

SKRIPSI

**REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA
BAJA TIPE WAREN MODELING DENGAN MENGGUNAKAN METODE
LRFD PADA JEMBATAN KARANGKATES KECAMATAN
SUMBERPUCUNG KABUPATEN MALANG**



Disusun oleh :

Nama : MARCOS XIMENES DE ARAUJO
Nim : 12.21.921

**JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
M A L A N G**

2014

LEMBARAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN
RANGKA BAJA TIPE WAREN MODELING DENGAN
MENGUNAKAN METODE LRFD PADA JEMBATAN
KARANGKATES KECAMATAN SUMBERPUCUNG
KABUPATEN MALANG**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

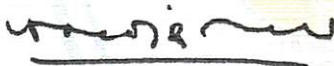
Disusun Oleh :

Nama : Marcos Ximenes De Araujo

Nim : 12.21.921

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



(Ir. H. Sudirman Indra.,MSc)

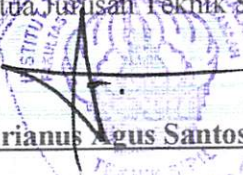
Dosen Pembimbing II



(Ir. Ester Priskasari., MT)

Mengetujui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil



(Ir. Adrianus Agus Santosa.,MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2014

LEMBARAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBRAN RANGKA
BAJA TIPE WAREN MODELING DENGAN MENGGUNAKAN METODE
LRFD PADA JEMBRAN KARANGKATES KECAMATAN
SUMBERPUCUNG KABUPATEN MALANG**

Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Tugas Akhir Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari, Tanggal : Jumat, 22 Agustus 2014

Dan Diterima Untuk Memenuhi Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil (ST)

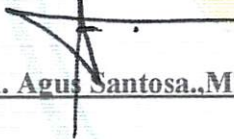
Disusun Oleh :

Marcos Ximenes De Araujo

(12.21.921)

Disetujui Oleh :

Ketua



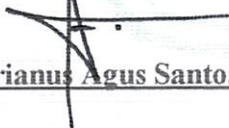
(Ir.A. Agus Santosa..MT)

Sekretaris



(Lila A Ratna Winanda,ST.MT)

Penguji



(Ir.Adrianus Agus Santosa..MT)

Penguji



(Ir. Bambang Wedyantadji..MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2014



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Marcos Ximenes De Araujo
Nim : 12.21.921
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**“REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA
TIPE WAREN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA
JEMBATAN KARANGKATES KECAMATAN SUMBERPUCUNG
KABUPATEN MALANG.”**

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

Malang, 22 Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,



(i)marcos Ximenes De Araujo)

ABSTRAKSI

REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE WAREN MODELING DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA JEMBATAN KARANGKATES KECAMATAN SUMBERPUCUNG KABUPATEN MALANG

Nama : Marcos Ximenes De Araujo
Nim : 12.21.921
Dosen Pembimbing I : Ir. H. Sudirman Indra, MSc.
Dosen Pembimbing II : Ir. Ester Priskasari., MT

Kata Kunci : Jembatan, Jembatan Rangka Baja, Struktur Bangunan Atas

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

Pengambilan Judul ini bertujuan untuk dapat merencanakan struktur jembatan rangka baja yang membentuk waren yang memiliki bentang 90 m, dapat memberikan nilai estetika yang menarik, dan dapat mengetahui volume bahan yang diperlukan.

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

Dari hasil analisa diperoleh struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil W14x211 (gelagar induk tipe waren), WF700x300x13 (gelagar melintang), WF300x300x10 (gelagar memanjang), LD125x75x13LD (ikatan angin atas dan bawah).

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT , Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
3. Bapak Ir.H Sudirman Indra.,MSc, dan Ibu Ir. Ester Priskasari, MT, Selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Semua Dosen Teknik Sipil ITN Malang

Saya sangat menyadari bahwa di dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan karena adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang saya miliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat saya harapkan untuk tercapainya hasil yang lebih baik lagi.

Harapan saya semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amien.....

Malang, 22 Agustus 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAKSI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Identifikasi Masalah.....	2
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Jembatan Secara Umum	5
2.1.1 Macam-macam Jembatan..	5
2.1.2 Bagian-bagian Jembatan.....	6
2.2 Pembebanan	7
2.2.1 Beban Primer..	7
2.2.2 Beban Sekunder..	12

2.2.3	Pembebanan Lantai Kendaraan..	15
2.3	Teori Perencanaan Jembatan Tipe Wren.....	16
2.4	Teori Desain Struktur Baja Metode LRFD	16
2.4.1	Dasar Perencanaan Metode LRFD.....	18
2.5	Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang.....	20
2.6	Perencanaan Dimensi Gelagar Induk.....	27
2.6.1	Perencanaan Dimensi Batang Tarik	27
2.6.2	Perencanaan Dimensi Batang Tekan.....	28
2.7.	Perhitungan Sambungan Gelagar Induk.....	29
2.8	Ikatan Angin	32
2.9	Konstruksi Peletakan.....	32
2.9.1	Peletakan Sendi.....	32
2.9.2	Peletakan Rol.....	34

BAB III ANALISA DATA DAN PEMBEBANAN

3.1	Data Perencanaan	36
3.2	Data Pembebanan.....	37
3.2.1	Gambar Perencanaan.....	38
3.3	Perhitungan Statika Akibat Beban Mati dan Beban Hidup.....	40
3.4	Perhitungan Penulangan Plat.....	43
3.4.1	Perhitungan Penulangan Plat Lantai Tumpuan.....	43
3.4.2	Perhitungan Penulangan Plat Lapangan.....	46
3.5	Perhitungan Perataan beban	49
3.6	Perencanaan Gelagar Memanjang	52
3.6.1	Perhitungan Statika	54

3.7....Perencanaan Dimensi Gelagar Memanjang.....	57
3.7.1 Perhitungan Shear Connectok.....	61
3.8 Perencanaan Gelagar Melintang.....	64
3.8.1 Perhitungan Pembebanan.	64
3.8.2 Perhitungan Statika	66
3.9 Perencanaan Dimensi Gelagar Melintang.....	69
3.9.1 Perhitungan Shear Connector Pada Gelagar Melintang.	72
3.10 Perencanaan Gelagar Induk.....	75
3.10.1. Perhitungan Gaya Angin Pada Ikatan Angin Atas dan Bawah.....	82
3.11 Perencanaan Dimensi Profil.....	86
3.11.1 Gelagar Induk.....	86
3.11.2. Perencanaan Ikatan Angin.....	104
3.12 Perencanaan Sambungan.....	118
3.12.1. Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang.....	118
3.13 Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk.....	128
3.14 Kontrol Plat Simpul.....	158
3.15 Perhitungan Momen Portal Jembatan.....	199
3.16 Perencanaan Perletakan.....	203

BAB IV KEBUTUHAN BAHAN

4.1 Profil Baja.....	207
4.2 Kebutuhan Baut dan Plat Simpul.....	208
4.3 Kebutuhan Bahan Untuk Lantai Kendaraan dan Trotoir	210
4.3.1 Kebutuhan Besi Tulangan.....	210
4.3.2 Kebutuhan Beton ($f_c' = 30$ Mpa).	211

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	211
5.2 Saran.....	213

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

GAMBAR

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor beban untuk berat sendiri.....	7
Tabel 2.2	Faktor beban untuk beban mati tambahan.....	8
Tabel 2.3	Faktor beban lajur “D”	10
Tabel 2.4	Faktor beban truck “T”	10
Tabel 2.5	Faktor beban untuk beban trotoar / untuk pejalan kaki.....	12
Tabel 2.6	Faktor beban untuk gaya rem	12
Tabel 2.7	Faktor beban untuk beban angin	14
Tabel 2.8	Kombinasi Beban.....	14
Tabel 2.9	Tata Letak Baut.....	24
Tabel 3.1	Tabel Muller Breslaw	33
Tabel 3.1	Hasil perhitungan Momen	42
Tabel 4.1	Kebutuhan baut pada sambungan gelagar induk	198

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jembatan dinding penuh	6
Gambar 2.2	Jembatan rangka sederhana.....	6
Gambar 2.3	Jembatan rangka menerus	6
Gambar 2.4	Jembatan kantilever	
Gambar 2.5	Jembatan lengkung	6
Gambar 2.6	Jembatan gantung	6
Gambar 2.7	Beban lajur “D”	10
Gambar 2.8	Pembebanan truck “T”	11
Gambar 2.9	Faktor beban dinamis.....	11
Gambar 2.10	Grafik gaya rem.....	13
Gambar 2.11	Gaya Angin	13
Gambar 2.12	Teori perencanaan jembatan tipe wren	15
Gambar 2.13	Diagram regangan tegangan.....	16
Gambar 2.14	Perletakan Sendi.....	32
Gambar 2.15	Perletakan rol	33
Gambar 3.1	Potongan Memanjang jembatan	38
Gambar 3.2	Potongan Melintang jembatan.....	38
Gambar 3.3	Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan.....	40
Gambar 3.4	Gambar penulangan memanjang dan melintang	48
Gambar 3.5	Perataan beban plat.....	49
Gambar 3.6	Sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang	124
Gambar 3.7	Sambungan Gelagar Melintang dan gelagar Induk	128

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan sarana yang sangat penting untuk menghubungkan antara daerah satu dengan daerah yang lain melalui transportasi darat. Di mana pembangunan jalan dan jembatan sebagai lalu lintas kendaraan sangat perlu pembangunannya sebagai alat penyeberangan yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman untuk melalui sungai, danau, tebing dan segala penghalang.

Selain untuk kepentingan ekonomi, jembatan sangat penting pula bagi hubungan antara daerah untuk kepentingan pemerintahan, pertukaran kebudayaan dan lain sebagainya. Terputusnya suatu daerah dari pemerintah pusat atau daerah lainnya menghambat kemajuan daerah tersebut.

Menyadari hal tersebut pembangunan pun terus dilakukan terutama di sektor transportasi, salah satunya yaitu Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang. Berbagai sarana dan prasarana dikembangkan yang berguna untuk memperlancar dan mempermudah arus transportasi yang ada pada daerah disekitarnya.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, Pemerintah Kabupaten Malang membangun jembatan baru di Kecamatan Sumber Pucung. Jembatan ini merupakan jalur lalu lintas yang menghubungkan jalan Kalipare dengan jalan Pohgajih. Jembatan Karangates terletak pada Sungai Brantas, mempunyai panjang bentang total 90 meter dan lebar jembatan total 9 meter. Kondisi

wilayahnya sebagian dikelilingi bukit dengan bantaran sungai yang merupakan lereng yang landai.

Berikut ini akan dipaparkan penjelasan secara fisik kondisi Jembatan Karangates Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang yaitu :

1. Jembatan Karangates terdiri dari tiga bentang dengan ukuran :
 - Bentang 1 (arah Karangates) : 15 m
 - Bentang 2 (tengah) : 60 m
 - Bentang 3 (arah Kalipare) : 15 m
2. Jenis pondasi adalah Pondasi Kaison (Kotak)
3. Struktur jembatan Karangates terdiri dari 2 pilar dan 2 abutment.
4. Jembatan Karangates merupakan jembatan yang menghubungkan jalan jurusan Pohgajih dan Kalipare.

Jembatan rangka baja sangat memungkinkan untuk dibangun di atas sungai yang lebar dan dalam, karena selain pengerjaannya mudah dilapangan, berat sendiri kecil juga jembatan rangka baja lebih kaku untuk bentangan yang besar.

Berdasarkan dari tinjauan di atas maka penulisan skripsi ini menulis menggunakan judul “ *Redesign struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Type Warren Modeling Dengan Menggunakan Metode LRFD Pada Jembatan Karangates Kecamatan Sumberpucung Kabupaten Malang.*”

1.2 Rumusan Masalah

- Berapa dimensi baja WF yang diperlukan untuk memikul beban di atasnya?
- Berapa kapasitas sambungan pada struktur?
- Berapa besar lendutannya?

1.3 Identifikasi Masalah

- Menentukan dimensi baja WF yang diperlukan untuk memikul beban di atasnya.
- Menhitng kapasitas sambungan pada struktur.
- Mencari besar lendutan.

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Mengingat luasnya pembahasan dalam konstruksi jembatan, maka perlu adanya lingkup pembahasan tanpa mengurangi penjelasan dari penulisan skripsi ini. Mengingat pada dasarnya jembatan terdiri dari dua bagian utama, yaitu bangunan atas (*Upper Structure*) dan bangunan bawah (*Sub Structure*), maka penulis membatasi pembahasan pada struktur bangunan atas yang meliputi :

1. Perencanaan lantai kendaraan
2. Perencanaan lantai trotoir
3. Perencanaan gelagar memanjang
4. Perencanaan gelagar melintang
5. Perencanaan sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang
6. Pembebanan pada gelagar induk
7. Perencanaan gelagar induk
8. Perencanaan batang tarik dan batang tekan
9. Perencanaan Sambungan
10. Perencanaan Perletakan

Sedangkan dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menggunakan metode *LRFD* dan berpedoman kepada peraturan - peraturan yang ada di Indonesia, Yaitu :

1. SNI 03 - 1729 - 2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
2. Bridge managemen system (BMS) 1992.
3. Metode Load and Resistance Factor Design (LRFD), digunakan dalam perencanaan sambungan.
4. Program bantu STAAD Pro 2004, untuk perhitungan statika jembatan rangka baja tipe bukaka dengan perhitungan 3 – D.
5. SNI 03 - 2847 - 2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Jembatan Secara Umum

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi sebagai lintasan untuk mempermudah dan memperpendek jarak menyeberangi suatu rintangan tanpa menutup rintangan itu sendiri. Lintasan yang dimaksud disini adalah berupa sungai, jurang, rawa, jalan raya, jalan rel, jalan pejalan kaki dan lain – lain. Jembatan sendiri dibedakan menjadi dua macam jenis bangunan yaitu bangunan bawah (*lower structure*) dan bangunan atas (*super structure*).

2.1.1 Macam-macam Jembatan

Secara garis besar, macam-macam jembatan antara lain :

a. Jembatan Kayu

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

b. Jembatan Beton

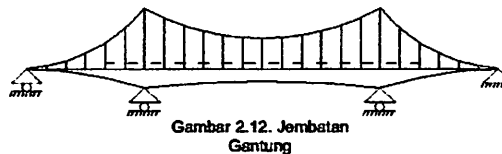
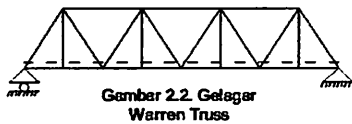
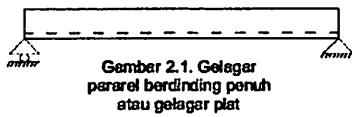
Jembatan-jembatan dari beton bertulang, dalam golongan ini juga termasuk juga jembatan yang gelagar-gelagarnya terbuat dari beton prategang maupun non prategang. Bentang jembatan beton < 20 m

c. Jembatan Baja

Jembatan ini dibagi menjadi beberapa jenis antara lain :

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

4. Jembatan pelengkung atau lebih dikenal dengan *steel arch bridge*, rangka penyusunnya terdiri dari rangka busur (*arch*), kabel, rangka (*truss*). Bentangnya berkisar 60 – 120 m



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

2.1.2 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 :

- a. Lantai trotoir dan kendaraan
- b. Gelagar memanjang dan gelagar melintang

- c. Pipa sandaran
- d. Ikatan angin
- e. Gelagar induk
- f. Plat simpul
- g. Peletakan / sandaran

2.2 Pembebanan

Peraturan khusus untuk pembebanan jembatan di setiap negara kemungkinan akan berbeda antara negara yang satu dengan negara lainnya seperti JIS di Jepang , AASHTO di Amerika Serikat, BI di Inggris. Di Indonesia peraturan tentang pembebanan jembatan jalan raya telah dikemas dalam *Bridge Managemen System (BMS)* bagian II.

