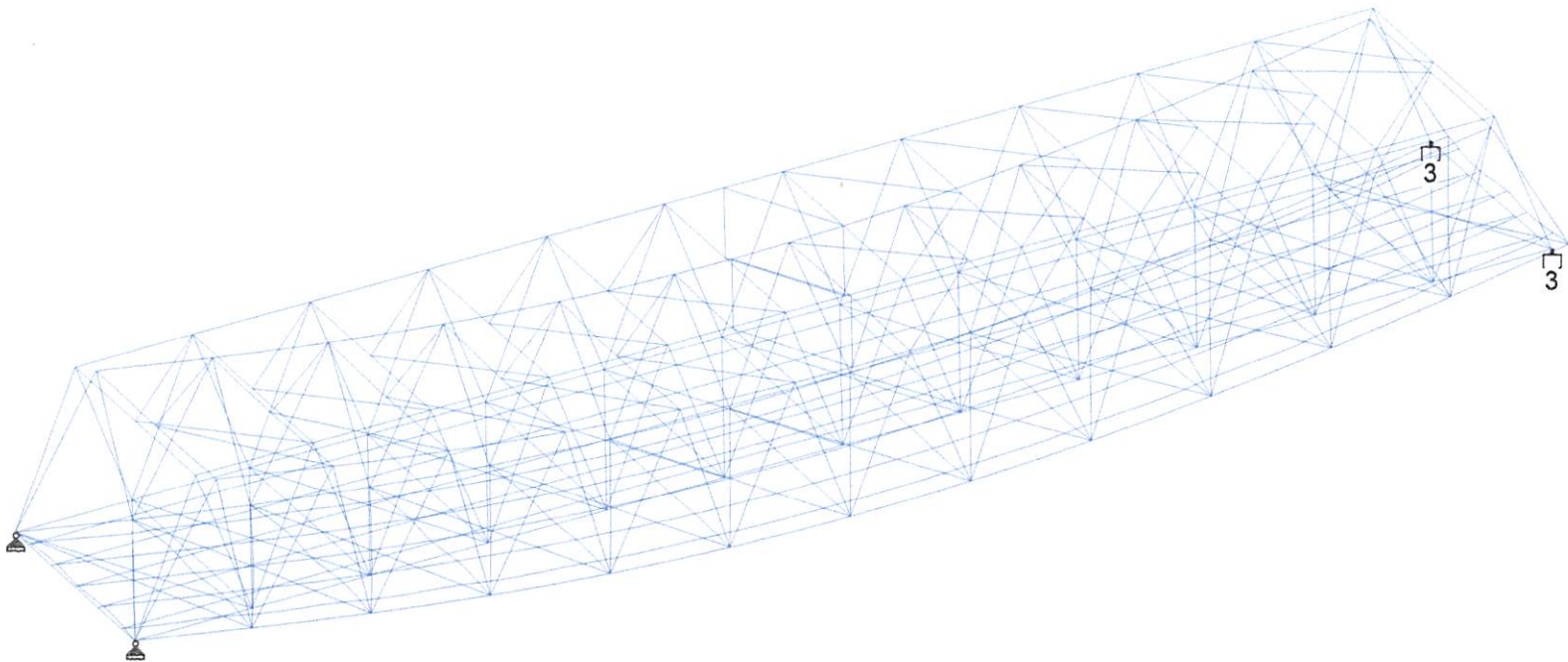


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 03-Jan-12	Chd
File TGL 1 maret.std		Date/Time 01-Mar-2012 06:11

Job Title

Client



Load 3 : Displacement

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 03-Jan-12
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KG

JOINT COORDINATES

1 0 0 2; 2 60 0 2; 5 5 0 2; 6 10 0 2; 7 15 0 2; 8 20 0 2; 9 25 0 2; 10 30 0 2;
11 35 0 2; 12 40 0 2; 13 50 0 2; 14 45 0 2; 15 55 0 2; 17 2.5 6.35 2;
18 7.5 6.35 2; 19 12.5 6.35 2; 20 17.5 6.35 2; 21 22.5 6.35 2; 22 27.5 6.35 2;
23 32.5 6.35 2; 24 37.5 6.35 2; 25 42.5 6.35 2; 26 47.5 6.35 2; 27 52.5 6.35 2;
28 57.5 6.35 2; 29 0 0 11; 30 5 0 11; 31 10 0 11; 32 15 0 11; 33 20 0 11;
34 25 0 11; 35 30 0 11; 36 35 0 11; 37 40 0 11; 38 45 0 11; 39 50 0 11;
40 55 0 11; 41 60 0 11; 42 2.5 6.35 11; 43 7.5 6.35 11; 44 12.5 6.35 11;
45 17.5 6.35 11; 46 22.5 6.35 11; 47 27.5 6.35 11; 48 32.5 6.35 11;
49 37.5 6.35 11; 50 42.5 6.35 11; 51 47.5 6.35 11; 52 52.5 6.35 11;
53 57.5 6.35 11; 54 0 0 10; 55 5 0 10; 56 0 0 8.25; 57 5 0 8.25; 58 0 0 6.5;
59 5 0 6.5; 60 0 0 4.75; 61 5 0 4.75; 62 0 0 3; 63 5 0 3; 64 10 0 10;
65 10 0 8.25; 66 10 0 6.5; 67 10 0 4.75; 68 10 0 3; 69 15 0 10; 70 15 0 8.25;
71 15 0 6.5; 72 15 0 4.75; 73 15 0 3; 74 20 0 10; 75 20 0 8.25; 76 20 0 6.5;
77 20 0 4.75; 78 20 0 3; 79 25 0 10; 80 25 0 8.25; 81 25 0 6.5; 82 25 0 4.75;
83 25 0 3; 84 30 0 10; 85 30 0 8.25; 86 30 0 6.5; 87 30 0 4.75; 88 30 0 3;
89 35 0 10; 90 35 0 8.25; 91 35 0 6.5; 92 35 0 4.75; 93 35 0 3; 94 40 0 10;
95 40 0 8.25; 96 40 0 6.5; 97 40 0 4.75; 98 40 0 3; 99 45 0 10; 100 45 0 8.25;
101 45 0 6.5; 102 45 0 4.75; 103 45 0 3; 104 50 0 10; 105 50 0 8.25;
106 50 0 6.5; 107 50 0 4.75; 108 50 0 3; 109 55 0 10; 110 55 0 8.25;
111 55 0 6.5; 112 55 0 4.75; 113 55 0 3; 114 60 0 10; 115 60 0 8.25;
116 60 0 6.5; 117 60 0 4.75; 118 60 0 3; 130 2.5 0 6.5; 131 7.5 0 6.5;
132 12.5 0 6.5; 133 17.5 0 6.5; 134 22.5 0 6.5; 135 27.5 0 6.5; 136 32.5 0 6.5;
137 37.5 0 6.5; 138 42.5 0 6.5; 139 47.5 0 6.5; 140 52.5 0 6.5; 141 57.5 0 6.5;
142 2.5 6.35 6.5; 143 7.5 6.35 6.5; 144 12.5 6.35 6.5; 145 17.5 6.35 6.5;
146 22.5 6.35 6.5; 147 30 6.35 11; 148 30 6.35 2; 149 27.5 6.35 6.5;
150 57.5 6.35 6.5; 151 52.5 6.35 6.5; 152 47.5 6.35 6.5; 153 42.5 6.35 6.5;
154 37.5 6.35 6.5; 155 32.5 6.35 6.5; 156 57.5 0 11;