Pada perencanaan jembatan ini, semua beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan : “*Bridge Managemen System (BMS)* bagian II.”
Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

2.2.1 Beban Primer

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

a. Beban berat sendiri

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

Tabel 2.1. Faktor Beban untuk berat sendiri

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

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

b. Beban mati

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

Tabel 2.1. Faktor beban untuk beban mati tambahan

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

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

Rumus-rumus yang akan digunakan untuk menghitung beban-beban tersebut adalah sebagai berikut : (Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1990 : 167)

- Gelagar induk

$$G1 = 20+3L \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (1)$$

Diubah menjadi satuan kg menjadi

$$G1 = (20+3L).L.a \quad (\text{kg}) \quad (2)$$

Dimana :

G = berat gelagar induk

L = panjang jembatan

a = lebar jembatan

- Berat sendiri gelagar melintang

$$G2 = n \times L \times g \quad (3)$$

Dimana :

n = jumlah gelagar melintang

L = panjang gelagar melintang

g = berat gelagar melintang

Berat sandaran G = 80 Kg/m

(Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1990 : 167)

$$G3 = (10.a) \quad (\text{kg}) \quad (4)$$

- Berat ikatan angin (Struyk dan Van Deer Veen, Jembatan, 1990 : 167)

$$G4 = (10.a) \quad (\text{kg}) \quad (5)$$

Dalam satuan menjadi

$$G4 = (10.a).L.a \quad (\text{kg}) \quad (6)$$

- Berat lantai kendaraan

$$G5 = 2400 \times L \times a \times t \quad (7)$$

- Berat trotoar

$$G6 = 2400 \times L \times a \times t \quad (8)$$

Dimana :

G = berat beban dalam kg

n = jumlah gelagar

g = berat profil

L = panjang bentang

a = lebar jembatan

t = tebal plat

c. 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 sebagai berikut

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

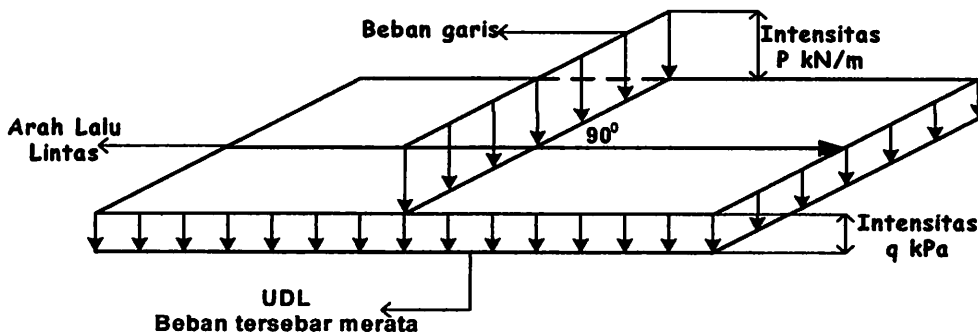
$$L > 30 \text{ m} ; q = 8.0 [0.5 + 15 / L] \text{ kPa}$$

Beban garis KEL dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas P = 44.0 kN/m. Beban "D" harus ditempatkan pada dua jalur lalu lintas rencana yang berdekatan untuk lebar lebih besar Dari 5,5 m dan bekerja dengan intensitas 100% selebar 5,5 m dan sisa jalan bekerja 50 %.

Tabel 2.2. Faktor Beban lajur “D”

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban
Sementara	2

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



Gambar 2.1. Beban Lajur “D”

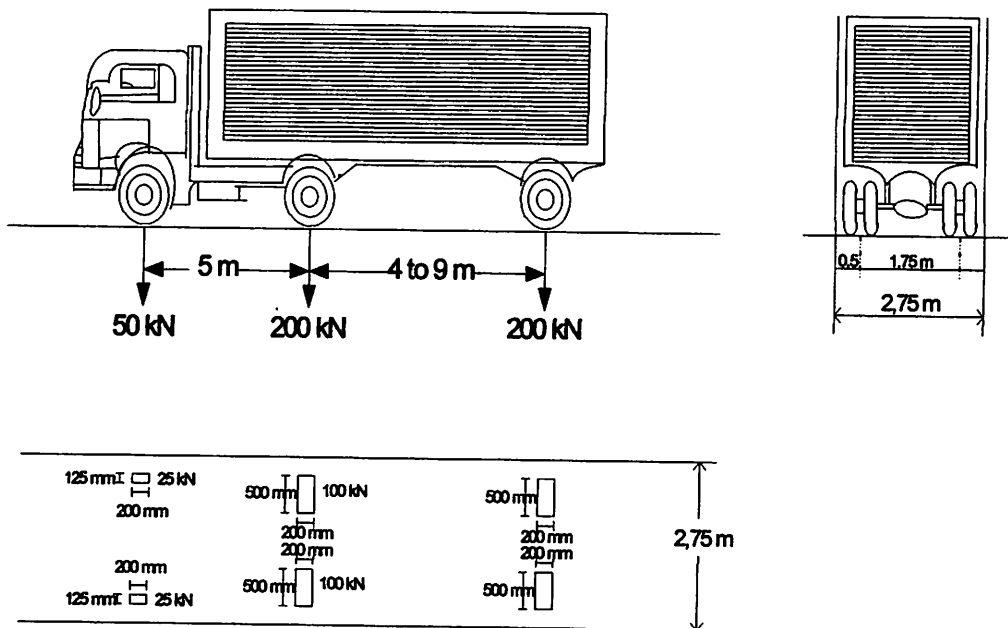
c. Beban truk “T”

Beban truk “T” adalah suatu beban kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada satu lajur lalu lintas rencana. Ukuran-ukuran serta kedudukan seperti pada gambar diatas. Jarak antara 2 as tersebut bisa diubah-ubah antara 4.0 m sampai 9.0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

Tabel 2.3. Faktor beban untuk beban truk “T”

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban
Sementara	2

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



Gambar 2.2. Pembebanan Truk "T"

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

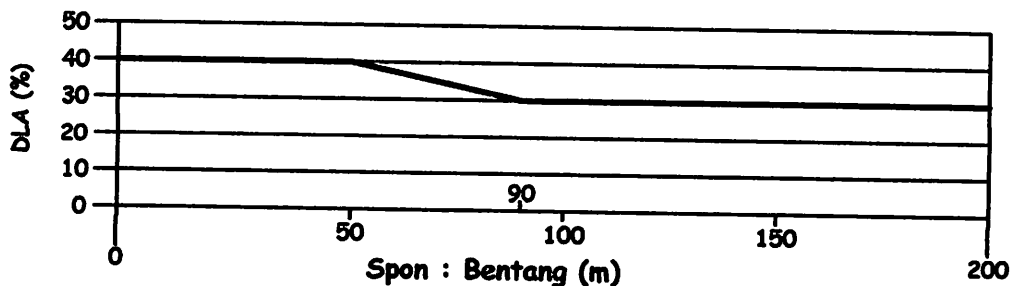
$b_1 = 12,5 \text{ cm}$

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

$m_s = \text{muatan rencana sumbu} = 20 \text{ ton}$

e. Faktor beban dinamis

Faktor beban dinamis (DLA) merupakan iteraksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Untuk truk "T" nilai DLA adalah 0.3. Untuk "KEL" nilai DLA diberikan dalam gambar berikut :



Gambar 2.3. Faktor beban dinamis

f. Beban trotoar

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk memikul $5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2$.

Tabel 2.4. Faktor beban untuk beban trotoar / untuk pejalan kaki

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban
Sementara	2

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-32

2.2.2 Beban Sekunder

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

a. Gaya rem

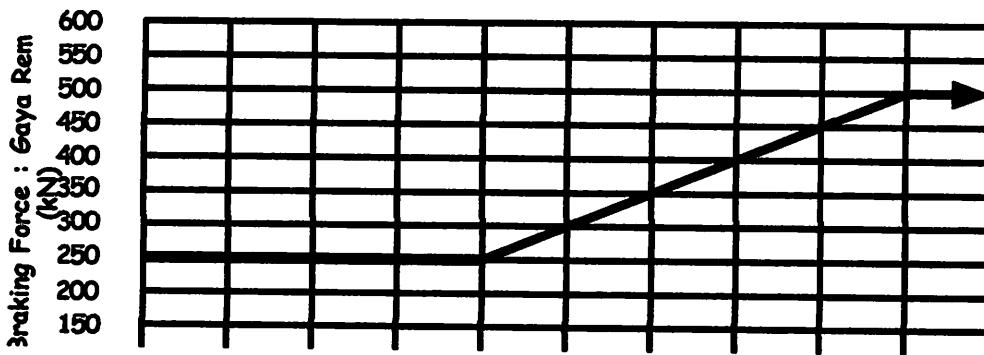
Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau. Pengaruh gaya ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban "D" tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter diatas permukaan lantai kendaraan.

Tabel 2.4. Faktor Beban untuk gaya rem

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban
Sementara	2

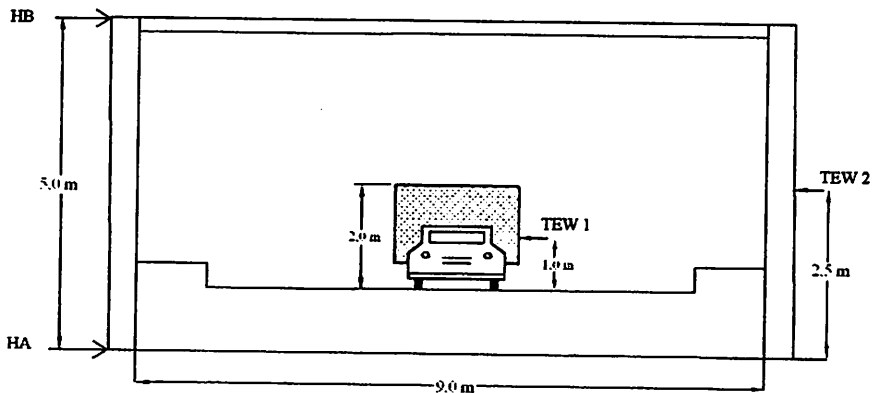
Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-30

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



Gambar 2.4. Grafik Gaya rem

b. Gaya Angin



Gambar 2.5. Gaya angin

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

$$Tew_2 = 0.0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \quad (9)$$

Dimana :

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

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

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

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

$$Tew_1 = 0.0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \quad (10)$$

Tabel 2.5. Faktor beban untuk beban angin

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban
Sementara	1.4

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-43

c. kombinasi beban

Kombinasi beban pada keadaan batas ultimate terdiri dari jumlah pengaruh aksi tetap dan satu pengaruh aksi sementara. Sebagai ringkasan dari kombinasi beban yang lazim diberikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.6. Kombinasi beban

Aksi	Kombinasi beban						Catatan
	1	2	3	4	5	6	
Aksi Tetap	X	X	X	X	X	X	1
Berat sendiri							
Aksi Transient	X	0	0	0			
Beban Lajur "D"							
Beban Truk "T"							
Gaya Rem	X	0	0	0			2
Beban Trotoar		X					
Beabn Angin	0		0	X		0	

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-43

Keterangan :

1. Dalam keadaan batas ultimate pada bagian tabel ini, aksi dengan tanda "X" untuk kombinasi tertentu adalah memasukan faktor harga beban ultimate panuh. Nomor dengan tanda "0" memasukkan harga yang sudah diturunkan besarnya sama dengan beban daya layan.
2. Beberapa aksi tetap berubah menurut waktu secara perlahan-lahan. Kombinasi beban untuk aksi demikian dan minimum untuk menemukan keadaan yang paling berbahaya.

Tingkat keadaan batas dari gaya sentrifugal dan gaya rem tidak terjadi secara bersamaan. Untuk faktor beban ultimate terkurangi untuk beban lalu lintas vertikal kombinasi dengan gaya rem.

2.2.3 Pembebanan Lantai kendaraan

Beban yang dipakai dalam perhitungan terdiri dari :

1. Beban lantai kendaraan

Yang terdiri dari berat sendiri plat lantai kendaraan, berat aspal dan berat aspal dan berat air hujan.

Catatan :

berat jenis air hujan = 1000 kg/m^3

berat jenis aspal = 2200 kg/m^3

berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m^3

2. Beban hidup "T"

Merupakan beban kendaraan truk yang mempunyai roda ganda sebesar 10 ton untuk memperoleh gambaran yang paling kritis harus ditinjau beberapa keadaan.

3. Beban trotoir.

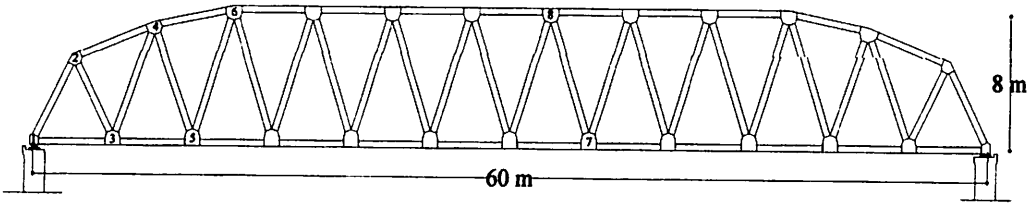
Yang terdiri dari plat trotoir, serta tegel dan spesi, berat air hujan dan beban hidup / guna trotoir sebesar 500 kg/m^2

Catatan : berat jenis air hujan = 1000 kg/m^3

berat jenis aspal = 2200 kg/m^3

berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m^3

2.3 Teori Perencanaan Jembatan Tipe (Waren)



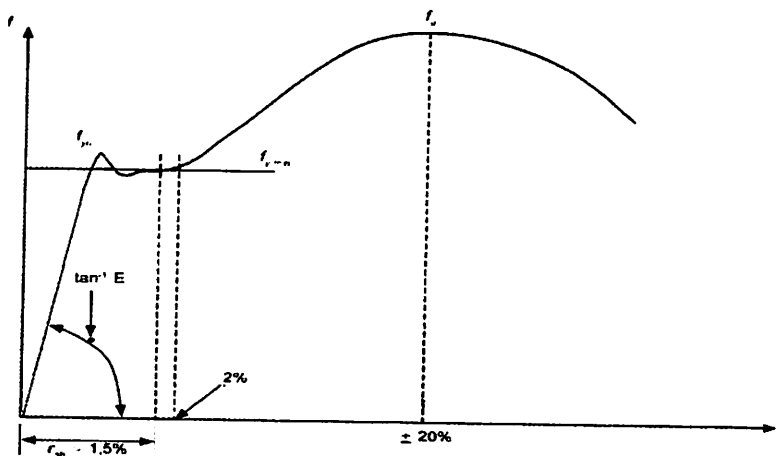
Gambar 2.3.1 Perencanaan Jembatan Rangka Baja Waren

Prinsip dasar dalam perencanaan jembatan ini adalah bahwa beban kerja dari lantai trotoir, lantai kendaraan, beban hidup kendaraan dan gaya angin dialihkan kepada titik simpul bagian bawah dari rangka jembatan. Gaya-gaya yang bekerja selanjutnya akan didistribusikan dan diterima oleh masing-masing batang rangka berupa gaya tekan atau tarik dan yang akhirnyaq disalurkan ke masing-masing tumpuan jembatan.

Sedangkan tinggi maksimal jembatan diambil 5,0 meter berdasarkan kendaraan yang lewat, jarak masing-masing gelagar memanjang adalah 1,75 meter dan untuk jarak antar gelagar melintang diambil 5,0 meter.

2.4 Teori Desain Struktur Baja Metode LRFD

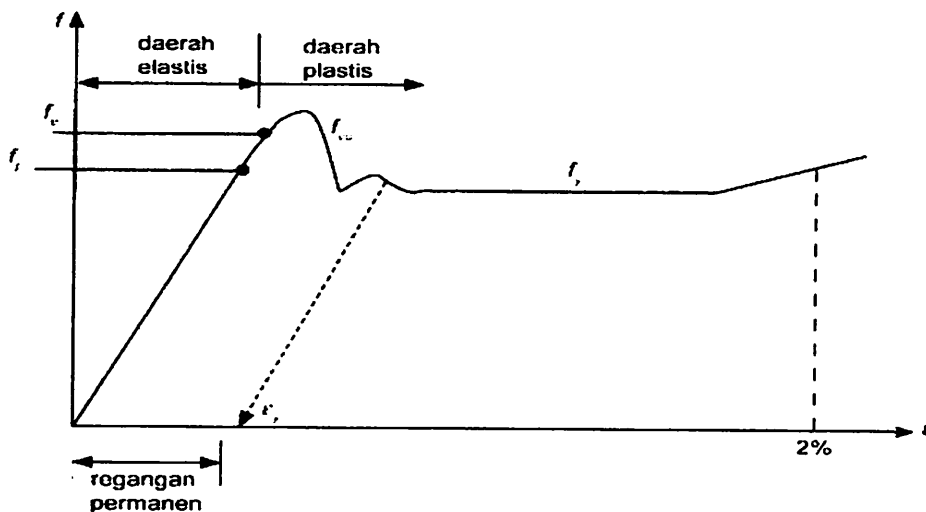
Sifat mekanis baja merupakan sifat yang sangat penting dalam desain konstruksi. Sifat ini diperoleh dari uji tarik baja, uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama itu dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya.



Gambar 2.4.1 Diagram Regangan Tegangan

Hasil uji ini ditunjukkan dalam diagram regangan dan tegangan. Titik f_{yu} (*Titik limit proposional*) 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 keadaan semula, tetapi apabila dibebankan terus sampai melampaui titik tersebut maka baja tidak bersifat elastis lagi melainkan bersifat plastis sehingga baja tidak dapat kembali ke keadaan sebelum pembebanan.

Ada dua filosofi yang digunakan dalam perencanaan berdasarkan tegangan kerja atau *Allowable Stress Design* (ASD) dan perencanaan konstruksi batas atau *Load And Resistance Factor Design* (LRFD).



Gambar 2.4.2 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 menjadikan penggunaan bahan yang lebih baik untuk beberapa kombinasi beban dan konfigurasi structural. 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 serta variasi mereka masih jauh dari mencukupi. Bila dikehendaki, pemisahan pembebanan dari resistensinya akan memungkinkan perubahan yang satu tanpa perlu mempengaruhi yang lainnya.
3. Perubahan-perubahan dalam berbagai factor kelebihan beban dan factor resistensi lebih muda dilakukan ketimbang mengubah tegangan ijin dari ASD
4. LRFD membuat desain dalam segala macam material lebih mudah dipertaukan. Variabelitas beban-beban sebenarnya tidak tidak berkaitan dengan material yang digunakan dalam desain.

2.4.1 Dasar Perencanaan Load And Resistance Factor Design (LRFD)

Suatu desain struktur harus menyediakan cadangan kekuatan yang diperlukan untuk menanggung beban layanan yakni struktur harus memiliki kemampuan terhadap kemungkinan kelebihan beban (*overload*). Kelebihan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi struktur dan dapat juga terjadi akibat terlalu rendahnya taksiran atas efek-efek beban yang mungkin akan terjadi. Di samping itu, harus ada kemampuan terhadap kemungkinan kekuatan material yang lebih rendah (*under strength*).

Terjadinya penyimpangan dalam dimensi batang, meskipun dapat mengakibatkan suatu batang memiliki kekuatan yang lebih rendah dibanding dengan yang telah diperhitungkan.

Secara umum, persamaan untuk persyaratan keamanan dapat ditulis sebagai berikut

(*Struktur Baja Desain dan Perilaku, CG salmon, JE Johnson, Jilid I, hal. 28*) :

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (11)$$

Dimana :

- ϕ = faktor resistensi (factor reduksi kekuatan)
- R_n = kekuatan nominal (kekuatan)
- λ = factor kelebihan beban
- Q = beban (beban mati,beban hidup,beban angin)

Dimana ruas kiri dari persamaan tersebut mewakili resistensi, atau kekuatan dari komponen atau sistem, sedangkan sisi kanan mewakili beban yang diharapkan akan ditanggung. Pada sisi kekuatan, harga nominal resistensi R_n dikalikan dengan faktor resistensi (*reduksi kekuatan*) ϕ untuk mendapatkan kekuatan design. Pada sisi beban dari persamaan diatas, berbagai faktor-faktor kelebihan beban γ ; untuk mendapatkan jumlah $\sum \gamma_i Q_i$; dari beban-beban terfaktor.

➤ Batang tarik :

- ϕ_t = 0.9 untuk keadaan batas leleh
- ϕ_t = 0.75 untuk keadaan batas retakan

➤ Batang tekan

- ϕ_c = 0,85 untuk kekuatan batang tekan

➤ Penyambung

- ϕ = 0,75 untuk kekuatan tarik
- ϕ = 0,65 untuk kekuatan geser

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku I* hal :28)

2.5 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

a. Perhitungan gelagar

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

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

$$bE \leq b_o$$

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

Dimana :

- L : panjang gelagar
- b_o : jarak antara gelagar
- b_f : lebar profil
- t_s : tebal plat lantai

➤ Elastisitas :

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

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

➤ Cek kriteria penampang

$$K_c = \frac{D - 2.t_f - 2.r}{t_w} \tag{12}$$

$$K_c = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \tag{13}$$

➤ Kontrol kelangsingan profil untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2.t_f} \tag{14}$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \tag{15}$$

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

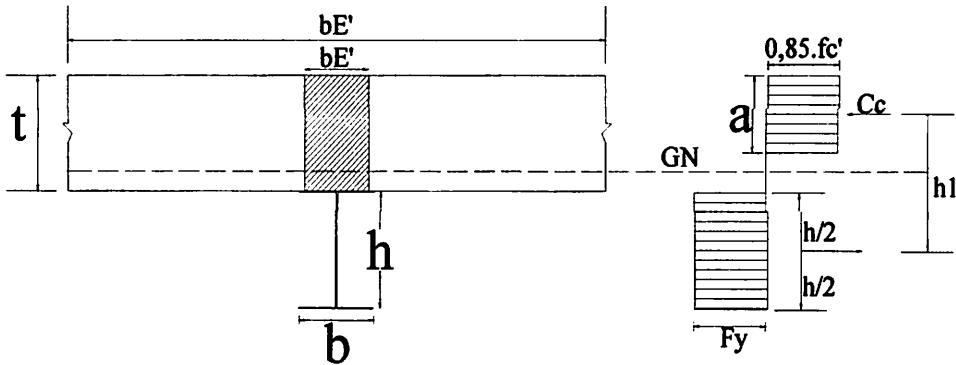
Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{d - 2(r_0 + t_f)}{t_w} \tag{16}$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \tag{17}$$

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

➤ Kontrol kekuatan penamparan



$$Y_a = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} \tag{18}$$

$$Y_b = t + h - y_a \tag{19}$$

Misalkn $Y_a <$ tebal pelat beton maka garis netral terletak pada plat beton, begipun sebaliknya.

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

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot bE} \tag{20}$$

Tebal plat beton $>$ a, maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik $A_s \cdot f_y$ yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton :

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot bE \tag{21}$$

Tegangan tarik pada serat beton baja :

$$T = A_s \cdot f_y \tag{22}$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$M_n = C_c \cdot h_l \tag{23}$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u \tag{24}$$

Dimana :

ϕ_b = factor resistensi untuk lentur (0,9)

M_n = momen nominal (kgm)

T = tegangan tarik pada serat baja

C_c = tegangan tekan pada serat beton

b. Kontrol Lendutan

$$f_{ijin} > f_{perlu} \quad (25)$$

$$\frac{1}{400} xL > \frac{5}{384} x \frac{qxL^4}{EI} + \frac{1}{48} x \frac{PxL^3}{EI} \quad (26)$$

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. Perencanaan Sambungan

❖ Kekuatan tumpu

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot \phi_f \cdot d_b t_p f_u \quad (27)$$

Dimana :

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

d_b = adalah diameter baut nominal pada daerah tak berulir

t_p = adalah tebal pelat

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

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

❖ Kekuatan desain tarik

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f 0,75 f_u^b A_b \quad (28)$$

Dimana :

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

f_u^b = adalah tegangan tarik putus baut

A_b = adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir
(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

❖ Kekuatan geser desain (tampa ulir)

$$V_d = \phi_f V_n = \phi_f r_1 f_u^b A_b \quad (29)$$

Dimana :

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

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

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

f_u^b = adalah tegangan tarik putus baut

A_b = adalah luas bruto penampang baut pada daerah
berulir

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

❖ Perhitungan momen ultimate

$$M_u = P_u \cdot w \quad (30)$$

Dimana :

P_u = beban layanan terfaktor

w = jarak gaja terhadap beban titik berat

❖ Jumlah baut (n) antara plat penyambung dengan badan profil

$$n = \sqrt{\frac{6xM_u}{Rxp}} \quad (31)$$

Dimana :

Mu = momen ultimate (kg cm)

R = ϕ Rn (kekuatan desain baut) (kg)

P = jarak antara baut (cm)

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid I, 1992 : 171)

❖ Tebal plat penyambung (t)

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} \quad (32)$$

Dimana :

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

P = besarnya gaya lintang gelagar memanjang (kg)

L = jarak antara gelagar memanjang dan gelagar melintang (m)

t = ketebalan plat penyambung

Fu = kekuatan tarik dan bahan plat Kg/cm²)

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid I, 1992 : 135)

❖ Jarak antara baut

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

Tabel 2.5.1 Tata Letak Baut

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

Dengan d_b adalah diameter nominal baut pada daerah tak berulir.

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 104)

a. Jarak Maksimum

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

b. Jarak Minimum

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

D. Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan desain penyambung

- ❖ Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan gaya tarik baut dengan rumus :

$$\phi R_n \geq P_u \quad (32)$$

Dimana :

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

R_n = Kuat nominal baut

P_u = Beban terfaktor pada satu penyambung

(Berdasarkan SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 99)

- ❖ Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser terfaktor baut dirumuskan sebagai berikut :

$$V_d = \phi_f v_n = \phi_f r_1 f_u^b A_b \quad (33)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 hal. 100)

Keterangan

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

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

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

f_u^b = adalah tegangan tarik putus baut

A_b = adalah luas bruto penampang baut pada daerah berulir

2.6 Perencanaan Dimensi Gelagar Induk

2.6.1 Perencanaan Dimensi Batang Tarik

a. Perhitungan batang

Persamaan LRFD untuk desain batang tarik adalah :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u \quad (34)$$

Dimana :

ϕ_t = factor resistensi

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

b. Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri dari dua kriteria yaitu :

1. Berdasarkan pada pelelehan penampang bruto

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot f_y \cdot A_g \quad (35)$$

Dimana :

ϕ_t = factor resistensi untuk keadaan batas pelepasan (0,90)

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

f_y = tegangan leleh baja (kg/ m)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm²)

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot f_u \cdot A_e \quad (36)$$

Dimana :

ϕ_t = factor resistensi untuk keadaan batas pelepasan (0.75)

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

f_u = tegangan leleh baja (kg/cm²)

A_e = luas efektif antara batang tarik (cm²)

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

2.6.2 Perencanaan Dimensi Batang Tekan

a. Perhitungan batang

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u \quad (37)$$

Dimana :

ϕ_c = factor resistensi (0,85)

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

P_u = beban layanan terfaktor (kg)

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

b. Menghitung radius garis (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A \cdot g}} \quad (38)$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A \cdot g}} \quad (39)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid I, 1992 : 92)

Dimana :

I_x = momen inersia arah x (cm^3)

I_y = momen inersia arah y (cm^3)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm^2)

r = radius girasi

c. Perhitungan parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2.E}} \quad (40)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 338*)

Dimana :

- K = factor panjang efektif = 1
- L = panjang bentangan ditinjau (cm)
- f_y = tegangan leleh baja (kg/cm²)
- E = modulus elastisitas baja ($2,1 \times 10^6$ kg/cm²)
- λ_c = parameter kelangsingan
- r = radius girasi

d. Menghitung tegangan kritik penampang

$$\lambda_c \leq 1,5 \Rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}).F_y \quad (41)$$

$$\lambda_c \leq 1,5 \Rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda_c^2} \right].F_y \quad (42)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 340*)

2.7 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk

Sambungan pada struktur dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Sambungan momen (sambungan kaku) yaitu sambungan yang dapat menerima gaya momen, gaya lintang, gaya normal.
- b. Sambungan tidak kaku yaitu sambungan yang dapat menerima gaya lintang dan gaya normal.
- c. Sambungan truss yaitu sambungan yang dapat menerima gaya normal.

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan geser dan tumpu maka

a. Kekuatan geser

Kekuatan geser desain tanpa ulir pada bidang

$$\phi Rn = \phi.(0,06.Fu^b).m.Ab \quad (43)$$

Dimana :

ϕ = factor resistensi = 0,65

Fu^b = kekuatan tarik bahan baut

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

Ab = luas penampang lintang pada arah melintang

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid I, 1992 : 132)

b. Kekuatan desain tumpu

$$\phi Rn = \phi.(2,4.Fu).d.t \quad (44)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Jilid I, 1992 : 134)

Dimana :

ϕ = factor resistensi = 0,75

Fu = kekuatan tarik bahan plat

t = ketebalan bagian yang disambung

d = dimensi baut

c. Jumlah baut

$$n = \frac{P}{\phi.Rn} \quad (45)$$

Dimana :

P = beban aksial layanan (Kg)

n = jumlah baut

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 134*)

d. Tembal plat peyambung (t)

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} \quad (46)$$

Dimana :

P = beban terfaktor per baut (kg/cm^2)

ϕ = factor resistensi (0,75)

Fu = kekuatan tarik dari bahan baut (kg/cm^2)

L = jarak ujung minimum (cm)

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 135*)

e. Menentukan jarak antara baut

Jarak antara baut

$$\frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \quad (47)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 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

Fu = kekuatan tarik dari bahan plat (kg/cm^2)

t = ketebalan dari plat penyambung (cm)

db = diameter lubang baut (cm)

2.8 Ikatan Angin

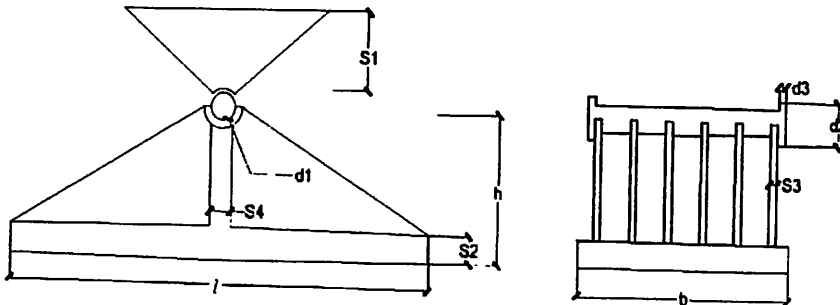
Ikatan angin adalah salah satu sisi komponen jembatan yang berfungsi utamanya memberikan kekuatan konstruksi dalam bidang horisontal.

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

2.9 Konstruksi Perletakan

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

2.9.1 Perletakan Sendi



Gambar 2.9.1 Konstruksi Perletakan Sendi

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$\ell = L+40$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

ℓ = Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P_u \cdot \ell}{b \cdot \phi \cdot f_y}} \quad (48)$$

Dimana :

P_u = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

ϕ = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

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

- Selanjutnya untuk ukuran S₂, S₃, h dan W dapat direcanakan dengan melihat tabel Muller Breslaw, sebagai berikut :

Tabel 2.6 Tabel Muller Breslaw

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

Sumber : H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan : 249

- Jumlah rusuk (a), maka S_2 dan S_3 dapat diambil dengan table diatas, dimana W adalah momen tahanan, perbandingan h/ S_2 hendaknya dipilih antara 3 dan 5, tebal S_4 biasanya diambil = $h/6$, dan $S_5 = h/4$

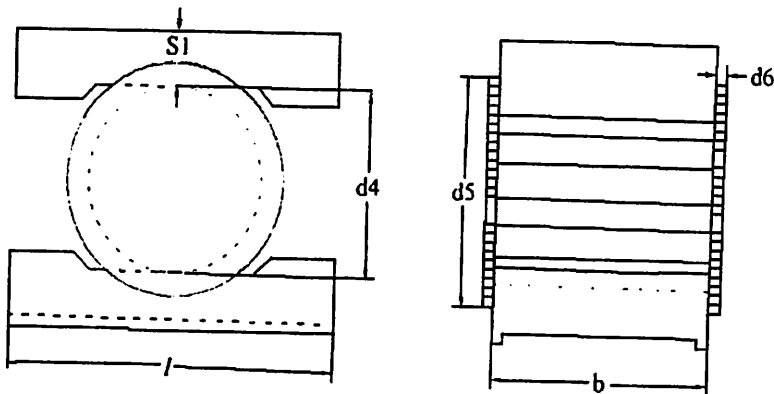
$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot P_u \cdot \ell \rightarrow W = \frac{M_{\max}}{\phi \cdot f_y} \quad (49)$$

- Jari- Jari garis tengah sendi

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_1 \quad (50)$$

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

2.9.2 Perletakan Rol



Gambar 2.9.2 Konstruksi Perletakan Rol

Untuk menghitung perletakan rol digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$\ell = L+40 \quad (51)$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

ℓ = Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P_u \cdot \ell}{b \cdot \phi \cdot f_y}} \quad (52)$$

Dimana :

P_u = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

ϕ = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

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

Selanjutnya untuk ukuran d_3 , d_4 , dan d_5 dapat direncanakan dengan menghitung :

- Jari- Jari garis tengah rol

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_4 \quad (53)$$

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

- Diameter rol

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

$$= 8500 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Baja A529)}$$

- Tinggi total rol

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

- Tebal bibir rol

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

BAB III
ANALISA DATA PERENCANAAN

3.1 Data Perencanaan

Data perencanaan struktur atas Jembatan Karangates :

1. Kelas Jembatan : I (satu)
2. Panjang Jembatan : 60 meter
3. Lebar total jembatan : 9 meter
4. Lebar Lantai Kendaraan : 7 meter
5. Tinggi Jembatan : 5 meter
6. Lebar Trotoir : 2 x 1 meter
- 7 Mutu baja konstruksi : Bj.52
8. Tegangan leleh baja (f_y) : 3600 kg/cm²
9. Tegangan putus baja (f_u) : 5200 kg/cm²
10. Mutu baja tulangan :
 - Mutu baja tulangan polos : 240 Mpa
: 240 x 10⁵ kg/m²
 - Mutu baja tulangan ulir : 350 Mpa
: 350 x 10⁵ kg/m²
11. Mutu beton (f_c') : 25 Mpa
: 25 x 10⁵ kg/m²
12. $E = 4700\sqrt{f_c'}$: 4700 $\sqrt{25}$
: 23500 Mpa
: 23500 x 10⁵ kg/m²