MEMBER INCIDENCES

1 1 5; 3 5 6; 4 6 7; 5 7 8; 6 8 9; 7 9 10; 8 10 11; 9 11 12; 10 12 14;
11 13 15; 12 14 13; 13 15 2; 14 1 17; 15 17 5; 16 5 18; 17 18 6; 18 6 19;
19 19 7; 20 7 20; 21 20 8; 22 8 21; 23 21 9; 24 9 22; 25 22 10; 26 10 23;
27 23 11; 28 11 24; 29 24 12; 30 12 25; 31 25 14; 32 14 26; 33 26 13; 34 13 27;
35 27 15; 36 15 28; 37 28 2; 38 17 18; 39 18 19; 40 19 20; 41 20 21; 42 21 22;
43 22 148; 44 23 24; 45 24 25; 46 25 26; 47 26 27; 48 27 28; 49 29 30;
50 30 31; 51 31 32; 52 32 33; 53 33 34; 54 34 35; 55 35 36; 56 36 37; 57 37 38;
58 39 40; 59 38 39; 60 40 156; 61 29 42; 62 42 30; 63 30 43; 64 43 31;
65 31 44; 66 44 32; 67 32 45; 68 45 33; 69 33 46; 70 46 34; 71 34 47; 72 47 35;
73 35 48; 74 48 36; 75 36 49; 76 49 37; 77 37 50; 78 50 38; 79 38 51; 80 51 39;
81 39 52; 82 52 40; 83 40 53; 84 53 41; 85 42 43; 86 43 44; 87 44 45; 88 45 46;
89 46 47; 90 47 147; 91 48 49; 92 49 50; 93 50 51; 94 51 52; 95 52 53;
96 29 54; 97 30 55; 98 31 64; 99 32 69; 100 35 84; 101 34 79; 102 33 74;
103 41 114; 104 40 109; 105 39 104; 106 36 89; 107 37 94; 108 38 99; 109 54 56;
110 55 57; 111 54 55; 112 56 58; 113 57 59; 114 56 57; 115 58 60; 116 59 61;
117 58 59; 118 60 62; 119 61 63; 120 60 61; 121 62 1; 122 63 5; 123 62 63;
124 64 65; 125 65 66; 126 66 67; 127 67 68; 128 68 6; 129 55 64; 130 57 65;
131 59 131; 132 61 67; 133 63 68; 134 69 70; 135 70 71; 136 71 72; 137 72 73;
138 73 7; 139 64 69; 140 65 70; 141 66 132; 142 67 72; 143 68 73; 144 74 75;
145 75 76; 146 76 77; 147 77 78; 148 78 8; 149 69 74; 150 70 75; 151 71 133;
152 72 77; 153 73 78; 154 79 80; 155 80 81; 156 81 82; 157 82 83; 158 83 9;
159 74 79; 160 75 80; 161 76 134; 162 77 82; 163 78 83; 164 84 85; 165 85 86;
166 86 87; 167 87 88; 168 88 10; 169 79 84; 170 80 85; 171 81 135; 172 82 87;
173 83 88; 174 89 90; 175 90 91; 176 91 92; 177 92 93; 178 93 11; 179 84 89;
180 85 90; 181 86 136; 182 87 92; 183 88 93; 184 94 95; 185 95 96; 186 96 97;
187 97 98; 188 98 12; 189 89 94; 190 90 95; 191 91 137; 192 92 97; 193 93 98;
194 99 100; 195 100 101; 196 101 102; 197 102 103; 198 103 14; 199 94 99;
200 95 100; 201 96 138; 202 97 102; 203 98 103; 204 104 105; 205 105 106;
206 106 107; 207 107 108; 208 108 13; 209 99 104; 210 100 105; 211 101 139;
212 102 107; 213 103 108; 214 109 110; 215 110 111; 216 111 112; 217 112 113;
218 113 15; 219 104 109; 220 105 110; 221 106 140; 222 107 112; 223 108 113;
224 114 115; 225 115 116; 226 116 117; 227 117 118; 228 118 2; 229 109 114;
230 110 115; 231 111 141; 232 112 117; 233 113 118; 234 17 142; 235 18 143;
236 19 144; 237 20 145; 238 21 146; 239 22 149; 240 23 155; 241 24 154;
242 25 153; 243 26 152; 244 27 151; 245 28 150; 290 1 130; 291 130 30;
292 29 130; 293 130 5; 294 131 66; 295 5 131; 296 131 31; 297 30 131;

298 131 6; 299 132 71; 300 6 132; 301 132 32; 302 31 132; 303 132 7;
 304 133 76; 305 7 133; 306 133 33; 307 32 133; 308 133 8; 309 134 81;
 310 8 134; 311 134 34; 312 33 134; 313 134 9; 314 135 86; 315 9 135;
 316 135 35; 317 34 135; 318 135 10; 319 136 91; 320 10 136; 321 136 36;
 322 35 136; 323 136 11; 324 137 96; 325 11 137; 326 137 37; 327 36 137;
 328 137 12; 329 138 101; 330 12 138; 331 138 38; 332 37 138; 333 138 14;
 334 139 106; 335 14 139; 336 139 39; 337 38 139; 338 139 13; 339 140 111;
 340 13 140; 341 140 40; 342 39 140; 343 140 15; 344 141 116; 345 15 141;
 346 141 41; 347 40 141; 348 141 2; 349 142 42; 350 18 142; 351 142 43;
 352 143 43; 353 19 143; 354 143 44; 355 144 44; 356 20 144; 357 144 45;
 358 145 45; 359 21 145; 360 145 46; 361 146 46; 362 22 146; 363 146 47;
 364 147 48; 365 148 23; 366 149 47; 367 148 149; 368 149 147; 369 150 53;
 370 151 52; 371 152 51; 372 153 50; 373 154 49; 374 155 48; 375 27 150;
 376 150 52; 377 26 151; 378 151 51; 379 25 152; 380 152 50; 381 24 153;
 382 153 49; 383 23 154; 384 154 48; 385 148 155; 386 155 147; 387 156 41;
 DEFINE MATERIAL START
 ISOTROPIC STEEL
 E 2.09042e+010
 POISSON 0.3
 DENSITY 7833.41
 ALPHA 1.2e-005
 DAMP 0.03
 END DEFINE MATERIAL
 CONSTANTS
 BETA 90 MEMB 1 3 TO 95 364 365 387
 MATERIAL STEEL MEMB 1 3 TO 245 290 TO 387
 START GROUP DEFINITION
 MEMBER
 _G.INDUK 1 3 TO 95 364 365 387
 _G.MELINTANG 96 TO 110 112 113 115 116 118 119 121 122 124 TO 128 134 TO 138 -
 144 TO 148 154 TO 158 164 TO 168 174 TO 178 184 TO 188 194 TO 198 -
 204 TO 208 214 TO 218 224 TO 228
 _G.MEMANJANG 111 114 117 120 123 129 TO 133 139 TO 143 149 TO 153 159 TO 163 -
 169 TO 173 179 TO 183 189 TO 193 199 TO 203 209 TO 213 219 TO 223 -
 229 TO 233 294 299 304 309 314 319 324 329 334 339 344
 _PENGAKU 234 TO 245 349 352 355 358 361 366 369 TO 374
 _I.ANGIN_BAWAH 290 TO 293 295 TO 298 300 TO 303 305 TO 308 310 TO 313 315 -
 316 TO 318 320 TO 323 325 TO 328 330 TO 333 335 TO 338 340 TO 343 345 TO 348
 _I.ANGIN-ATAS 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 367 368 375 TO 386
 END GROUP DEFINITION
 MEMBER PROPERTY AMERICAN
 96 TO 110 112 113 115 116 118 119 121 122 124 TO 128 134 TO 138 144 TO 148 -
 154 TO 158 164 TO 168 174 TO 178 184 TO 188 194 TO 198 204 TO 208 -
 214 TO 218 224 TO 228 TABLE ST W24X94
 111 114 117 120 123 129 TO 133 139 TO 143 149 TO 153 159 TO 163 169 TO 173 -
 179 TO 183 189 TO 193 199 TO 203 209 TO 213 219 TO 223 229 TO 233 294 299 -
 304 309 314 319 324 329 334 339 344 TABLE ST W12X40
 MEMBER PROPERTY JAPANESE
 235 TO 244 352 355 358 361 366 370 TO 374 TABLE ST H200X200X8
 14 37 61 84 TABLE ST H428X407X20
 290 TO 293 295 TO 298 300 TO 303 305 TO 308 310 TO 313 315 TO 318 320 TO 323 -
 325 TO 328 330 TO 333 335 TO 338 340 TO 343 345 TO 348 350 351 353 354 356 -
 357 359 360 362 363 367 368 375 TO 386 TABLE LD L130X130X12
 1 3 TO 13 15 TO 36 38 TO 60 62 TO 83 85 TO 95 364 365 387 TABLE ST H414X405X18
 234 245 349 369 TABLE ST H200X204X12
 SUPPORTS
 1 29 PINNED
 2 41 FIXED BUT FX MZ
 MEMBER TRUSS
 15 TO 36 62 TO 83
 MEMBER TRUSS
 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 367 368 375 TO 386
 LOAD 1 BEBAN MATI
 JOINT LOAD
 5 TO 15 30 TO 40 FY -31742.7
 1 2 29 41 FY -15871.4
 LOAD 2 BEBAN HIDUP
 JOINT LOAD
 5 TO 15 30 TO 40 FY -4173.54
 1 2 29 41 FY -4359.5
 LOAD 3 BEBAN REM