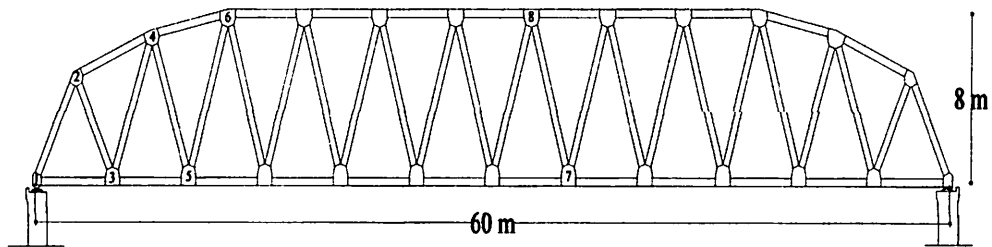
- 13. Jarak gelagar melintang : 1,75 meter
- 14. Jarak gelagar memanjang : 5 meter
- 15. Jenis baut : A.490 meter
- 16. Tipe Jembatan : Rangka baja type Warren Modeling

3.2 Data Pembebanan

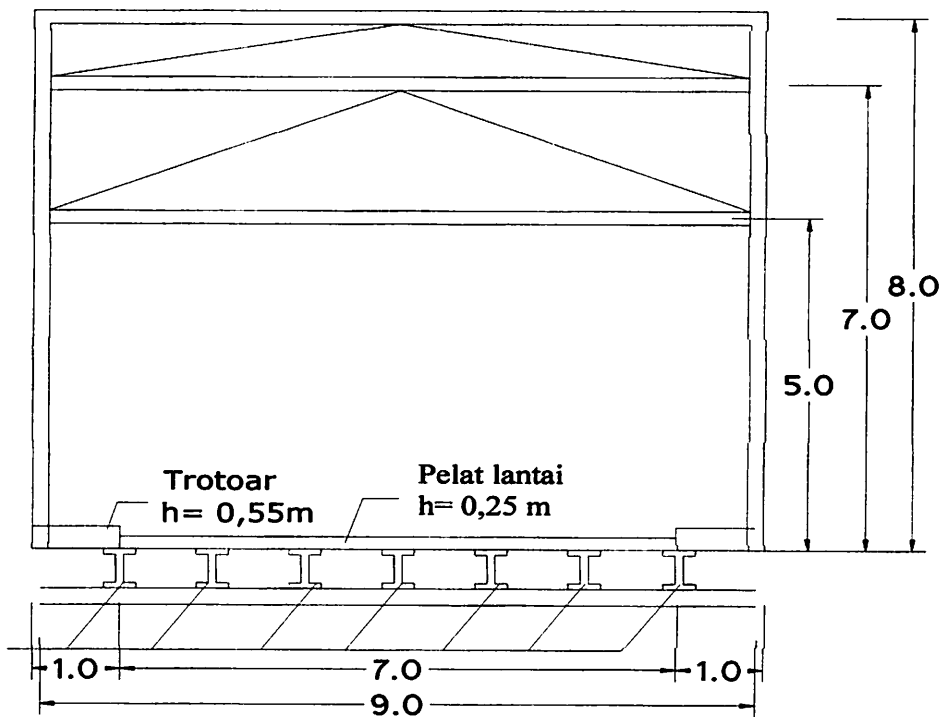
- 1. Lapisan aspal lantai kendaraan :
 - Tebal lapisan aspal : 0,05 meter
 - Berat jenis aspal : 2200 kg/m³
- 2. Plat beton trotoir :
 - Tebal plat beton : 0,50 meter
- 3. Plat beton lantai kendaraan :
 - Tebal plat beton : 0,25
 - Berat jenis beton bertulang : 2500 kg/m³
- 4. Air hujan :
 - Tinggi air hujan : 0.05 meter
 - Berat jenis air hujan : 1000 kg/m³
 - Beban guna jembatan : 500 kg/m²

3.2.1 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

3.3 Perhitungan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoir

❖ Pembebanan

➤ Pembebanan Plat Lantai Trotoir

A. Beban mati

• Beban Mati

- Bs. Plat beton	= 0,5 x 1,0 x 2500 x 1,3	= 1625 kg/m
- Tegel	= 0,03 x 1,0 x 2200 x 1,3	= 85,8 kg/m
- Spesi	= 0,02 x 1,0 x 2000 x 1,3	= 52 kg/m +
<hr/>		
	qu_1	= 1762,8 kg/m

B. Beban Hidup

• Beban Hidup Trotoir

Konstruksi trotoir harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar $q = 5$

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

$$qu_2 = 500 \times 1 \times 2,0$$

$$= 1000 \text{ kg/m}$$

$$\text{Maka } qu_{tr} = qu_1 + qu_2 = 1762,8 + 1000 = 2762,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Berat air hujan} = \underline{0,05 \times 1,0 \times 1000 \times 1,2} = 60 \text{ kg/m}$$

$$qu_{tr} = 2822,8 \text{ kg/m}$$

➤ **Pembebanan Plat Lantai Kendaraan**

A. Beban Mati

- Bs. Plat beton = $0,25 \times 1,0 \times 2500 \times 1,3 = 812,5 \text{ kg/m}$

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

+

$$q_{u3} = 1012,7 \text{ kg/m}$$

$$q_{ult} = q_{u3}$$

$$= 1012,7 \text{ kg/m}$$

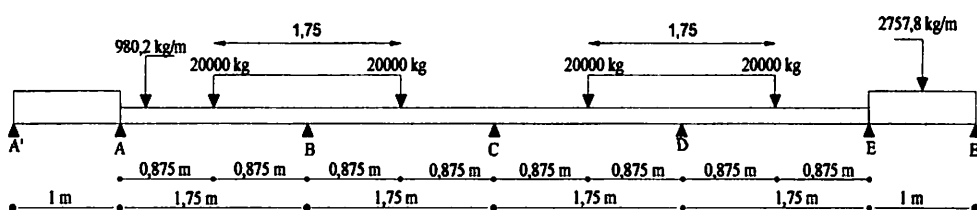
B. Beban hidup "T" adalah beban gandar truk maksimum sebesar 100 kN dengan beban faktor beban = 2,0 (RSNI T-02-2005 halaman 22)

$$T_u = 100 \times 2,0 = 200 \text{ kN} = 20000 \text{ kg}$$

3.3.1 Perhitungan Statika Akibat Beban Mati Dan Beban Hidup

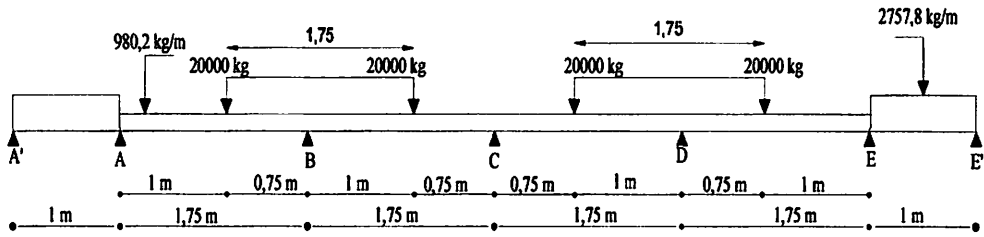
Untuk Perhitungan Statika Menggunakan Program Staad Pro-2004

Kondisi Pembebanan I



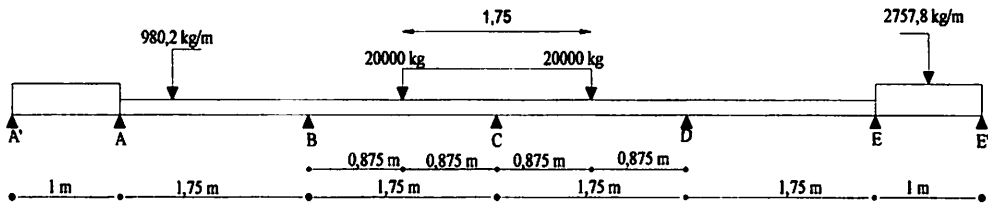
Gambar 3.3.1 Kondisi Pembebanan Pada Lantai Kendaraan

Kondisi Pembebanan II



Gambar 3.3.2 Kondisi Pembebanan Pada Lantai Kendaraan

Kondisi Pembebanan III



Gambar 3.3.3 Kondisi Pembebanan Pada Lantai Kendaraan

<i>Tabel 3.1 hasil momen</i>					
No	Tumpuan	Lapangan	Pembebanan Kondisi I (KNm)	Pemebebanan Kondisi II (KNm)	Pembebanan Kondisi III (KNm)
1	A		45,731	42,075	-6,819
2	B		51,116	50,147	23,736
3	C		49,419	51,715	55,839*
4	D		51,116	50,147	23,736
5	E		45,731	42,075	-6,819
6		AA'	21,624	30,626	-7,709
7		AB	- 47,982	- 38,036	13,246
8		BC	- 46,138	- 33,216	- 49,823*
9		CD	- 46,138	- 33,216	- 49,823*
10		DE	- 47,982	- 38,036	13,246
11		EE'	21,624	30,626	-7,709

3.4 Perhitungan Penulangan Plat

3.4.1 Perhitungan Penulangan Plat Lantai Tumpuan

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

$$M_{\max} \text{ Tumpuan (C)} = 55,839 \text{ KNm}$$

Digunakan diameter tulangan, $D = 16$

$$h = 250 \text{ mm}$$

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

$$M_u = 558390000 \text{ Nmm}$$

Momen nominal (M_n) :

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{558390000}{10} \\ &= 55839000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Koefisien tahanan (R_n) :

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{558390000}{1000 \cdot 202^2} = 1,3685 \end{aligned}$$

Perbandingan tegangan (m) :

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \\ &= \frac{350}{0,85 \cdot 25} = 16,470 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= 0,85 - [0,008 \cdot (f_c - 30)] \\ &= 0,85 - [0,008 \cdot (25 - 30)] \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

Rasio Penulangan Keseimbangan / rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang (ρ_b) :

$$\begin{aligned}\rho_b &= 0,85 \cdot \beta \cdot \frac{f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \cdot 0,89 \cdot \frac{25}{350} \left(\frac{600}{600 + 350} \right) \\ &= 0,0341\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0341 \\ &= 0,025575\end{aligned}$$

Batasan rasio penulangan minimum (ρ_{\min}) :

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{350} = 0,004\end{aligned}$$

Rasio Penulangan Perlu / rasio tulangan tarik yang memberikan kondisi regangan pada suatu penampang pelat (ρ_{perlu}) :

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn \cdot m}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,3685 \cdot 16,470}{350}} \right) \\ &= 0,004045\end{aligned}$$

Karena $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,004045$

Luas penampang tulangan tarik yang dibutuhkan ($A_{S_{\text{perlu}}}$) :

$$\begin{aligned}A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,004045 \times 1000 \times 202 = 817,09 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$As \phi 16 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{As_{\text{perlu}}}{As_{\phi 16}} = \frac{817,09}{200,96} = 4,0659 \approx 6 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{6} = 166,666 \approx 150 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan $\phi 16 - 150 \text{ mm}$

$$As_{\text{ada}} = 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 1205,76 \text{ mm}^2 > As_{\text{perlu}} \dots\dots\dots (\text{OK})$$

Tulangan Bagi

$$\begin{aligned} As_{\text{bagi}} &= 20\% \cdot As_{\text{perlu}} \\ &= 20\% \cdot 817,09 = 163,418 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{As_{\text{bagi}}}{As_{\phi 10}} = \frac{163,418}{78,5} = 2,0817 \approx 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{5} = 200 \approx 200 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan $\phi 10 - 200 \text{ mm}$

$$As_{\text{ada}} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 392,5 \text{ mm}^2$$

3.4.2 Perhitungan Penulangan Plat Lapangan

Dari hasil perhitungan berdasarkan pembebanan kondisi III didapatkan :

$$M_{\max} \text{ Lapangan (BC)} = 498230000 \text{ kgm}$$

$$h = 250$$

$$d = 250 - 50 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 192 \text{ mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{10} = \frac{498230000}{10} = 49823000 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{49823000}{1000 \times 192^2} = 1,352 \text{ Mpa}$$

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

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

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

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 1,352 = 1,014$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Rasio penulangan perlu (ρ)

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{16,471} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,471 \times 1,352}{350}} \right] = 0,003$$

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

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

$$= 0,003 \cdot 1000 \cdot 192 = 576 \text{ mm}^2$$

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

Jumlah tulangan selebar plat (n)

$$n = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{A_{s_{\text{ada}}}} = \frac{576}{\frac{1}{4} \times \pi \cdot 16^2} = 2,8662 \rightarrow 5 \text{ tulangan}$$

Jarak tulangan selebar plat (S)

$$S = \frac{b \text{ ditinjau}}{n} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : $\emptyset 16 - 150 \text{ mm}$ (untuk tulangan tarik)

$\emptyset 16 - 150 \text{ mm}$ (untuk tulangan tekan)

Dipakai tulangan bagi $\emptyset 10 \text{ mm}$

$$A_{s_{bagi}} = 20 \% \cdot A_{s_{pertu}}$$

$$0,2 \cdot 576 = 115,2 \text{ mm}^2$$

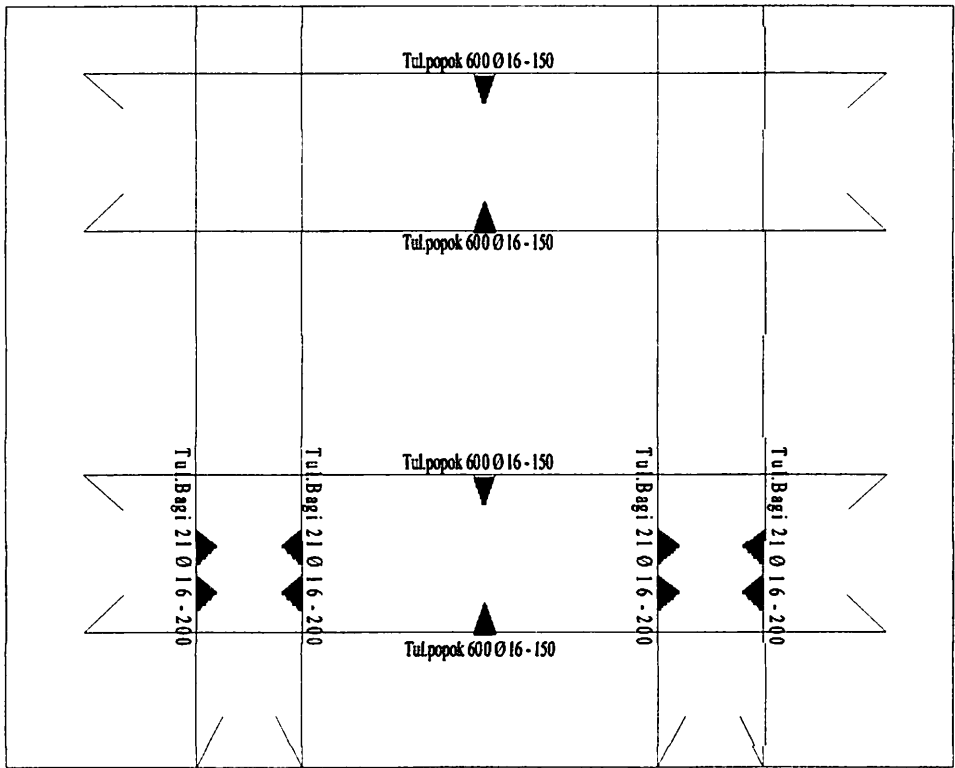
Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

$$n = \frac{A_{s_{bagi}}}{A_{s_{ada}}} = \frac{115,2}{\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2} = 1,4675 \rightarrow 3 \text{ tulangan}$$

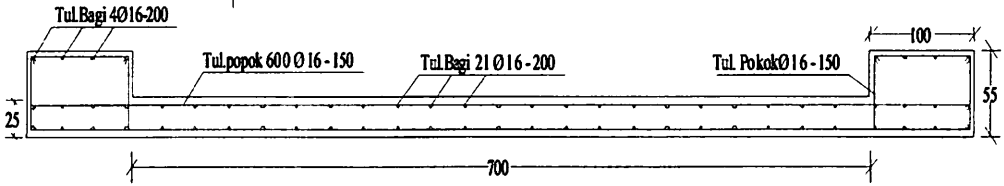
$$S = \frac{b_{ditinjau}}{n} = \frac{1000}{3} = 333,333 \rightarrow 200 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan : $\emptyset 10 - 200 \text{ mm}$

$$A_{s_{ada}} = 3 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2 = 235,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{bagi}} \text{ (OK)}$$