JOINT LOAD
5 TO 15 30 TO 40 FY -1136.36
1 2 29 41 FY -568.181
LOAD 4 BEBAN ANGIN U-S
JOINT LOAD
30 TO 40 43 TO 52 FZ -243
42 53 FZ -161.9
29 41 FZ -81.9
LOAD 5 BEBAN ANGIN S-U
JOINT LOAD
5 TO 15 18 TO 27 FZ 243
17 28 FZ 161.9
1 2 FZ 81.9
LOAD COMB 6 KOMBINASI BEBAN MATI+HIDUP
1 1.1 2 1.0
LOAD COMB 7 KOMBINASI BEBAN MATI+ANGIN U-S
1 1.1 4 1.0
LOAD COMB 8 KOMBINASI BEBAN MATI+S-U
1 1.1 5 1.0
LOAD COMB 9 KOMBINASI BEBAN MATI+REM
1 1.1 3 2.0
LOAD COMB 10 KOMBINASI BEBAN MATI+HIDUP+REM+ANGIN U-S
1 1.1 2 1.0 3 2.0 4 1.0
LOAD COMB 11 KOMBINASI BEBAN MATI+HIDUP+REM+ANGIN S-U
1 1.1 2 1.0 3 2.0 5 1.0
PERFORM ANALYSIS
PARAMETER
CODE LRFD
FYLD 0.36 MEMB 1 3 TO 245 290 TO 387
CHECK CODE MEMB 1 3 TO 245 290 TO 387
PARAMETER
CODE LRFD
STEEL TAKE OFF ALL
FINISH

```

*****
*                                     *
*      STAAD.Pro                     *
*      Version 2004      Bld 1001.INDIA      *
*      Proprietary Program of             *
*      Research Engineers, Intl.          *
*      Date=      MAR 1, 2012             *
*      Time=      6:11:31                 *
*                                     *
*      USER ID: Snow Panther [LZ0]        *
*****

```

INPUT FILE: TGL 1 maret.STD

```

1. STAAD SPACE
2. START JOB INFORMATION
3. ENGINEER DATE 03-JAN-12
4. END JOB INFORMATION
5. INPUT WIDTH 79
6. UNIT METER KG
7. JOINT COORDINATES
8. 1 0 0 2; 2 60 0 2; 5 5 0 2; 6 10 0 2; 7 15 0 2; 8 20 0 2; 9 25 0 2; 10 30 0 2
9. 11 35 0 2; 12 40 0 2; 13 50 0 2; 14 45 0 2; 15 55 0 2; 17 2.5 6.35 2
10. 18 7.5 6.35 2; 19 12.5 6.35 2; 20 17.5 6.35 2; 21 22.5 6.35 2; 22 27.5 6.35 2
11. 23 32.5 6.35 2; 24 37.5 6.35 2; 25 42.5 6.35 2; 26 47.5 6.35 2; 27 52.5 6.35 2
12. 28 57.5 6.35 2; 29 0 0 11; 30 5 0 11; 31 10 0 11; 32 15 0 11; 33 20 0 11
13. 34 25 0 11; 35 30 0 11; 36 35 0 11; 37 40 0 11; 38 45 0 11; 39 50 0 11
14. 40 55 0 11; 41 60 0 11; 42 2.5 6.35 11; 43 7.5 6.35 11; 44 12.5 6.35 11
15. 45 17.5 6.35 11; 46 22.5 6.35 11; 47 27.5 6.35 11; 48 32.5 6.35 11
16. 49 37.5 6.35 11; 50 42.5 6.35 11; 51 47.5 6.35 11; 52 52.5 6.35 11
17. 53 57.5 6.35 11; 54 0 0 10; 55 5 0 10; 56 0 0 8.25; 57 5 0 8.25; 58 0 0 6.5
18. 59 5 0 6.5; 60 0 0 4.75; 61 5 0 4.75; 62 0 0 3; 63 5 0 3; 64 10 0 10
19. 65 10 0 8.25; 66 10 0 6.5; 67 10 0 4.75; 68 10 0 3; 69 15 0 10; 70 15 0 8.25
20. 71 15 0 6.5; 72 15 0 4.75; 73 15 0 3; 74 20 0 10; 75 20 0 8.25; 76 20 0 6.5
21. 77 20 0 4.75; 78 20 0 3; 79 25 0 10; 80 25 0 8.25; 81 25 0 6.5; 82 25 0 4.75
22. 83 25 0 3; 84 30 0 10; 85 30 0 8.25; 86 30 0 6.5; 87 30 0 4.75; 88 30 0 3
23. 89 35 0 10; 90 35 0 8.25; 91 35 0 6.5; 92 35 0 4.75; 93 35 0 3; 94 40 0 10
24. 95 40 0 8.25; 96 40 0 6.5; 97 40 0 4.75; 98 40 0 3; 99 45 0 10; 100 45 0 8.25
25. 101 45 0 6.5; 102 45 0 4.75; 103 45 0 3; 104 50 0 10; 105 50 0 8.25
26. 106 50 0 6.5; 107 50 0 4.75; 108 50 0 3; 109 55 0 10; 110 55 0 8.25
27. 111 55 0 6.5; 112 55 0 4.75; 113 55 0 3; 114 60 0 10; 115 60 0 8.25
28. 116 60 0 6.5; 117 60 0 4.75; 118 60 0 3; 130 2.5 0 6.5; 131 7.5 0 6.5
29. 132 12.5 0 6.5; 133 17.5 0 6.5; 134 22.5 0 6.5; 135 27.5 0 6.5; 136 32.5 0 6.5
30. 137 37.5 0 6.5; 138 42.5 0 6.5; 139 47.5 0 6.5; 140 52.5 0 6.5; 141 57.5 0 6.5
31. 142 2.5 6.35 6.5; 143 7.5 6.35 6.5; 144 12.5 6.35 6.5; 145 17.5 6.35 6.5
32. 146 22.5 6.35 6.5; 147 30 6.35 11; 148 30 6.35 2; 149 27.5 6.35 6.5
33. 150 57.5 6.35 6.5; 151 52.5 6.35 6.5; 152 47.5 6.35 6.5; 153 42.5 6.35 6.5
34. 154 37.5 6.35 6.5; 155 32.5 6.35 6.5; 156 57.5 0 11
35. MEMBER INCIDENCES
36. 1 1 5; 3 5 6; 4 6 7; 5 7 8; 6 8 9; 7 9 10; 8 10 11; 9 11 12; 10 12 14
37. 11 13 15; 12 14 13; 13 15 2; 14 1 17; 15 17 5; 16 5 18; 17 18 6; 18 6 19
38. 19 19 7; 20 7 20; 21 20 8; 22 8 21; 23 21 9; 24 9 22; 25 22 10; 26 10 23
39. 27 23 11; 28 11 24; 29 24 12; 30 12 25; 31 25 14; 32 14 26; 33 26 13; 34 13 27
40. 35 27 15; 36 15 28; 37 28 2; 38 17 18; 39 18 19; 40 19 20; 41 20 21; 42 21 22

```

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 2

41. 43 22 148; 44 23 24; 45 24 25; 46 25 26; 47 26 27; 48 27 28; 49 29 30
 42. 50 30 31; 51 31 32; 52 32 33; 53 33 34; 54 34 35; 55 35 36; 56 36 37; 57 37 38
 43. 58 39 40; 59 38 39; 60 40 156; 61 29 42; 62 42 30; 63 30 43; 64 43 31
 44. 65 31 44; 66 44 32; 67 32 45; 68 45 33; 69 33 46; 70 46 34; 71 34 47; 72 47 35
 45. 73 35 48; 74 48 36; 75 36 49; 76 49 37; 77 37 50; 78 50 38; 79 38 51; 80 51 39
 46. 81 39 52; 82 52 40; 83 40 53; 84 53 41; 85 42 43; 86 43 44; 87 44 45; 88 45 46
 47. 89 46 47; 90 47 147; 91 48 49; 92 49 50; 93 50 51; 94 51 52; 95 52 53
 48. 96 29 54; 97 30 55; 98 31 64; 99 32 69; 100 35 84; 101 34 79; 102 33 74
 49. 103 41 114; 104 40 109; 105 39 104; 106 36 89; 107 37 94; 108 38 99; 109 54 56
 50. 110 55 57; 111 54 55; 112 56 58; 113 57 59; 114 56 57; 115 58 60; 116 59 61
 51. 117 58 59; 118 60 62; 119 61 63; 120 60 61; 121 62 1; 122 63 5; 123 62 63
 52. 124 64 65; 125 65 66; 126 66 67; 127 67 68; 128 68 6; 129 55 64; 130 57 65
 53. 131 59 131; 132 61 67; 133 63 68; 134 69 70; 135 70 71; 136 71 72; 137 72 73
 54. 138 73 7; 139 64 69; 140 65 70; 141 66 132; 142 67 72; 143 68 73; 144 74 75
 55. 145 75 76; 146 76 77; 147 77 78; 148 78 8; 149 69 74; 150 70 75; 151 71 133
 56. 152 72 77; 153 73 78; 154 79 80; 155 80 81; 156 81 82; 157 82 83; 158 83 9
 57. 159 74 79; 160 75 80; 161 76 134; 162 77 82; 163 78 83; 164 84 85; 165 85 86
 58. 166 86 87; 167 87 88; 168 88 10; 169 79 84; 170 80 85; 171 81 135; 172 82 87
 59. 173 83 88; 174 89 90; 175 90 91; 176 91 92; 177 92 93; 178 93 11; 179 84 89
 60. 180 85 90; 181 86 136; 182 87 92; 183 88 93; 184 94 95; 185 95 96; 186 96 97
 61. 187 97 98; 188 98 12; 189 89 94; 190 90 95; 191 91 137; 192 92 97; 193 93 98
 62. 194 99 100; 195 100 101; 196 101 102; 197 102 103; 198 103 14; 199 94 99
 63. 200 95 100; 201 96 138; 202 97 102; 203 98 103; 204 104 105; 205 105 106
 64. 206 106 107; 207 107 108; 208 108 13; 209 99 104; 210 100 105; 211 101 139
 65. 212 102 107; 213 103 108; 214 109 110; 215 110 111; 216 111 112; 217 112 113
 66. 218 113 15; 219 104 109; 220 105 110; 221 106 140; 222 107 112; 223 108 113
 67. 224 114 115; 225 115 116; 226 116 117; 227 117 118; 228 118 2; 229 109 114
 68. 230 110 115; 231 111 141; 232 112 117; 233 113 118; 234 17 142; 235 18 143
 69. 236 19 144; 237 20 145; 238 21 146; 239 22 149; 240 23 155; 241 24 154
 70. 242 25 153; 243 26 152; 244 27 151; 245 28 150; 290 1 130; 291 130 30
 71. 292 29 130; 293 130 5; 294 131 66; 295 5 131; 296 131 31; 297 30 131
 72. 298 131 6; 299 132 71; 300 6 132; 301 132 32; 302 31 132; 303 132 7
 73. 304 133 76; 305 7 133; 306 133 33; 307 32 133; 308 133 8; 309 134 81
 74. 310 8 134; 311 134 34; 312 33 134; 313 134 9; 314 135 86; 315 9 135
 75. 316 135 35; 317 34 135; 318 135 10; 319 136 91; 320 10 136; 321 136 36
 76. 322 35 136; 323 136 11; 324 137 96; 325 11 137; 326 137 37; 327 36 137
 77. 328 137 12; 329 138 101; 330 12 138; 331 138 38; 332 37 138; 333 138 14
 78. 334 139 106; 335 14 139; 336 139 39; 337 38 139; 338 139 13; 339 140 111
 79. 340 13 140; 341 140 40; 342 39 140; 343 140 15; 344 141 116; 345 15 141
 80. 346 141 41; 347 40 141; 348 141 2; 349 142 42; 350 18 142; 351 142 43
 81. 352 143 43; 353 19 143; 354 143 44; 355 144 44; 356 20 144; 357 144 45
 82. 358 145 45; 359 21 145; 360 145 46; 361 146 46; 362 22 146; 363 146 47
 83. 364 147 48; 365 148 23; 366 149 47; 367 148 149; 368 149 147; 369 150 53
 84. 370 151 52; 371 152 51; 372 153 50; 373 154 49; 374 155 48; 375 27 150
 85. 376 150 52; 377 26 151; 378 151 51; 379 25 152; 380 152 50; 381 24 153
 86. 382 153 49; 383 23 154; 384 154 48; 385 148 155; 386 155 147; 387 156 41
 87. DEFINE MATERIAL START
 88. ISOTROPIC STEEL
 89. E 2.09042E+010
 90. POISSON 0.3
 91. DENSITY 7833.41
 92. ALPHA 1.2E-005
 93. DAMP 0.03
 94. END DEFINE MATERIAL
 95. CONSTANTS
 96. BETA 90 MEMB 1 3 TO 95 364 365 387