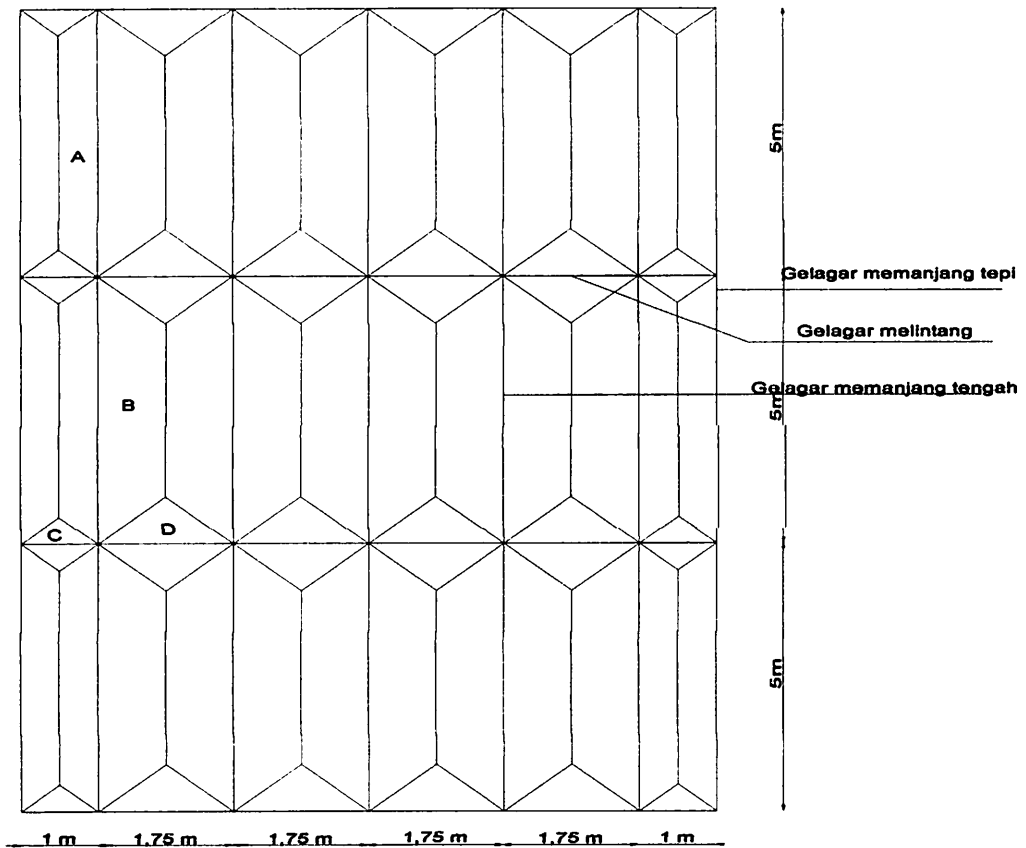


Penulangan memanjang Pada Plat Lantai
 Skala : 1:100



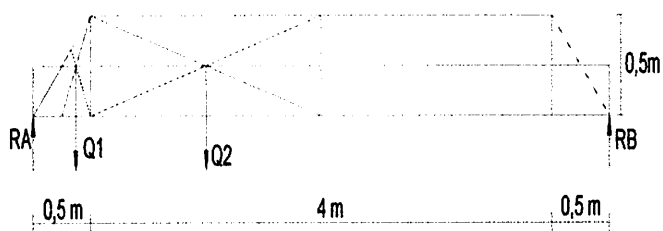
Penulangan Melintang Pada Plat Lantai
 Skala : 1:100

3.5 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang



Gambar 3.5.1 Perataan Beban Plat

➤ Perataan Beban Type A



$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,125$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 0,5 = 1$$

$$R_A = R_B = Q_1 + Q_2$$

$$= 0,125 + 1 = 1,125$$

$$M_I = (R_A \times 2,5) - [(Q_1 \times ((1/3) \times 0,5 + \frac{1}{2} \times 4,0)) + (Q_2 \times \frac{1}{2} \times 4,0)]$$

$$= (1,125 \times 2) - [(0,125 \times (0,167 + 2)) + (1 \times 1)]$$

$$= 0,979$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot h \cdot l^2$$

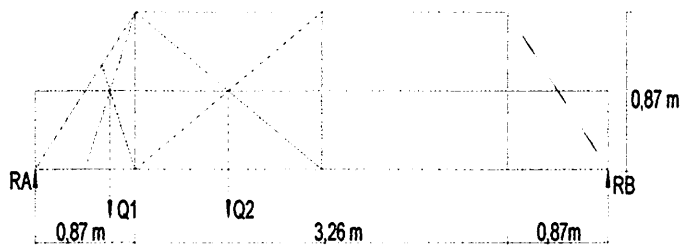
$$= 1/8 \cdot h \cdot 5^2 = 3,125 h$$

$$M_I = M_{II}$$

$$0,979 = 3,125 h$$

$$h = 0,313$$

➤ **Perataan Beban Type B**



$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,87 \cdot 0,87 = 0,378$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \cdot 3,26 \cdot 0,87 = 1,418$$

$$R_A = R_B = Q_1 + Q_2$$

$$= 0,378 + 1,418 = 1,796$$

$$M_I = (R_A \times 2) - [(Q_1 \times ((1/3) \times 0,87 + \frac{1}{2} \times 3,26)) + (Q_2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 3,26)]$$

$$= (1,796 \times 2) - [(0,378 \times (0,29 + 1,63)) + (1,418 \times 0,815)]$$

$$= 1,711$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot h \cdot l^2$$

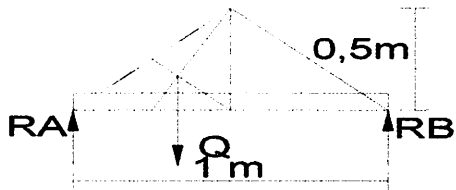
$$= 1/8 \cdot h \cdot 5^2 = 3,125 h$$

$$M_I = M_{II}$$

$$1,711 = 3,125 h$$

$$h = 0,547$$

➤ **Perataan Beban Type C**



$$Q = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,25$$

$$R_A = R_B = 0,125$$

$$\begin{aligned} M_I &= (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0) \\ &= (0,125 \cdot 0,5) - (0,25 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,5) \\ &= 0,042 \end{aligned}$$

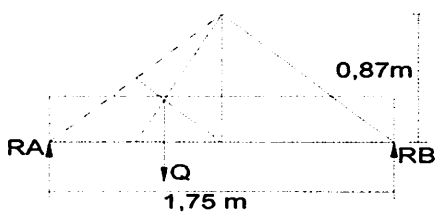
$$\begin{aligned} M_{II} &= \frac{1}{2} \cdot h \cdot l^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot h \cdot 1,0^2 = 0,5 h \end{aligned}$$

$$M_I = M_{II}$$

$$0,042 = 0,5 h$$

$$h = 0,084$$

➤ **Perataan Beban Tipe D**



$$Q = \frac{1}{2} \cdot 0,87 \cdot 1,75 = 0,761$$

$$R_A = R_B = 0,378$$

$$\begin{aligned}
 M_I &= (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,4) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,4) \\
 &= (0,378 \cdot 0,87) - (0,378 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,87) \\
 &= 0,219
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{II} &= \frac{1}{8} \cdot h \cdot l^2 \\
 &= \frac{1}{8} \cdot h \cdot 1,75^2 = 0,383 h
 \end{aligned}$$

$$M_I = M_{II}$$

$$0,219 = 0,383 h$$

$$h = 0,57$$

3.6 Perhitungan gelagar memanjang

❖ Pembebanan

1. Beban mati (qd)

- Jarak gelagar memanjang = 1,75 m
- Jarak gelagar melintang = 5 m

- Akibat berat lantai trotoir (untuk gelagar tepi)

$$q_u = (\text{peretaan beban tipe A} \times q \text{ plat trotoir})$$

$$q_u = (0,313 \times 1697,8)$$

$$q_u = 531,4114 \text{ kg/m}$$

- Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tengah)

$$q_u = (\text{peretaan beban tipe B} \times q \text{ plat lantai kendaraan})$$

$$q_u = (2 \times 0,547 \times 980,2)$$

$$q_u = 1072,3388 \text{ kg/m}$$

a. Beban Hidup "D"

Secara umum beban D akan menentukan dalam perhitungan mulai dari gelagar memanjang bentang sedang sampai bentang panjang dan lebar melintang 1 lajur kendaraan sebesar 2,75 m. (Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-21)

$$L = 60 \text{ m} \rightarrow L \geq 30 \text{ m (Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-22)}$$

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

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

$$= 6 \text{ kPa} = 600 \text{ kg/m}^2$$

- Muatan terbagi rata ; factor beban 2,0

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

- Akibat beban garis $P = 44 \text{ kN/m} = 4400 \text{ kg/m}$; factor beban 2,0

(Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-22)

$$P_u = 4400 \times 2$$

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

- Faktor beban dinamis / koefisien kejut

Dari gambar 2.8 hal. 2-29 buku BMS, untuk bentang 5 m didapat nilai

$$DLA = 50\% = 0,50$$

$$k = 1 + DLA$$

$$= 1 + 0,50 = 1,50$$

Perbandingan beban hidup gelagar :

- 1) Gelagar tepi

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

$$= (500 \times 0,313 \times 2,0) = 313 \text{ kg/m}$$

- 2) Gelagar tengah

$$q_u = \left(\frac{600}{2,75} \right) \times (2 \times \text{perataan tipe B}) \times 2$$

$$= \left(\frac{600}{2,75} \right) \times (2 \times 0,547) \times 2$$

$$= 477,382 \text{ kg/m}$$

$$P_u = \left(\frac{8800}{2,75} \right) \times \frac{1}{2} \times (1,75 + 1,75) \times k$$

$$= 4900 \times 1,50$$

$$= 7350 \text{ kg}$$

3.6.1 Perhitungan Statika

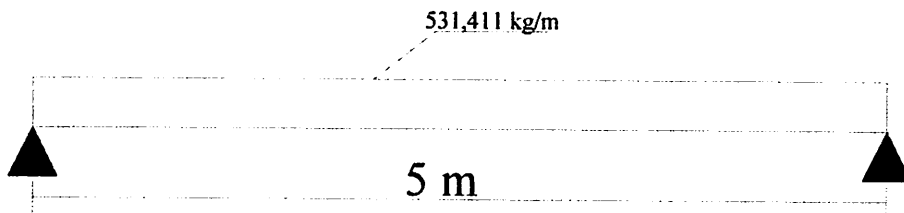
Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar memanjang.

a. Gelagar tepi

- Akibat beban mati

q_u = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tepi

$$= 531,411 \text{ kg/m}$$



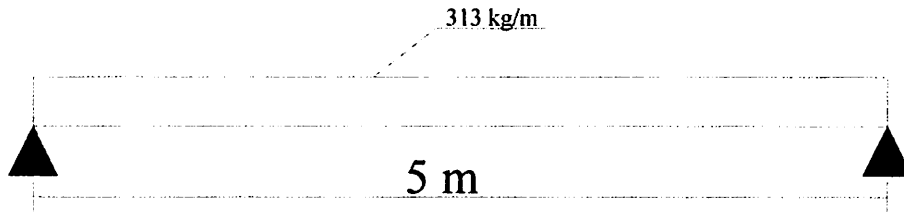
$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot 531,411 \cdot 5,0$$

$$= 1328,5275 \text{ kg}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot q_u \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 531,411 \cdot 5^2 = 1660,659 \text{ kgm}$$

▪ Akibat beban hidup



$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot 313 \cdot 5,0$$
$$= 782,5 \text{ kg}$$

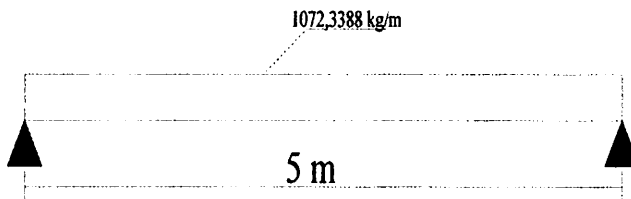
$$Mu = \frac{1}{8} \cdot qu \cdot l^2$$
$$= \frac{1}{8} \cdot 313 \cdot 5^2$$
$$= 978.125 \text{ kgm}$$

b. Gelagar tengah

• Akibat beban mati

qu = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tengah

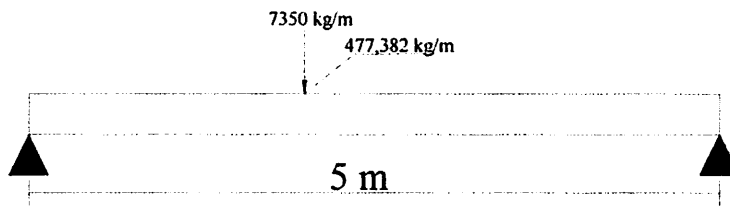
$$= 1072,3388 \text{ kg/m}$$



$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot 1072,3388 \cdot 5,0$$
$$= 2680,847 \text{ kg}$$

$$Mu = \frac{1}{8} \cdot qu \cdot l^2$$
$$= \frac{1}{8} \cdot 1072,3388 \cdot 5^2$$
$$= 3351,05875 \text{ kgm}$$

▪ Akibat beban hidup



$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot [(477,382 \cdot 5,0) + 7350]$$

$$= 4868,455 \text{ kg}$$

$$M_u = \left(\frac{1}{8} \cdot q_u \cdot l^2\right) + \left(\frac{1}{4} \cdot P_u \cdot l\right)$$

$$= \left(\frac{1}{8} \cdot 477,382 \cdot 5^2\right) + \left(\frac{1}{4} \cdot 7350 \cdot 5\right)$$

$$= 10679,31875 \text{ kgm}$$

Momen total :

a. Untuk gelagar tepi, $M_{uI} = 1660,659 + 978,125$

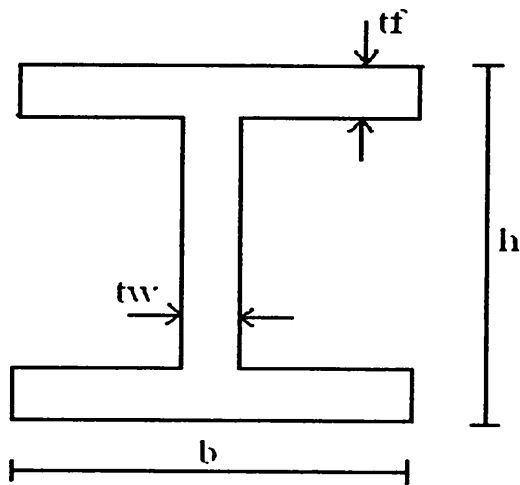
$$= 2638,784 \text{ kgm}$$

b. Untuk gelagar tengah, $M_{uII} = 3351,05875 + 10679,31875$

$$= 14030,3775 \text{ kgm}$$

3.7 Perencanaan Dimensi Gelagar Memanjang

Dipilih profil WF 300x300x10x15



$$G = 94 \text{ kg/m}$$

$$A = 119,8 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 20400 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 6750 \text{ cm}^4$$

$$r_x = 13,1 \text{ cm}$$

$$r_y = 7,51 \text{ cm}$$

$$r = 1,8 \text{ cm}$$

$$S_x = 1360 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 1,12 \times 1360$$

$$S_y = 450 \text{ cm}^3$$

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

$$t_f = 15 \text{ mm}$$

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

$$t_w = 10 \text{ mm}$$

$$\sigma = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tegangan leleh baja)}$$

(Ir. Sunggono kh, Buku Teknik Sipil, Penerbit Nova : 272)

$$\text{Mu} = \frac{1}{8} \cdot G \cdot l^2 \cdot \text{faktor beban}$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 94 \cdot 5^2 \cdot 1,1$$

$$= 323,125 \text{ kgm}$$

$$\text{Mu total} = 323,125 + 14030,3775$$

$$= 14353,5925 \text{ kgm}$$

$$= 143,535925 \text{ kgcm}$$

Syarat Pemilihan Profil bila penampang kompak (zona 1)

$\phi M_n \geq \text{Mu}$ (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 425)

Dimana :

ϕ = faktor resistensi = 0,9 untuk balok lentur

M_n = kekuatan momen nominal

Mu = momen beban layan terfaktor

$\phi M_n = \phi M_p = 0,9 \times 1,12 \times S_x \times f_y$

M_p = kekuatan momen plastis

1,12 = koefisien penampang plastis untuk profil WF

f_y = untuk mutu baja bj 52 = $3600 \text{ kg/cm}^2 = 360 \text{ Mpa}$

$$\phi M_p = 0,9 \times 1,12 \times 1360 \times 3600 = 4935168 \text{ kgcm}$$

$$\phi M_n \geq \text{Mu}$$

$$4935168 \text{ kgcm} \geq 143,535925 \text{ kgcm} \dots\dots \text{OK!!!}$$

▪ Kontrol Pelat Badan

$$6,36 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 6,36 \sqrt{\frac{2,1 \times 10^6}{360}}$$

$$= 6,36 \sqrt{\frac{210000}{360}} = 153,61$$

$$\frac{h}{tw} = \frac{300}{10} = 30$$

$$\frac{h}{tw} < 6,36 \sqrt{\frac{E}{fy}} \text{ penampang kompak}$$

- Kontrol Pelat sayap

$$1,10 \sqrt{\frac{kn.E}{fy}} = 1,10 \sqrt{\frac{5.210000}{360}} = 59,41$$

$$\frac{h}{tw} < 1,10 \sqrt{\frac{kn.E}{fy}}$$

$$30 < 59,41 \text{ penampang kompak}$$

- Kontrol pengeang lateral $l = 0$ karena pada daerah tekan komposit dengan beton, maka penampang kompak

- Kontrol Geser

$$Vu \text{ gelagar tengah} = 2680,847 + 4868,455 + \frac{1}{2} \cdot 94 \cdot 5,0 \cdot 1,1 = 7807,802 \text{ kg}$$

$$kn = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \quad (\text{karena tidak ada pengaku } kn \text{ diasumsikan} = 5)$$

$$1,10 \sqrt{\frac{kn.E}{fy}} = 1,10 \sqrt{\frac{5.210000}{360}} = 59,41$$

$$\frac{h}{tw} < 1,10 \sqrt{\frac{kn.E}{fy}}$$

$$30 < 59,41 \text{OK!!!}$$

$$Vn = 0,6 \times fy \times Aw$$

$$= 0,6 \times 3600 \times ((30 - 2 \cdot 1,5) \times 1,0)$$

$$= 58320 \text{ kg}$$

$$V_u = 7807,802 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$7807,802 \text{ kg} < 0,9 \cdot 58320 \text{ kg}$$

$$7807,802 \text{ kg} < 52488 \text{ kg} \dots\dots\text{OK!!!}$$

▪ Kontrol Lendutan

$$f_{ijin} = \frac{1}{240} \cdot L \quad (L = 5,0 \text{ m} = 500 \text{ cm}) \quad (\text{SNI-03-1729-2002})$$

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

$$= 2,083 \text{ cm}$$

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Q_u \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad (\text{Ir. Sunggono kh, Buku Teknik Sipil, Penerbit$$

Nova, hal 68)

$$= \frac{5}{384} \cdot \frac{(10,723388 + 4,77382 + 0,94) \cdot 500^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 20400} + \frac{7350 \cdot 500^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 20400}$$

$$= 0,312 + 0,447 \quad = 0,759 \text{ cm} < 2,083 \text{ cm}$$

3.7.1 Perhitungan Shear Connector

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

✓ **Perhitungan b_{eff}**

$$L = 900 \text{ cm}$$

$$b_{eff} < \frac{1}{4} \cdot L$$

$$< \frac{1}{4} \cdot 900$$

$$< 225 \text{ cm}$$

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

$$< 1,75 \text{ cm}$$

$$b_{eff} < \frac{1}{2} \cdot s_{kiri} + \frac{1}{2} \cdot s_{kanan}$$

$$< \frac{1}{2} \cdot 1,75 + \frac{1}{2} \cdot 1,75$$

$$< 1,75$$

Jadi b_{eff} diambil sebesar 225 cm

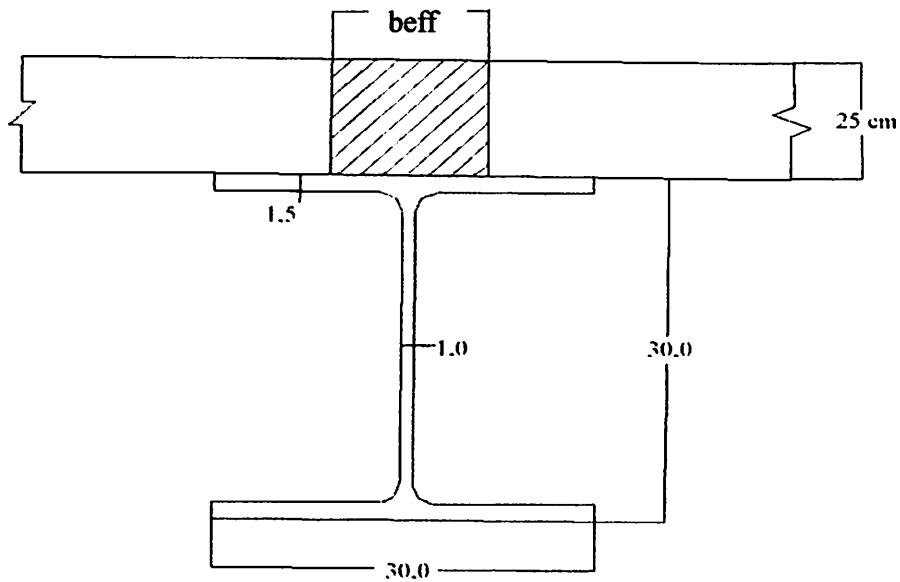
$$E_s = \text{Modulus elastisitas baja } (2,1 \times 10^5 \text{ Mpa} = 2,1 \times 10^2 \text{ kg/cm}^2)$$

$$E_c = \text{Modulus elastisitas beton } (4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 23500 \times 10^4 \text{ Mpa})$$

$$A_{sc} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2$$

$$= 284,88 \text{ mm}^2$$



✓ **Perhitungan Gaya Geser Horizontal (Vh)**

a. C_{max} = gaya geser yang disumbangkan oleh beton

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times f_c' \times A_c \\
 &= 0,85 \times 25 \times (2250 \times 250) \\
 &= 11953125 \text{ N}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= A_s \times f_y \\
 &= 11980 \times 360 \\
 &= 4312800 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Karena $C_{max} > T_{max}$, maka $V_h C_{max} = 11953125 \text{ N}$

✓ **Perhitungan Jumlah Stud**

Dipakai stud $\Phi = 19 \text{ mm}$, $A_{sc} = 285 \text{ mm}^2$, $h = 100 \text{ mm}$, $f_u = 520 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\
 &= 4700 \sqrt{25} \\
 &= 23500 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Q_n = kekuatan geser 1 stud

$$= 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f_c' \cdot E_c} \times r_s < A_{sc} \times f_u \quad (r_s = 1, \text{ plat beton biasa})$$

$$= 0,5 \times 285 \times \sqrt{25 \cdot 23500} \times 1 < 285 \times 520$$

$$= 109224,1817 \text{ N} > 148200 \text{ N}$$

Karena $Q_n > A_{sc} \cdot f_u$, maka menentukan adalah $A_{sc} \cdot f_u$

▪ Jumlah Stud

$$n = \frac{V_h}{A_{sc} \cdot f_u}$$

$$= \frac{11953125}{148200}$$

$$= 80,655 = 80 \text{ buah}$$

Dalam pemasangan dipasang 1 stud pada arah memanjang gelagar

▪ Jarak antar stud arah memanjang

$$s = \frac{L}{n}$$

$$= \frac{900}{80}$$

$$= 11,25 \text{ cm} > 8 \cdot t_f = 12 \text{ cm}$$

Karena $s > 11,25$ maka dipakai jarak antar stud, $s = 11 \text{ cm}$

$$n = \frac{900}{11}$$

$$= 81,818 = 82 \text{ buah}$$

3.8 Perencanaan Gelagar Melintang

3.8.1 Perhitungan Pembebanan

a) Beban mati

- Berat lantai kendaraan

$$\begin{aligned}q_u &= (\text{perataan beban } D \times 2) \times q_u \text{ lantai kendaraan} \\ &= (0,572 \times 2) \times 980,2 \\ &= 1121,3488 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Berat lantai trotoir

$$\begin{aligned}q_u &= (\text{perataan beban } C \times 2) \times q_u \text{ trotoir} \\ &= (0,084 \times 2) \times 1697,8 \\ &= 285,2304 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Berat gelagar memanjang + Plat + Aspal (WF 300x300) (Faktor beban

1,1; BMS bagian 2, 1992 : 2-14)

$$G = 94 \text{ kg/m}$$

$$P_u = G \times 5,0 \times 1,1$$

$$= 94 \times 5,0 \times 1,1 = 517 \text{ kg}$$

$$P_{u(\text{tengah}) \text{ total}} = \frac{517}{2} + 3351,05875$$

$$= 3609,55875 \text{ kg}$$

$$P_{u(\text{tepi}) \text{ total}} = \frac{517}{2} + 1660,659$$

$$= 1919,159 \text{ kg}$$

b) Beban hidup

- Faktor beban dinamik/koeffisien kejut

Dari gambar 2.8 buku BMS bagian 2 hal. 2-29, didapatkan nilai dari

$$DLA = 37\% = 0,37$$

$$k = 1 + DLA$$

$$= 1 + 0,37 = 1,37$$

- **Beban terbagi rata**

$$L = 60,0 \text{ m} \longrightarrow L \geq 30 \text{ m}$$

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

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

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

$$q_{100\%} = \frac{600}{2,75} \times (0,572 \cdot 2) \times 100\% \times 2 = 499,2 \text{ kg/m}$$

$$q_{50\%} = \frac{600}{2,75} \times (0,572 \cdot 2) \times 50\% \times 2 = 249,6 \text{ kg/m}$$

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

$$P_{100\%} = \frac{4400}{2,75} \times k \times 2,0 \times 100\%$$

$$= \frac{4400}{2,75} \times 1,37 \times 2,0 \times 100\%$$

$$= 4480 \text{ kg/m}$$

$$P_{50\%} = \frac{4400}{2,75} \times k \times 2,0 \times 50\%$$

$$= \frac{4400}{2,75} \times 1,37 \times 2,0 \times 50\%$$

$$= 2240 \text{ kg/m}$$

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

$$D_{100\%} = 499,2 + 4480$$

$$= 4979,2 \text{ kg/m}$$

$$D_{50\%} = 249,6 + 2240$$

$$= 2489,6 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup terpusat yang diterima gelagar memanjang

$$P_{\text{Tepi}} = (500 \times 0,572 \times 2,0) \times \frac{1}{2} \cdot 5,0$$

$$= 1430 \text{ kg}$$

$$P_{\text{Tengah}} = \left\{ \frac{600}{2,75} \times (2 \times 0,547) \times 21,40 \right\} + \frac{1}{2} \cdot 7350$$

$$= 8782,985455 \text{ kg}$$

- Beban Truk "T" (Beban Gandar)

Beban truk diambil sebesar T = 10 ton, Faktor beban = 2,0 (lebar gandar = 1,75 m), (BMS bagian 2 hal 27)

$$T_u = 10t \times 2,0$$

$$= 20t = 20000 \text{ kg}$$

- Beban hidup trotoir, factor beban = 2,0

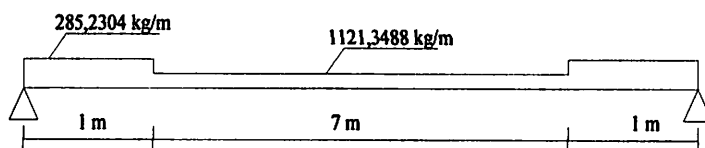
$$q = 5 \text{ Kpa} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 500 \times 2,0 \times (0,084 \cdot 2) = 168 \text{ kg/m}$$

3.8.2 Perhitungan Statika

Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar melintang.

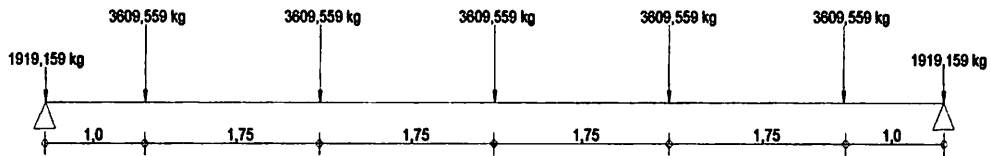
- Momen akibat berat lantai kendaraan, lantai trotoir.



$$R_A = (285,23 \cdot 1,0) + (1121,34 \times 3,5) = 4209,92 \text{ kg}$$

$$M_{u1} = (4209,92 \cdot 4,5) - (285,23 \cdot 1,0 \cdot 4,0) - (1121,34 \cdot 3,5 \cdot 1,75) \\ = 10935,5125 \text{ kgm}$$

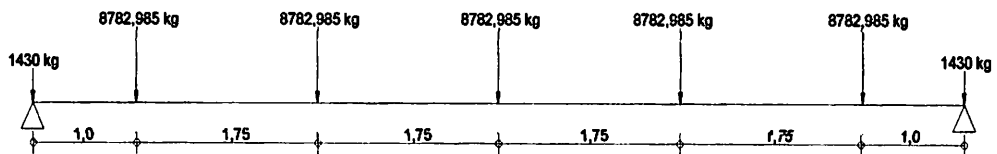
- Momen akibat pembebanan gelagar memanjang (beban mati)



$$R_A = \frac{1}{2} \cdot 3609,559 \cdot 7 + 1919,159 = 14552,6155 \text{ kg}$$

$$M_{u2} = (14552,6155 \cdot 4,5) - (1919,159 \cdot 4,5) - (3609,559 \cdot 3,5) - (3609,559 \cdot 2,1) - \\ (3609,559) \\ = 33027,46485 \text{ kgm}$$

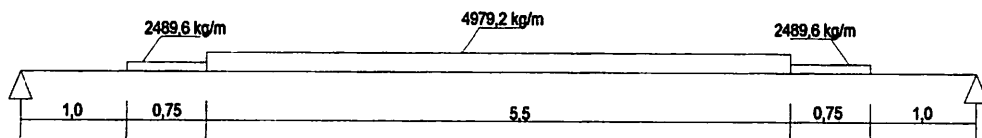
- Momen akibat beban hidup terpusat yang diterima gelagar memanjang



$$R_A = \frac{1}{2} \cdot 8782,985 \cdot 7 + 1430 = 32170,4475 \text{ kg}$$

$$M_{u3} = (32170,4475 \cdot 4,5) - (8782,985 \cdot 3,5) - (8782,985 \cdot 1,4) - (8782,985 \cdot \\ 0,875) \\ = 94045,27538 \text{ kgm}$$

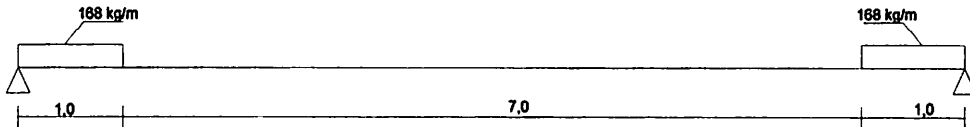
- Momen akibat beban hidup "D"



$$R_A = (2489,6 \cdot 0,75) + (4979,2 \cdot 2,75) = 15560\text{kg}$$

$$\begin{aligned} M_{u4} &= (15560 \cdot 4,5) - (4979,2 \cdot 0,75 \cdot 3,125) - (4979,2 \cdot 2,75 \cdot 1,375) \\ &= 285992,8 \text{ kgm} \end{aligned}$$

▪ Momen akibat beban hidup trotoir



$$R_A = \frac{1}{2} \cdot (168 \cdot 1,0 \cdot 2) = 168 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} M_{u5} &= (168 \cdot 4,5) - (168 \cdot 1,0 \cdot 4,0) \\ &= 84 \text{ kgm} \end{aligned}$$

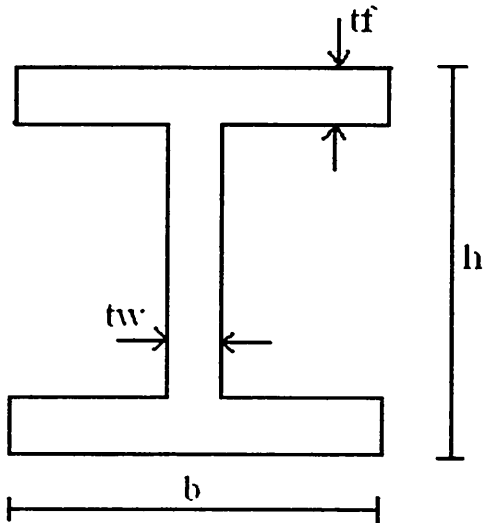
Karena momen akibat beban truk > momen akibat beban hidup “D”, maka diambil momen akibat beban truk.