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 3

97. MATERIAL STEEL MEMB 1 3 TO 245 290 TO 387
98. START GROUP DEFINITION
99. MEMBER
100. _G_INDUK 1 3 TO 95 364 365 387
101. _G_MELINTANG 96 TO 110 112 113 115 116 118 119 121 122 124 TO 128 134 TO 138 -
102. 144 TO 148 154 TO 158 164 TO 168 174 TO 178 184 TO 188 194 TO 198 -
103. 204 TO 208 214 TO 218 224 TO 228
104. _G_MEMANJANG 111 114 117 120 123 129 TO 133 139 TO 143 149 TO 153 159 TO 163 -
105. 169 TO 173 179 TO 183 189 TO 193 199 TO 203 209 TO 213 219 TO 223 -
106. 229 TO 233 294 299 304 309 314 319 324 329 334 339 344
107. _PENGAKU 234 TO 245 349 352 355 358 361 366 369 TO 374
108. _I_ANGIN_BAWAH 290 TO 293 295 TO 298 300 TO 303 305 TO 308 310 TO 313 315 -
109. 316 TO 318 320 TO 323 325 TO 328 330 TO 333 335 TO 338 340 TO 343 345 TO 348
110. _I_ANGIN-ATAS 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 367 368 375 TO 386
111. END GROUP DEFINITION
112. MEMBER PROPERTY AMERICAN
113. 96 TO 110 112 113 115 116 118 119 121 122 124 TO 128 134 TO 138 144 TO 148 -
114. 154 TO 158 164 TO 168 174 TO 178 184 TO 188 194 TO 198 204 TO 208 -
115. 214 TO 218 224 TO 228 TABLE ST W24X94
116. 111 114 117 120 123 129 TO 133 139 TO 143 149 TO 153 159 TO 163 169 TO 173 -
117. 179 TO 183 189 TO 193 199 TO 203 209 TO 213 219 TO 223 229 TO 233 294 299 -
118. 304 309 314 319 324 329 334 339 344 TABLE ST W12X40
119. MEMBER PROPERTY JAPANESE
120. 235 TO 244 352 355 358 361 366 370 TO 374 TABLE ST H200X200X8
121. 14 37 61 84 TABLE ST H428X407X20
122. 290 TO 293 295 TO 298 300 TO 303 305 TO 308 310 TO 313 315 TO 318 320 TO 323 -
123. 325 TO 328 330 TO 333 335 TO 338 340 TO 343 345 TO 348 350 351 353 354 356 -
124. 357 359 360 362 363 367 368 375 TO 386 TABLE LD L130X130X12
125. 1 3 TO 13 15 TO 36 38 TO 60 62 TO 83 85 TO 95 364 365 387 TABLE ST H414X405X18
126. 234 245 349 369 TABLE ST H200X204X12
127. SUPPORTS
128. 1 29 PINNED
129. 2 41 FIXED BUT FX MZ
130. MEMBER TRUSS
131. 15 TO 36 62 TO 83
132. MEMBER TRUSS
133. 350 351 353 354 356 357 359 360 362 363 367 368 375 TO 386
134. LOAD 1 BEBAN MATI
135. JOINT LOAD
136. 5 TO 15 30 TO 40 FY -31742.7
137. 1 2 29 41 FY -15871.4
138. LOAD 2 BEBAN HIDUP
139. JOINT LOAD
140. 5 TO 15 30 TO 40 FY -4173.54
141. 1 2 29 41 FY -4359.5
142. LOAD 3 BEBAN REM
143. JOINT LOAD
144. 5 TO 15 30 TO 40 FY -1136.36
145. 1 2 29 41 FY -568.181
146. LOAD 4 BEBAN ANGIN U-S
147. JOINT LOAD
148. 30 TO 40 43 TO 52 FZ -243
149. 42 53 FZ -161.9
150. 29 41 FZ -81.9
151. LOAD 5 BEBAN ANGIN S-U
152. JOINT LOAD

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 4

153. 5 TO 15 18 TO 27 FZ 243
 154. 17 28 FZ 161.9
 155. 1 2 FZ 81.9
 156. LOAD COMB 6 KOMBINASI BEBAN MATI+HIDUP
 157. 1 1.1 2 1.0
 158. LOAD COMB 7 KOMBINASI BEBAN MATI+ANGIN U-S
 159. 1 1.1 4 1.0
 160. LOAD COMB 8 KOMBINASI BEBAN MATI+S-U
 161. 1 1.1 5 1.0
 162. LOAD COMB 9 KOMBINASI BEBAN MATI+REM
 163. 1 1.1 3 2.0
 164. LOAD COMB 10 KOMBINASI BEBAN MATI+HIDUP+REM+ANGIN U-S
 165. 1 1.1 2 1.0 3 2.0 4 1.0
 166. LOAD COMB 11 KOMBINASI BEBAN MATI+HIDUP+REM+ANGIN S-U
 167. 1 1.1 2 1.0 3 2.0 5 1.0
 168. PERFORM ANALYSIS

PROBLEM STATISTICS

 NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 142/ 342/ 4
 ORIGINAL/FINAL BAND-WIDTH= 125/ 14/ 90 DOF
 TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 5, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 838
 SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 76 DOUBLE KILO-WORDS
 REQD/AVAIL. DISK SPACE = 13.4/ 85006.1 MB, EXMEM = 2690.5 MB

169. PARAMETER
 170. CODE LRFD
 171. FYLD 0.36 MEMB 1 3 TO 245 290 TO 387
 172. CHECK CODE MEMB 1 3 TO 245 290 TO 387

STAAD.PRO CODE CHECKING - (LRFD 3RD EDITION)

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
1	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.255	10
		72245.12 T	2558.93	-13027.93	0.00
3	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.371	11
		198038.69 T	-1332.50	-4929.53	0.00
4	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.507	10
		282340.84 T	-1566.94	5452.90	5.00
5	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.594	10
		347632.19 T	-1746.20	3789.58	5.00
6	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.652	10
		391623.09 T	-1746.34	-2903.57	0.00
7	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.673	10
		413504.69 T	-1892.92	-1228.67	0.00
8	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.672	10
		413102.31 T	-1891.92	-1129.17	5.00
9	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.648	10
		390207.09 T	-1742.99	-2765.11	5.00
10	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.589	10
		344401.62 T	-1559.95	-4304.91	5.00
11	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.365	10
		180648.81 T	-1299.66	-7273.10	5.00
12	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.492	10
		275025.69 T	-1560.32	5034.02	0.00
13	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.147	11
		59800.45 T	2570.44	-2949.60	5.00
14	ST H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.473	11
		243865.84 C	-2572.15	-4171.93	0.00
15	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.361	11
		242779.78 T	0.00	0.00	6.82

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
16	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.394	11
		199194.64 C	0.00	0.00	6.82
17	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.298	11
		200237.30 T	0.00	0.00	6.82
18	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.308	11
		155713.97 C	0.00	0.00	6.82
19	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.231	11
		155468.95 T	0.00	0.00	6.82
20	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.220	11
		111097.73 C	0.00	0.00	6.82
21	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.165	11
		111184.80 T	0.00	0.00	6.82
22	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.132	11
		66757.12 C	0.00	0.00	6.82
23	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.099	11
		66759.30 T	0.00	0.00	6.82
24	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.044	11
		22348.68 C	0.00	0.00	6.82
25	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.033	11
		22371.54 T	0.00	0.00	6.82
26	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.033	10
		22370.57 T	0.00	0.00	6.82
27	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.044	10
		22347.77 C	0.00	0.00	6.82
28	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.099	10
		66757.88 T	0.00	0.00	6.82
29	ST	H414X405X18 PASS	COMPRESSION	0.132	10
		66755.35 C	0.00	0.00	6.82
30	ST	H414X405X18 PASS	TENSION	0.165	10
		111181.83 T	0.00	0.00	6.82

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION		
31	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.220	10	
		111094.66 C	0.00	0.00	6.82		
32	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.231	10	
		155461.45 T	0.00	0.00	6.82		
33	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.308	10	
		155702.61 C	0.00	0.00	6.82		
34	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.298	10	
		200255.12 T	0.00	0.00	6.82		
35	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.394	10	
		199220.17 C	0.00	0.00	6.82		
36	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.361	10	
		242766.72 T	0.00	0.00	6.82		
37	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.480	10	
		244072.59 C	-2605.65	5012.52	6.82		
38	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.382	11	
		178889.88 C	2417.23	320.11	0.00		
39	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.626	11	
		325754.19 C	-1806.00	126.44	0.00		
40	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.828	11	
		440111.00 C	-1706.19	-166.23	5.00		
41	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.976	11	
		521787.00 C	-1821.38	-225.05	5.00		
*	42	ST	H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.064	11
		570820.81 C	-1926.53	-9.11	5.00		
*	43	ST	H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.004	11
		587304.81 C	-1925.93	-267.97	2.50		
*	44	ST	H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.064	11
		570670.12 C	-1925.34	-15.28	0.00		
45	ST	H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.976	11	
		521616.56 C	-1817.95	-224.19	0.00		