Jadi momen yang terjadi pada gelagar melintang :

$$\begin{aligned} M_{u \text{ total}} &= M_{u1} + M_{u2} + M_{u3} + M_{u5} + M_{u6} \\ &= 10935,5125 + 33027,46485 + 94045,27538 + 39522,4 + 84 \\ &= 177614,6527 \text{ kgm} \\ &= 1776,146527 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

3.9 Perencanaan Dimensi Gelagar Melintang

Dipilih baja profil WF 700x300x13x24



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

$$t_f = 24 \text{ mm}$$

$$A = 235,5 \text{ cm}^2$$

$$h = 700 \text{ mm}$$

$$I_x = 201000 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 13 \text{ mm}$$

$$I_y = 10800 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (tegangan leleh baja)}$$

$$r_x = 29,3 \text{ cm}$$

$$r_y = 6,78 \text{ cm}$$

$$r = 2,8 \text{ cm}$$

$$S_x = 5760 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 722 \text{ cm}^3$$

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

$$M_{BS} = \frac{1}{8} \cdot G \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 185 \cdot 9^2$$

$$= 2060,438 \text{ kgm} = 206043,8 \text{ kgcm}$$

$$\text{Mu total} = 10935,5125 + 33027,46485 + 94045,2753 + 39522,4 + 84 + 206043,8$$

$$= 383658,4527 \text{ kgcm}$$

Syarat Pemilihan Profil

$\phi M_n \geq M_u$ (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 425)

Dimana :

ϕ = factor resistensi = 0,9 untuk balpk lentur

M_n = kekuatan momen nominal

M_u = momen beban layan terfaktor

$\phi M_n = \phi M_p = 0,9 \times 1,12 \times S_x \times f_y$

M_p = kekuatan momen plastis

1,12 = koefisien penampang plastis untuk profil WF

f_y = untuk mutu baja St 52 = $3600 \text{ kg/cm}^2 = 360 \text{ Mpa}$

$$\phi M_p = 0,9 \times 1,12 \times 5760 \times 3600$$

$$= 20901888 \text{ kgcm}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$20901888 \text{ kgcm} \geq 208639,9465 \text{ kgcm} \dots \text{OK!!}$$

▪ Kontrol Pelat Badan

$$6,36 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 6,36 \sqrt{\frac{21000}{240}}$$

$$= 188,131$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{300}{10} = 30$$

$$\frac{h}{tw} < 6,36 \sqrt{\frac{E}{fy}} \Rightarrow \text{tidak perlu pengaku}$$

▪ Kontrol Geser

$$\begin{aligned} Vu \text{ gelagar tengah} &= 4209,92 + 14552,6155 + 32170,4475 + 168 + (185 \cdot 1,1 \cdot \\ &\quad \cdot 9/2) + 40000 \\ &= 92016,733 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$kn = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \text{ (karena tidak ada pengaku kn diasumsikan = 5)}$$

$$1,10 \sqrt{\frac{kn \cdot E}{fy}} = 1,10 \sqrt{\frac{5 \cdot 210000}{360}} = 59,407$$

$$\frac{h}{tw} < 1,10 \sqrt{\frac{kn \cdot E}{fy}}$$

$$53,846 < 59,407 \text{OK!!!}$$

$$\begin{aligned} Vn &= 0,6 \times fy \times Aw \\ &= 0,6 \times 3600 \times ((70 - 2 \cdot 2,4) \times 1,3) \\ &= 183081,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$Vu < \phi Vn$$

$$92016,733 \text{ kg} < 0,9 \cdot 183081,6 \text{ kg}$$

$$92016,733 \text{ kg} < 164773,44 \text{ kgOK!!!}$$

▪ Kontrol Lendutan

$$M_{tot} = \frac{1}{8} \times qu \times l^2$$

$$208639,9465 = \frac{1}{8} \times qu \times 900^2$$

$$qu = 2,0606 \text{ kg/cm}$$

$$f_{ijin} = \frac{1}{240} \cdot L \quad (L = 9,0 \text{ m} = 900 \text{ cm})$$

$$= \frac{1}{240} \cdot 900$$

$$= 3,750 \text{ cm}$$

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Qu \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad (\text{Ir. Sunggono kh, Buku Teknik Sipil, Penerbit Nova : 68})$$

$$= \frac{5}{384} \cdot \frac{2,0606 \cdot 900^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 201000}$$

$$= 0,0417 \text{ cm} < 3,750 \text{ cm}$$

3.9.1 Perhitungan Shear Connector Pada Gelagar Melintang

✓ Perhitungan b_{eff}

$$L = 900 \text{ cm}$$

$$b_{eff} < \frac{1}{4} \cdot L$$

$$< \frac{1}{4} \cdot 900$$

$$< 225 \text{ cm}$$

$$b_{eff} < s \quad s = \text{jarak antar gelagar melintang}$$

$$< 500 \text{ cm}$$

$$b_{eff} < \frac{1}{2} \cdot s_{kiri} + \frac{1}{2} \cdot s_{kanan}$$

$$< \frac{1}{2} \cdot 500 + \frac{1}{2} \cdot 500$$

$$< 500$$

Jadi b_{eff} diambil sebesar 225 cm

$$E_s = \text{Modulus elastisitas baja } (2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 = 2,1 \times 10^5 \text{ Mpa})$$

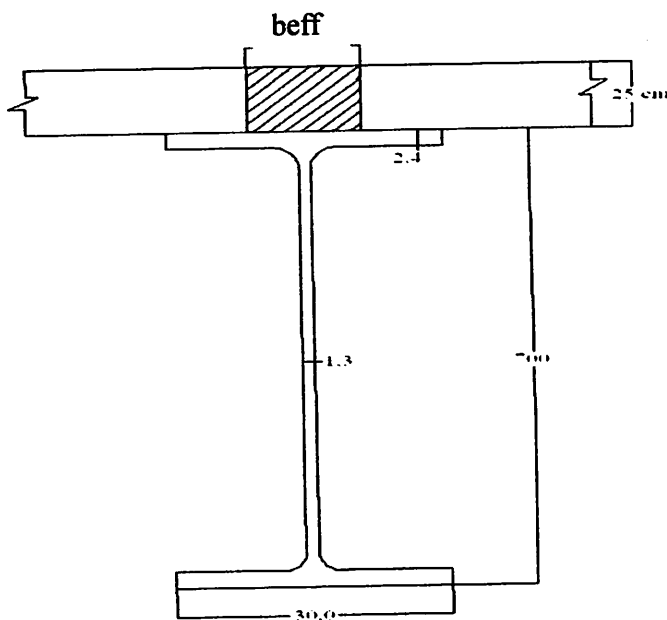
$$E_c = \text{Modulus elastisitas beton } (4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 23500 \times 10^4 \text{ Mpa})$$

$$= 23500 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{sc} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2$$

$$= 284,88 \text{ mm}^2$$



✓ **Perhitungan Gaya Geser Horizontal (Vh)**

a. C_{max} = gaya geser yang disumbangkan oleh beton

$$= 0,85 \times f'_c \times A_c$$

$$= 0,85 \times 25 \times (2250 \times 250)$$

$$= 11953125 \text{ N}$$

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

$$= A_s \times f_y$$

$$= 23550 \times 360$$

$$= 8478000 \text{ N}$$

Karena $C_{max} < T_{max}$, maka $V_h = C_{max} = 8478000 \text{ N}$

✓ **Perhitungan Jumlah Stud**

Dipakai stud $\Phi = 19$ mm, $A_{sc} = 285$ mm², $h = 100$ mm, $f_u = 520$ Mpa

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{f'_c} \\ &= 4700 \sqrt{25} \\ &= 235000 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Q_n = kekuatan geser 1 stud

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'_c \cdot E_c} \times r_s < A_{sc} \times f_u \quad (r_s = 1, \text{ plat beton biasa}) \\ &= 0,5 \times 285 \times \sqrt{25 \cdot 235000} \times 1 < 285 \times 360 \\ &= 114317,8662 \text{ N} > 102600 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $Q_n > A_{sc} \cdot f_u$, maka menentukan adalah $A_{sc} \cdot f_u$

▪ **Jumlah Stud**

$$\begin{aligned} n &= \frac{Vh}{A_{sc} \cdot f_u} \\ &= \frac{8478000}{102600} \\ &= 82,632 \approx 82 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dalam pemasangan dipasang 1 stud pada arah melintang gelagar

▪ **Jarak antar stud arah memanjang**

$$\begin{aligned} s &= \frac{L}{n} \\ &= \frac{900}{82} \\ &= 10 \text{ cm} > 8 \cdot t_s = 8 \cdot 2,4 = 19 \text{ cm} \end{aligned}$$

Karena $s > 10$, maka dipakai jarak antar stud, $s = 10$ cm

$$n = \frac{900}{10} = 90 \text{ buah}$$

3.10 Perencanaan Gelagar Induk

Untuk perhitungan gelagar induk direncanakan menggunakan profil baja WF dan untuk ikatan angin menggunakan profil baja siku.

➤ Perhitungan Pembebanan

a. Beban mati

1. Berat sendiri gelagar induk

Didalam menghitung berat sendiri gelagar induk penyusun tidak menggunakan rumus pendekatan, tetapi menggunakan bantuan komputer untuk menghitung berat sendiri (STAAD PRO 2004 → self weight).

2. Berat sendiri gelagar memanjang (G_2)

$$\begin{aligned}G_1^u &= (n \times G_2 \times L) & n &= \text{Jumlah gelagar memanjang 4} \\ &= (4 \times 94 \times 60) \\ &= 22560 \text{ kg}\end{aligned}$$

3. Berat sendiri gelagar melintang (G_3)

$$\begin{aligned}G_2^u &= (n \times G_2 \times L) & n &= \text{Jumlah gelagar memanjang 12} \\ &= (12 \times 185 \times 9) \\ &= 19980 \text{ kg}\end{aligned}$$

4. Berat lantai kendaraan (G_4)

$$\begin{aligned}G_3^u &= (q \times a \times L) & a &= \text{Lebar lantai kendaran 7} \\ &= (980,2 \times 7 \times 60) \\ &= 411684 \text{ kg}\end{aligned}$$

5. Berat lantai trotoir (G_5)

$$\begin{aligned}G_4^u &= 2. (q \times a \times L) & a &= \text{Lebar lantai trotoir 1,0} \\ &= 2. (2757,8 \times 1,0 \times 60) \\ &= 165468 \text{ kg}\end{aligned}$$

6. Berat sendiri pipa sandaran, $D = 76,3 \text{ mm}$, $t = 2,8 \text{ mm}$ (G_5)

$$G_5^u = 2 \cdot (q \times n \times L) \\ = 2 \cdot (5,08 \times 2 \times 60) = 1219,200 \text{ kg}$$

7. Berat sendiri ikatan angin (G_6); factor beban 1,1

Didalam menghitung berat sendiri ikatan angin penyusun tidak menggunakan rumus pendekatan, tetapi menggunakan bantuan komputer untuk menghitung berat sendiri (STAAD PRO 2004 → self weight).

➤ Total beban mati yang bekerja

$$G_{total}^u = G_1^u + G_2^u + G_3^u + G_4^u + G_5^u \\ = 22560 + 19980 + 411684 + 165468 + 1219,200 \\ = 620911,2 \text{ kg}$$

➤ Beban mati yang dipikul oleh tiap gelagar induk

$$G = \frac{G_{total}^u}{2} \\ = \frac{620911,2}{2} = 310455,6 \text{ kg}$$

➤ Beban mati yang diterima tiap titik buhul tengah

$$P_{tengah} = \frac{G}{15} \\ = \frac{310455,6}{15} = 20697,04 \text{ kg}$$

➤ Beban mati yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_{tepi} = \frac{P}{2} \\ = \frac{20697,04}{2} = 10348,52 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup

1. Koefisien kejut

Diketahui panjang bentang jembatan 60,0 m

Dari gambar 2.8 hal. 2-29 buku BMS bag 2, didapat nilai koefisien kejut

(DLA) sebesar 37% = 0,37

$$\begin{aligned}k &= 1 + \text{DLA} \\ &= 1 + 0,37 = 1,37\end{aligned}$$

2. Beban terbagi rata

Berdasarkan buku BMS bag 2 hal. 2 – 22, untuk jembatan dengan panjang L =

60,0 m > 30 m, maka :

$$\begin{aligned}q &= 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ kPa} \\ &= 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{60} \right) \text{ kPa} \\ &= 6 \text{ kPa} = 600 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_1 &= \frac{q}{2,75} \times 5,5 \times 100\% \\ &= \frac{600}{2,75} \times 5,5 \times 100\% \\ &= 1200 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_2 &= \frac{q}{2,75} \times 2 \times 0,75 \times 50\% \\ &= \frac{600}{2,75} \times 2 \times 0,75 \times 50\% \\ &= 163,636 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

➤ Beban yang diterima tiap gelagar induk

$$\begin{aligned}
 G &= \frac{q_{total} \cdot xL}{2} \\
 &= \frac{(1200 + 163,636)}{2} \times 60,0 \\
 &= 40909,080 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

➤ Beban yang diterima tiap titik buhul tengah

$$\begin{aligned}
 P_{tengah} &= \frac{G}{n} \\
 &= \frac{40909,080}{15} \\
 &= 2727,272 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

➤ Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$\begin{aligned}
 P_{tepi} &= \frac{P}{2} \\
 &= \frac{2727,272}{2} \\
 &= 1363,636 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3. Beban garis

Berdasarkan buku BMS bag 2 hal. 2 – 22, beban garis diambil sebesar $P = 44 \text{ kN/m} = 4400 \text{ kg/m}$, dengan lebar lantai kendaraan 7 m dibagi menjadi 2 jalur.

$$\begin{aligned}
 P1 &= \frac{4400}{2,75} \times 5,5 \times 100\% \times k \\
 &= \frac{4400}{2,75} \times 5,5 \times 100\% \times 1,37 \\
 &= 12056 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$P2 = \frac{4400}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \times k$$

$$= \frac{4400}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \times 1,37$$

$$= 1644 \text{ kg}$$

- **Beban yang diterima tiap gelagar induk**

$$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$= \frac{12056 + 1644}{2}$$

$$= 6850 \text{ kg}$$

- **Beban yang diterima tiap titik buhul**

$$P = 6850 \text{ kg}$$

- **Beban yang diterima tiap titik buhul tengah**

$$P_{\text{tengah}} = 2727,272 + 6850$$

$$= 9577,272 \text{ kg}$$

- **Beban yang diterima tiap titik buhul tepi**

$$P_{\text{tepi}} = 1363,636 + 6850 = 8213,636 \text{ kg}$$

c. **Beban Hidup Trotoir**

Berdasarkan buku BMS bag 2 hal. 2 – 31, beban hidup trotoir diambil sebesar

$P = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2$, dengan lebar lantai trotoir 1,0 m.

$$P = 500 \times 1,0 \times 60,0 \times 2$$

$$= 60000 \text{ kg}$$

- **Beban yang diterima tiap gelagar induk**

$$P = \frac{P}{2} = \frac{60000}{2}$$

$$= 30000 \text{ kg}$$

- **Beban yang diterima tiap titik buhul tengah**

$$\begin{aligned}P_{\text{tengah}} &= \frac{P}{n} \\ &= \frac{30000}{15} \\ &= 2000 \text{ kg}\end{aligned}$$

- **Beban yang diterima tiap titik buhul tepi**

$$\begin{aligned}P_{\text{tepi}} &= \frac{P}{2} \\ &= \frac{2000}{2} \\ &= 1000 \text{ kg}\end{aligned}$$

d. Gaya Rem

Diketahui :

Panjang jembatan = 60,0 m

Berdasarkan gambar 2.9 buku BMS bag 2 hal. 2 – 31 didapatkan gaya rem sebesar (G) = 250 kN = 25000 kg

- **Gaya rem yang dipikul tiap gelagar induk**

$$\begin{aligned}P &= \frac{G}{2} \\ &= \frac{25000}{2} \\ &= 12500 \text{ kg}\end{aligned}$$

- **Gaya rem yang dipikul tiap titik buhul tengah**

$$P_{\text{tengah}} = \frac{P}{n}$$

$$= \frac{12500}{15}$$

$$= 833,333 \text{ kg}$$

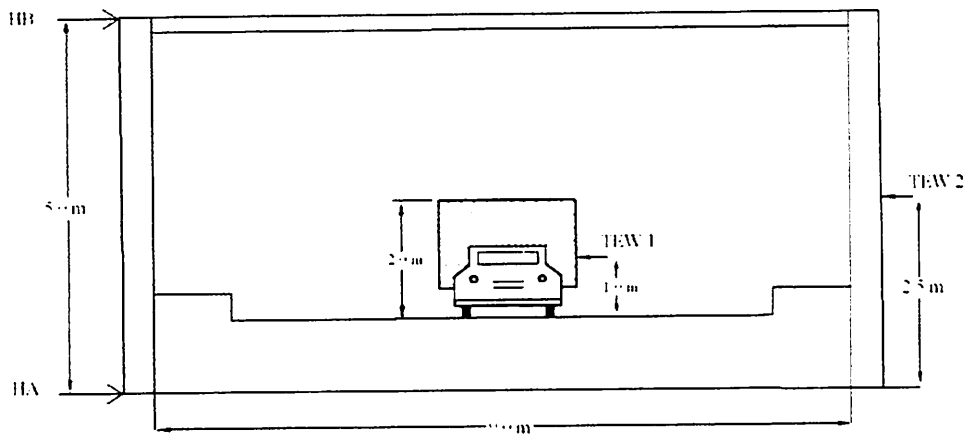
➤ **Beban yang diterima tiap titik buhul tepi**

$$P_{\text{tepi}} = \frac{P}{2}$$

$$= \frac{833,333}{2}$$

$$= 416.667 \text{ kg}$$

e. **Beban Angin**



$$\begin{aligned} T_{EW1} &= 0,0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \\ &= 0,0012 \cdot 1,2 \cdot (30)^2 \\ &= 1,296 \text{ kN} = 129,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$T_{EW2} = 0,0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b$$

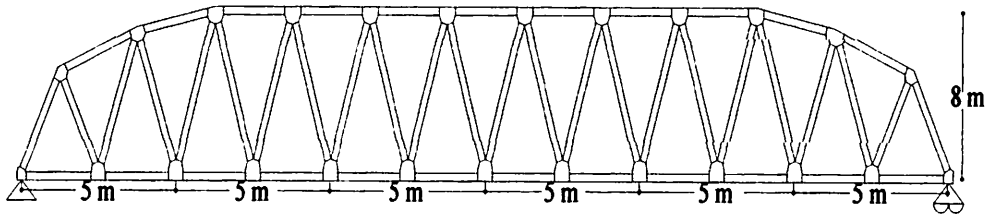
Dimana :

V_w = Kecepatan angin rencana (30 m/dt).