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
46	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.827	11
		439921.69 C	-1698.66	-166.93	0.00
47	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.625	11
		325550.44 C	-1769.66	119.01	5.00
48	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.383	11
		178651.86 C	2448.66	319.22	5.00
49	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.255	11
		72245.16 T	2558.93	13027.93	0.00
50	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.371	10
		198038.70 T	-1332.50	4929.53	0.00
51	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.507	11
		282340.84 T	-1566.94	-5452.90	5.00
52	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.594	11
		347632.19 T	-1746.20	-3789.58	5.00
53	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.652	11
		391623.06 T	-1746.34	2903.57	0.00
54	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.673	11
		413504.62 T	-1892.92	1228.67	0.00
55	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.672	11
		413102.25 T	-1891.92	1129.17	5.00
56	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.648	11
		390207.06 T	-1742.99	2765.11	5.00
57	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.589	11
		344401.59 T	-1559.95	4304.91	5.00
58	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.365	11
		180648.80 T	-1299.66	7273.10	5.00
59	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.492	11
		275025.66 T	-1560.32	-5034.02	0.00
60	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.138	10
		59800.44 T	-1308.75	-5697.74	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION	
61	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.473	10
		243865.84 C	-2572.15	4171.93	0.00	
62	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.361	10
		242779.78 T	0.00	0.00	6.82	
63	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.394	10
		199194.64 C	0.00	0.00	6.82	
64	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.298	10
		200237.30 T	0.00	0.00	6.82	
65	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.308	10
		155713.97 C	0.00	0.00	6.82	
66	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.231	10
		155468.95 T	0.00	0.00	6.82	
67	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.220	10
		111097.73 C	0.00	0.00	6.82	
68	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.165	10
		111184.80 T	0.00	0.00	6.82	
69	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.132	10
		66757.12 C	0.00	0.00	6.82	
70	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.099	10
		66759.30 T	0.00	0.00	6.82	
71	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.044	10
		22348.68 C	0.00	0.00	6.82	
72	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.033	10
		22371.54 T	0.00	0.00	6.82	
73	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.033	11
		22370.57 T	0.00	0.00	6.82	
74	ST	H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.044	11
		22347.77 C	0.00	0.00	6.82	
75	ST	H414X405X18	PASS	TENSION	0.099	11
		66757.88 T	0.00	0.00	6.82	

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
76	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.132	11
	66755.35 C		0.00	0.00	6.82
77	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.165	11
	111181.83 T		0.00	0.00	6.82
78	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.220	11
	111094.67 C		0.00	0.00	6.82
79	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.231	11
	155461.45 T		0.00	0.00	6.82
80	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.308	11
	155702.61 C		0.00	0.00	6.82
81	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.298	11
	200255.12 T		0.00	0.00	6.82
82	ST H414X405X18	PASS	COMPRESSION	0.394	11
	199220.17 C		0.00	0.00	6.82
83	ST H414X405X18	PASS	TENSION	0.361	11
	242766.72 T		0.00	0.00	6.82
84	ST H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.480	11
	244072.59 C		-2605.65	-5012.52	6.82
85	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.382	10
	178889.88 C		2417.23	-320.11	0.00
86	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.626	10
	325754.19 C		-1806.00	-126.44	0.00
87	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.828	10
	440111.00 C		-1706.19	166.23	5.00
88	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.976	10
	521787.00 C		-1821.38	225.05	5.00
* 89	ST H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.064	10
	570820.81 C		-1926.53	9.11	5.00
* 90	ST H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.004	10
	587304.81 C		-1925.93	267.97	2.50

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
* 91	ST H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.064	10
	570670.12 C		-1925.34	15.28	0.00
92	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.976	10
	521616.56 C		-1817.95	224.19	0.00
93	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.827	10
	439921.69 C		-1698.66	166.93	0.00
94	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.625	10
	325550.44 C		-1769.66	-119.01	5.00
95	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.383	10
	178651.86 C		2448.66	-319.22	5.00
96	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.987	10
	634.92 T		12738.31	-3859.93	0.00
* 97	ST W24X94	FAIL	LRFD-H1-1B-C	1.071	11
	29397.68 C		13898.30	23.50	0.00
98	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.880	11
	6741.23 C		11730.35	14.99	0.00
99	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.728	11
	12958.38 C		9563.91	19.47	0.00
100	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.035	11
	20182.39 C		106.96	24.14	0.00
101	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.282	11
	19419.33 C		3452.15	23.57	0.00
102	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.516	11
	17243.59 C		6637.01	21.89	0.00
103	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.990	11
	525.33 T		-13294.20	189.56	0.00
104	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.954	10
	5959.77 C		-12744.24	8.29	0.00
105	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.876	11
	10365.01 C		-11604.14	14.68	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
106	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.267	10
		19635.99 C	-3240.76	23.57	0.00
107	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.501	11
		17831.43 C	-6429.18	21.83	0.00
108	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.709	11
		14837.90 C	-9277.18	19.28	0.00
109	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.344	10
		253.18 C	-4323.40	-2180.11	1.75
110	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.381	10
		29295.29 C	-4573.71	-47.76	1.75
111	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.413	10
		15711.16 T	2186.30	-235.21	5.00
112	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.433	11
		97.58 C	5679.35	-1006.62	1.75
113	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.531	11
		29256.28 C	6597.77	-46.36	1.75
114	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.107	11
		7266.47 T	-441.41	-258.91	5.00
115	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.433	10
		97.58 C	5679.35	-1006.62	0.00
116	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.531	10
		29256.28 C	6597.77	-46.36	0.00
117	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.076	10
		11886.57 C	14.12	-223.59	5.00
118	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.344	11
		253.18 C	-4323.40	-2180.11	0.00
119	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.381	11
		29295.29 C	-4573.71	-47.76	0.00
120	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.107	10
		7266.47 T	441.41	-258.91	5.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
121	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.987	11
		634.92 T	12738.30	-3859.93	1.00
* 122	ST W24X94	FAIL	LRFD-H1-1B-C	1.071	10
		29397.68 C	13898.30	23.50	1.00
123	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.413	11
		15711.15 T	-2186.30	-235.21	5.00
124	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.352	10
		6630.55 C	-4588.44	173.37	1.75
125	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.530	11
		6626.08 C	6985.33	185.91	1.75
126	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.530	10
		6626.08 C	6985.33	185.91	0.00
127	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.352	11
		6630.55 C	-4588.44	173.37	0.00
128	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.880	10
		6741.23 C	11730.35	14.99	1.00
129	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.434	11
		33106.90 T	-1991.23	-282.76	0.00
130	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.162	11
		15907.37 T	-544.42	-509.44	5.00
131	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.109	10
		25687.22 C	7.53	-381.35	2.50
132	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.162	10
		15907.36 T	544.42	-509.44	5.00
133	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.434	10
		33106.88 T	1991.23	-282.76	0.00
134	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.307	10
		12800.02 C	-3885.34	57.34	1.75
135	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.469	11
		12835.12 C	6067.94	68.62	1.75

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
136	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.469	10
		12835.12 C	6067.94	68.62	0.00
137	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.307	11
		12800.02 C	-3885.34	57.34	0.00
138	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.728	10
		12958.38 C	9563.91	19.47	1.00
139	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.549	10
		47678.36 T	-1728.21	-524.83	0.00
140	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.193	11
		25111.95 T	-528.29	-642.77	5.00
141	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.090	10
		21460.85 T	8.18	-575.24	2.50
142	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.193	10
		25111.94 T	528.29	-642.77	5.00
143	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.549	11
		47678.33 T	1728.21	-524.83	0.00
144	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.232	10
		17057.15 C	-2804.68	55.45	1.75
145	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.352	11
		17117.08 C	4417.10	59.71	1.75
146	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.352	10
		17117.08 C	4417.10	59.71	0.00
147	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.232	11
		17057.15 C	-2804.68	55.45	0.00
148	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.516	10
		17243.59 C	6637.01	21.89	1.00
149	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.566	11
		59268.98 T	-1342.38	-638.38	0.00
150	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.206	11
		33091.88 T	465.76	-642.76	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
151	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.340	11
		53842.33 T	-7.00	-687.99	2.50
152	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.206	10
		33091.87 T	-465.76	-642.76	0.00
153	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.566	10
		59268.96 T	1342.38	-638.38	0.00
154	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.141	11
		19217.21 C	-1534.11	61.69	1.75
155	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.205	11
		19290.49 C	2396.45	68.06	1.75
156	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.205	10
		19290.49 C	2396.46	68.06	0.00
157	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.141	10
		19217.21 C	-1534.11	61.69	0.00
158	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.282	10
		19419.33 C	3452.15	23.57	1.00
159	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.550	11
		67251.89 T	-879.55	-730.77	0.00
160	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.306	11
		38922.82 T	317.76	-730.41	0.00
161	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.460	11
		74105.19 T	-5.93	-758.61	2.50
162	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.306	10
		38922.80 T	-317.76	-730.41	0.00
163	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.550	10
		67251.86 T	879.55	-730.77	0.00
164	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.043	11
		19976.13 C	-191.28	62.75	1.75
165	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.045	11
		20053.38 C	223.40	69.13	1.75

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
166	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.045	10
		20053.38 C	223.40	69.13	0.00
167	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.043	10
		19976.13 C	-191.28	62.75	0.00
168	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.035	10
		20182.39 C	106.96	24.14	1.00
169	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.504	11
		71302.49 T	-378.13	-786.65	0.00
170	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.301	11
		42133.03 T	137.44	-786.78	0.00
171	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.531	11
		86235.59 T	7.45	-786.87	0.00
172	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.301	10
		42133.03 T	-137.44	-786.78	0.00
173	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.504	10
		71302.47 T	378.13	-786.65	0.00
174	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.112	10
		19435.72 C	1140.57	61.93	1.75
175	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.173	10
		19509.94 C	-1952.97	68.50	1.75
176	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.173	11
		19509.94 C	-1952.97	68.50	0.00
177	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.112	11
		19435.72 C	1140.57	61.93	0.00
178	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.267	11
		19635.99 C	-3240.76	23.57	1.00
179	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.494	11
		71224.01 T	-310.95	-786.13	5.00
180	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.302	10
		42540.16 T	124.52	-786.34	5.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
181	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.564	11
		91894.81 T	4.74	-805.43	0.00
182	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.302	11
		42540.15 T	-124.52	-786.34	5.00
183	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.494	10
		71223.98 T	310.95	-786.13	5.00
184	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.202	10
		17648.67 C	2379.85	57.83	1.75
185	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.321	11
		17715.97 C	-3983.38	63.05	1.75
186	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.321	10
		17715.97 C	-3983.38	63.05	0.00
187	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.202	11
		17648.67 C	2379.84	57.83	0.00
188	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.501	10
		17831.43 C	-6429.18	21.83	1.00
189	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.538	11
		66994.55 T	-807.87	-729.56	5.00
190	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.312	10
		40161.67 T	308.35	-729.26	5.00
191	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.561	11
		91612.70 T	1.89	-786.26	0.00
192	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.312	11
		40161.66 T	-308.35	-729.26	5.00
193	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.538	10
		66994.53 T	807.87	-729.56	5.00
194	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.277	10
		14682.95 C	3450.36	59.29	1.75
195	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.448	11
		14737.57 C	-5745.33	68.40	1.75

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
196	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.448	10
		14737.57 C	-5745.33	68.40	0.00
197	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.277	11
		14682.95 C	3450.36	59.29	0.00
198	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.709	10
		14837.90 C	-9277.18	19.28	1.00
199	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.551	11
		58761.10 T	-1259.48	-633.48	5.00
200	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.302	11
		35207.83 T	475.47	-636.11	5.00
201	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.523	11
		85489.38 T	-0.98	-728.33	0.00
202	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.302	10
		35207.82 T	-475.47	-636.11	5.00
203	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.551	10
		58761.08 T	1259.48	-633.48	5.00
204	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.333	10
		10258.33 C	4271.18	120.59	1.75
205	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.542	11
		10291.10 C	-7081.46	132.95	1.75
206	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.542	10
		10291.10 C	-7081.46	132.95	0.00
207	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.333	11
		10258.33 C	4271.18	120.59	0.00
208	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.876	10
		10365.01 C	-11604.14	14.68	1.00
209	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.531	11
		46908.29 T	-1636.30	-509.74	5.00
210	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.208	11
		28028.77 T	-569.24	-636.11	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
211	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.450	10
		73437.72 T	3.71	-638.98	0.00
212	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.208	10
		28028.77 T	569.24	-636.11	0.00
213	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.531	10
		46908.27 T	1636.30	-509.74	5.00
214	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.363	11
		5872.50 C	4777.41	48.36	1.75
215	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.591	11
		5899.17 C	-7844.61	62.84	1.75
216	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.591	10
		5899.17 C	-7844.61	62.84	0.00
217	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.363	10
		5872.50 C	4777.41	48.36	0.00
218	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.954	11
		5959.77 C	-12744.24	8.29	1.00
219	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.415	11
		32069.59 T	1816.07	-510.38	0.00
220	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.191	11
		19180.54 T	-667.62	-506.21	0.00
221	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.340	10
		55196.03 T	6.58	-498.48	0.00
222	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.191	10
		19180.54 T	667.62	-506.21	0.00
223	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.415	10
		32069.59 T	-1816.07	-510.38	0.00
224	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.371	11
		303.08 C	4983.69	-59.28	1.75
225	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.565	11
		5.98 C	-7589.34	-90.59	1.75

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
226	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.565	10
		5.98 C	-7589.34	-90.59	0.00
227	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.371	10
		303.08 C	4983.69	-59.28	0.00
228	ST W24X94	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.990	10
		525.33 T	-13294.20	189.56	1.00
229	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.389	11
		15803.14 T	2030.02	-264.74	0.00
230	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.159	11
		9284.89 T	-728.84	-262.88	0.00
231	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.103	10
		31040.92 T	7.06	-272.96	0.00
232	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.159	10
		9284.89 T	728.84	-262.88	0.00
233	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.389	10
		15803.14 T	-2030.02	-264.74	0.00
234	ST H200X204X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.086	10
		443.20 C	155.39	451.26	0.00
235	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.074	10
		413.22 C	258.17	6.57	0.00
236	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.097	10
		251.33 C	347.29	0.11	0.00
237	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.113	11
		160.66 T	-410.99	0.00	4.50
238	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.123	10
		7.77 C	-448.40	0.00	4.50
239	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063	10
		295.83 T	-226.23	0.00	4.50
240	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063	11
		319.46 T	226.23	0.00	4.50

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
241	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.124	10
		243.63 C	448.40	0.00	4.50
242	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.115	10
		323.85 C	-412.14	0.00	0.00
243	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.098	10
		484.37 C	-348.92	0.10	0.00
244	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.076	10
		651.34 C	-259.96	6.68	0.00
245	ST H200X204X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.087	10
		788.55 C	-157.07	445.26	0.00
290	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.094	10
		1446.46 C	209.39	32.51	0.00
291	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.060	10
		1618.95 C	138.57	-1.07	5.15
292	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.094	11
		1446.45 C	-209.39	32.51	0.00
293	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.060	11
		1618.95 C	-138.57	-1.07	5.15
294	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.230	10
		35889.62 T	14.48	-509.26	2.50
295	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.346	11
		37245.91 T	250.55	0.00	5.15
296	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.533	10
		27602.39 C	107.37	-3.28	0.00
297	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.346	10
		37245.91 T	-250.55	0.00	5.15
298	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.533	11
		27602.38 C	-107.37	-3.28	0.00
299	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.411	10
		66316.59 T	13.60	-644.88	2.50

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
300	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.310	11
		34707.04 T	178.66	-10.36	5.15
301	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.242	10
		12866.02 C	21.71	-9.46	0.00
302	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.310	10
		34707.04 T	-178.66	-10.36	5.15
303	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.242	11
		12866.02 C	-21.71	-9.46	0.00
304	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.511	10
		83174.31 T	11.11	-730.02	2.50
305	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.261	11
		28335.30 T	170.63	-11.54	5.15
306	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.051	10
		2999.52 C	63.38	-12.75	5.15
307	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.261	10
		28335.31 T	-170.63	-11.54	5.15
308	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.051	11
		2999.51 C	-63.38	-12.75	5.15
309	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.559	11
		91161.15 T	-8.49	-786.87	2.50
310	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.139	11
		23148.55 T	154.96	-12.94	5.15
311	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.056	11
		5625.11 T	97.73	-13.60	5.15
312	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.139	10
		23148.56 T	-154.96	-12.94	5.15
313	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.056	10
		5625.11 T	-97.73	-13.60	5.15
314	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.567	10
		92376.02 T	5.67	-805.43	2.50

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
315	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.115	11
		18057.60 T	139.25	-13.41	5.15
316	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.084	11
		11749.97 T	114.32	-13.92	5.15
317	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.115	10
		18057.60 T	-139.25	-13.41	5.15
318	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.084	10
		11749.97 T	-114.32	-13.92	5.15
319	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.539	11
		87659.25 T	0.97	-796.22	0.00
320	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.088	11
		12535.48 T	-118.24	-13.93	0.00
321	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.109	11
		16890.56 T	-133.47	-13.38	0.00
322	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.088	10
		12535.48 T	118.24	-13.93	0.00
323	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.109	10
		16890.56 T	133.47	-13.38	0.00
324	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.478	11
		77385.64 T	-0.57	-757.46	0.00
325	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.061	11
		6472.94 T	-102.81	-13.56	0.00
326	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.128	11
		21095.87 T	-144.98	-12.83	0.00
327	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.061	10
		6472.94 T	102.81	-13.56	0.00
328	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.128	10
		21095.87 T	144.98	-12.83	0.00
329	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.385	11
		61743.54 T	-2.00	-684.32	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
330	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.031	11
		120.17 C	-80.34	-12.69	0.00
331	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.142	10
		24462.78 T	-149.13	-11.46	0.00
332	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.031	10
		120.17 C	80.34	-12.69	0.00
333	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.142	11
		24462.78 T	149.13	-11.46	0.00
334	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.259	11
		40777.87 T	-3.18	-566.85	0.00
335	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.085	11
		7173.79 C	-51.17	-10.75	0.00
336	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.150	10
		26835.80 T	-148.71	-10.40	0.00
337	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.085	10
		7173.79 C	51.17	-10.75	0.00
338	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.150	11
		26835.80 T	148.71	-10.40	0.00
339	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063	10
		15020.26 T	4.79	-397.77	0.00
340	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.274	11
		14532.77 C	-30.04	-4.25	5.15
341	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.240	10
		27511.38 T	-128.20	-1.19	0.00
342	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.274	10
		14532.77 C	30.04	-4.25	5.15
343	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.240	11
		27511.38 T	128.20	-1.19	0.00
344	ST W12X40	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.058	10
		15221.77 C	3.48	-89.99	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
345	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.423	11
		22060.68 C	-71.14	-6.66	5.15
346	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.165	10
		26260.60 T	155.76	42.92	5.15
347	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.423	10
		22060.67 C	71.14	-6.66	5.15
348	LD L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.165	11
		26260.60 T	-155.76	42.92	5.15
349	ST H200X204X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.086	11
		443.20 C	155.39	451.26	4.50
350	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.027	11
		878.41 C	0.00	0.00	6.73
351	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.027	10
		878.41 C	0.00	0.00	6.73
352	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.074	11
		413.22 C	258.17	6.57	4.50
353	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.021	11
		691.28 C	0.00	0.00	6.73
354	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.021	10
		691.28 C	0.00	0.00	6.73
355	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.097	11
		251.33 C	347.29	0.11	4.50
356	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.018	11
		576.95 C	0.00	0.00	6.73
357	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.018	10
		576.95 C	0.00	0.00	6.73
358	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.113	10
		160.66 T	-410.99	0.00	0.00
359	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.013	11
		432.22 C	0.00	0.00	6.73

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
360	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.013	10
		432.22 C	0.00	0.00	6.73
361	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.123	11
		7.77 C	-448.40	0.00	0.00
362	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.008	11
		272.32 C	0.00	0.00	6.73
363	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.008	10
		272.32 C	0.00	0.00	6.73
* 364	ST H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.004	10
		587176.19 C	-1925.93	267.97	0.00
* 365	ST H414X405X18	FAIL	LRFD-H1-1A-C	1.004	11
		587176.19 C	-1925.93	-267.97	0.00
366	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063	11
		295.84 T	-226.23	0.00	0.00
367	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.006	10
		326.38 C	0.00	0.00	5.15
368	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.006	11
		326.38 C	0.00	0.00	5.15
369	ST H200X204X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.087	11
		788.55 C	-157.07	445.26	4.50
370	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.076	11
		651.34 C	-259.96	6.68	4.50
371	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.098	11
		484.37 C	-348.92	0.10	4.50
372	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.115	11
		323.85 C	-412.14	0.00	4.50
373	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.124	11
		243.63 C	448.40	0.00	0.00
374	ST H200X200X8	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.063	10
		319.46 T	226.23	0.00	0.00

ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
375	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.038	11
		1227.27 C	0.00	0.00	6.73
376	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.038	10
		1227.27 C	0.00	0.00	6.73
377	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.032	11
		1041.83 C	0.00	0.00	6.73
378	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.032	10
		1041.83 C	0.00	0.00	6.73
379	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.028	11
		927.48 C	0.00	0.00	6.73
380	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.028	10
		927.48 C	0.00	0.00	6.73
381	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.024	11
		782.32 C	0.00	0.00	6.73
382	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.024	10
		782.32 C	0.00	0.00	6.73
383	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.019	11
		624.94 C	0.00	0.00	6.73
384	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.019	10
		624.94 C	0.00	0.00	6.73
385	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.006	11
		353.41 C	0.00	0.00	5.15
386	LD L130X130X12	PASS	COMPRESSION	0.006	10
		353.41 C	0.00	0.00	5.15
387	ST H414X405X18	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.147	10
		59800.44 T	2570.44	2949.60	2.50

***** END OF TABULATED RESULT OF DESIGN *****

173. PARAMETER

174. CODE LRFD

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 28

175. STEEL TAKE OFF ALL

STAAD SPACE

-- PAGE NO. 29

STEEL TAKE-OFF

PROFILE	LENGTH (METER)	WEIGHT (KG)
ST H414X405X18	530.27	122704.750
ST H428X407X20	27.30	7712.974
ST W24X94	117.00	16378.861
ST W12X40	300.00	17890.469
ST H200X204X12	18.00	1008.583
ST H200X200X8	90.00	4478.909
LD L130X130X12	402.22	18753.410
PRISMATIC STEEL	0.00	0.000
TOTAL =		188927.953

***** END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE *****

176. FINISH

***** END OF THE STAAD.Pro RUN *****

**** DATE= MAR 1,2012 TIME= 6:11:33 ****

* For questions on STAAD.Pro, *

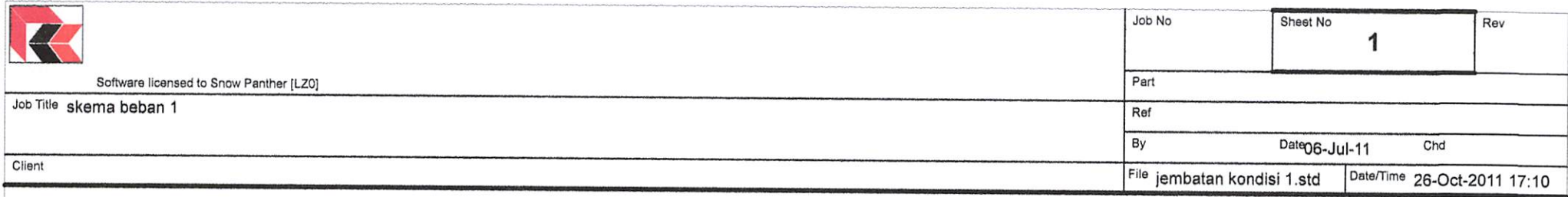
* Please contact : Research Engineers Ltd. *

* E2/4,Block GP, Sector-V,Salt Lake, KOLKATA - 700 091 *

* India : TEL:(033)2357-3575 FAX:(033)2357-3467 *

* email : support@calcutta.reiusa.com *

* US : Ph-(714) 974-2500, Fax-(714) 921-0683 *



Rev

Date/Time 26-Oct-2011 17:10





Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title skema beban 2

Ref

By

Date 06-Jul-11

Chd

Client

File jembatan kondisi 2.std

Date/Time 26-Oct-2011 17:13