C_w = Koefisien seret (untuk bangunan atas rangka $C_w = 1,2$), BMS bag 2
1992, hal. 2 - 44

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

▪ Perhitungan bagian samping jembatan



$$\begin{aligned} Ab_A &= \frac{1}{2} \times 5,0 \times 5,0 \\ &= 12,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ab_B &= 5,0 \times 5,0 \\ &= 25,0 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.10.1 Perhitungan Gaya Angin Pada Ikatan Angin Atas dan Bawah

$$T_{EW1} = 129,6 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} T_{EW2} &= 0,0006 \cdot 1,2 \cdot (30)^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 30\% \\ &= 2,43 \text{ kN} = 243 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\sum M H_A = 0$$

$$H_B \cdot 5 = T_{EW1} \cdot (0,05 + 0,25 + 1) + T_{EW2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 5$$

$$\begin{aligned} 5 H_B &= 129,6 \cdot (1,3) + 243 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5 \\ &= 775,98 \end{aligned}$$

$$H_{B \text{ tengah}} = 775,98 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} H_{B \text{ tepi}} &= \frac{775,98}{2} \\ &= 387,99 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$H_B + H_A - T_{EW1} - T_{EW2} = 0$$

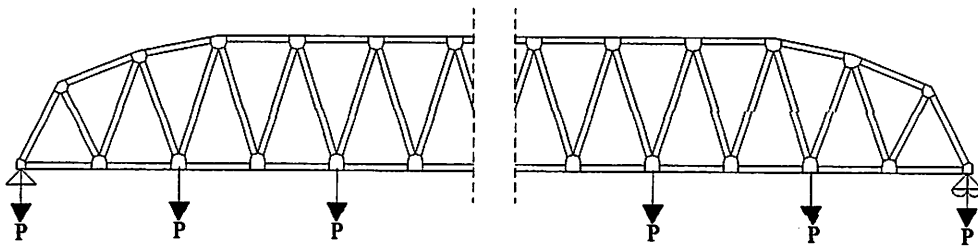
$$\begin{aligned} H_{A \text{ tengah}} &= T_{EW1} + T_{EW2} - H_A \\ &= 129,6 + 243 - 229,23 \end{aligned}$$

$$= 134,37 \text{ kg}$$

$$H_{A \text{ tepi}} = \frac{134,37}{2} = 67,185 \text{ kg}$$

3.10.1 Statika

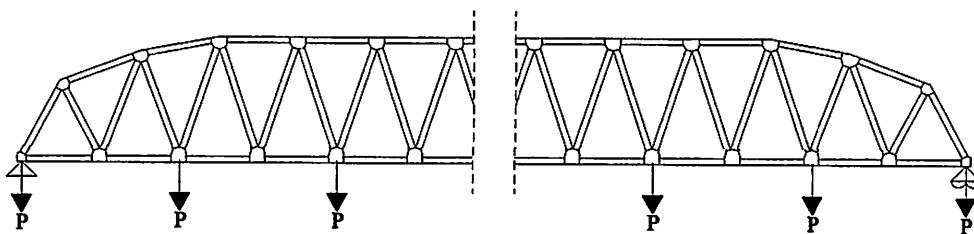
A. Skema pembebanan akibat beban mati



$$P_{\text{tepi}} = 10348,52 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 20697,04 \text{ kg}$$

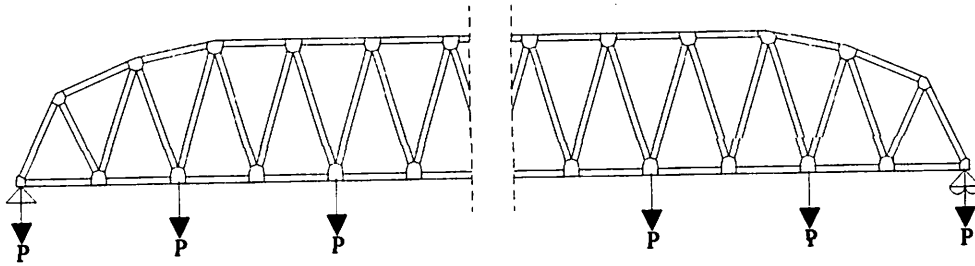
B. Skema pembebanan akibat beban hidup



$$P_{\text{tepi}} = 8213,636 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 9577,272 \text{ kg}$$

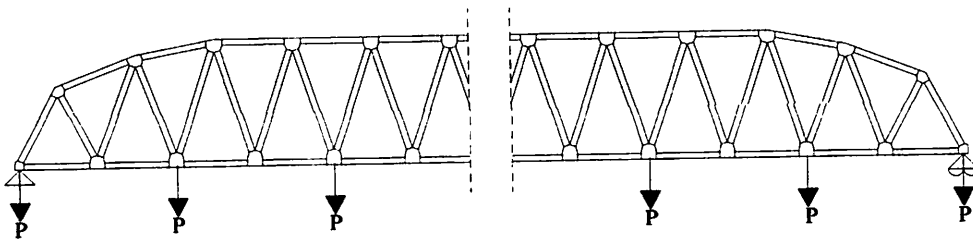
C. Skema pembebanan akibat beban trotoir



$$P_{\text{tepi}} = 1000 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 2000 \text{ kg}$$

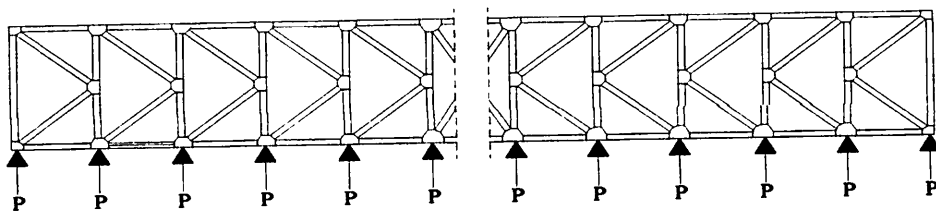
D. Skema pembebanan akibat beban rem



$$P_{0\text{tepi}} = 416,667 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 833,333 \text{ kg}$$

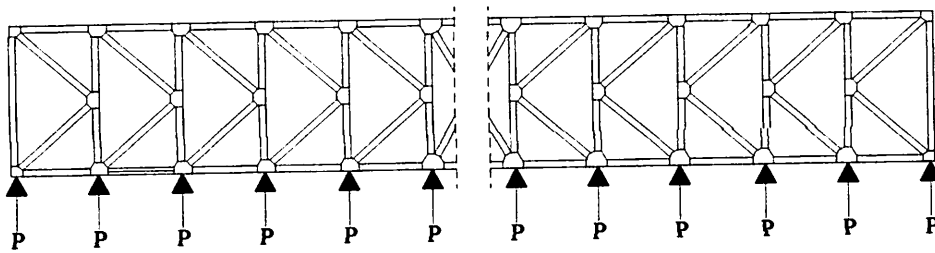
E. Skema pembebanan akibat beban angin atas



$$P_{\text{tepi}} = 67,185 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 134,37 \text{ kg}$$

F. Skema pembebanan akibat beban angin bawah



$$P_{\text{tepi}} = 387,99 \text{ kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 775,98 \text{ kg}$$

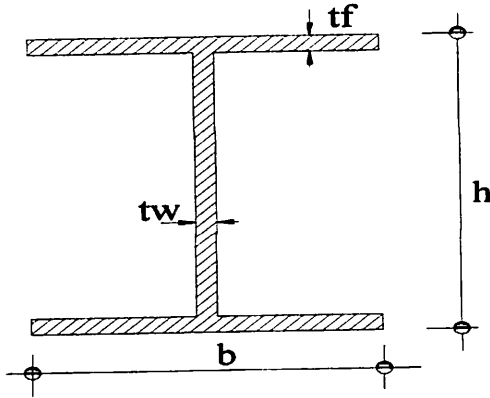
Hasil perhitungan analisa STAAD PRO 2004 penulis melampirkan pada bagian akhir dari skripsi ini.

3.11 Perencanaan Dimensi Profil

3.11.1 Gelagar Induk

Perencanaan Dimensi Batang Tekan (Batang no . 47)

Dimensi Batang Profil W14X211



$tw =$	25 mm	$b =$	40.132 mm
$A =$	711.41 cm ²	$tf =$	39.62 mm
$I_x =$	1849.4 cm ⁴	$h =$	39.929 mm
$I_y =$	42872 cm ⁴		
$L =$	5.6 m = 560 cm		

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u =$ 319112 kg

** Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{1849.37}{711.4148}} = 1.6123 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{42871.8}{711.4148}} = 7.7629 \text{ cm}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 560 \text{ cm}$$

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

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

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 . E}} \\ &= \frac{1 \times 560}{1.6123171} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}} \\ &= 4.5798 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \omega &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 4.5798^2 = 5.7248 \end{aligned}$$

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

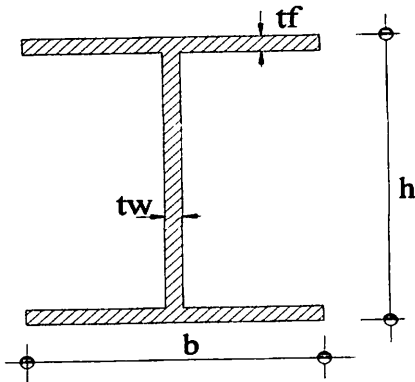
$$\phi_c \times (f_y/\omega) \times A_g \geq P_u$$

$$0.85 \times 628.84406 \times 711.41 \geq 319111.9 \text{ kg}$$

$$380,263.62 \text{ kg} \geq 319,111.9 \text{ kg} \dots\dots \text{ Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 48)

Dimensi Batang Profil W14X211



$$t_w = 25 \text{ mm}$$

$$A = 711.41 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 1849.4 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 42872 \text{ cm}^4$$

$$L = 5.6 \text{ m} = 560 \text{ cm}$$

$$b = 40.132 \text{ mm}$$

$$t_f = 40 \text{ mm}$$

$$h = 39.929 \text{ mm}$$

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 211910.6 \text{ kg}$

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

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 560 \text{ cm}$

$r = \text{radius girasi terkecil}$

$$\frac{L}{r} = \frac{560}{39.624} = 14.133 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 711.41 - 4 (2 \times 3.96) \\ &= 679.72 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 711.41 \\ &= 1600683.3 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \quad \text{untuk keadaan batas leleh} \\ f_u &= \text{tegangan tarik baja} : 2500 \text{ kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang} : 0.85 \times A_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 679.72) \\ &= 1083296.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

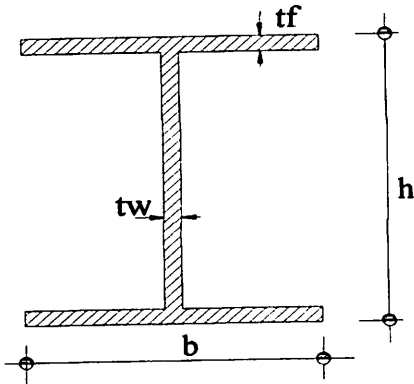
$$\phi_t \cdot T_n = 1083296.7 \text{ kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 1083296.74 \text{ kg} &> 211910.6 \text{ kg} \quad \dots \quad \text{Profil Aman} \end{aligned}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan (batang 25)

Dimensi Batang Profil W14X211



$t_w =$	25 mm	$b =$	40.132 mm
$A =$	711.41 cm ²	$t_f =$	39.62 mm
$I_x =$	1849.4 cm ⁴	$h =$	39.929 mm
$I_y =$	42872 cm ⁴		
$L =$	7.5 m = 750 cm		

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u =$ 256176 kg

**** Menghitung radius girasi (r)**

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{1849.37}{711.4148}} = 1.6123 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{42871.8}{711.4148}} = 7.7629 \text{ cm}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

k = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau = 750 cm

ry = radius girasi arah sumbu y

rx = radius girasi arah sumbu x

fy = 3600 kg/cm²

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja $2,1 \times 10^6$ kg/cm² = $2,1 \times 10^5$ Mpa

$$\begin{aligned}\lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 . E}} \\ &= \frac{1 \times 750}{1.6123171} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}} \\ &= 6.1337\end{aligned}$$

**** Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)**

$$\begin{aligned}\lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \phi &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 6.1337 = 7.6671\end{aligned}$$

maka $\phi_c \times P_n \geq P_u$

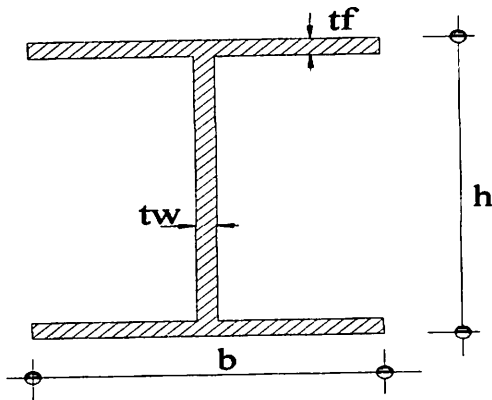
$\phi_c \times (f_y/\phi) \times A_g \geq P_u$

$$0.85 \times 469.5369 \times 711.41 \geq 256176.2 \text{ kg}$$

$$283,930.17 \text{ kg} \geq 256,176.2 \text{ kg} \dots\dots \text{ Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan (Batang no 49)

Dimensi Batang Profil W14X211



$t_w =$	25 mm	$b =$	40.132 mm
$A =$	711.41 cm ²	$t_f =$	39.62 mm
$I_x =$	1849.4 cm ⁴	$h =$	39.929 mm
$I_y =$	42872 cm ⁴		
$L =$	2.6 m = 260 cm		

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 349,426.8$ kg

** Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{1849.37}{711.4148}} = 1.6123 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{42871.8}{711.4148}} = 7.7629 \text{ cm}$$

** Menghitung parameter kerampingan λ_c

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 260 \text{ cm}$$

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

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

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \cdot E}} \\ &= \frac{1 \times 260}{1.6123171} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 2.1264 \end{aligned}$$

**** Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)**

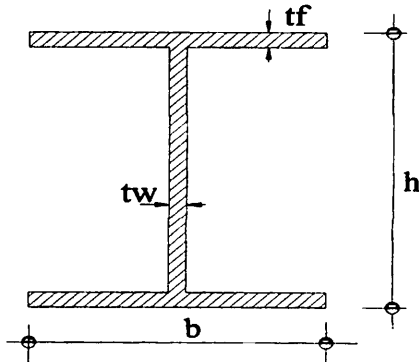
$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \phi &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 2.1264 = 2.6579 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maka } \phi_c \times P_n &\geq P_u \\ \phi_c \times (f_y/w) \times A_g &\geq P_u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.85 \times 1354.4334 \times 711.41 &\geq 349426.8 \text{ kg} \\ 819,029.35 \text{ kg} &\geq 349,426.8 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman} \end{aligned}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 50)

Dimensi Batang Profil W14X211



$tw =$	25 mm	$b =$	40.132 mm
$A =$	711.41 cm^2	$tf =$	39.62 mm
$I_x =$	1849.4 cm^4	$h =$	39.929 mm
$I_y =$	42872 cm^4		
$L =$	$7.5 \text{ m} = 750 \text{ cm}$		

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 173053.5 \text{ kg}$

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

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$L =$ panjang batang yang ditinjau = 750 cm

$r =$ radius girasi terkecil

$\frac{L}{r} = \frac{750}{39.624} = 18.928 \leq 300$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 711.41 - 4 (2 \times 3.96) \\ &= 679.72 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 711.41 \\ &= 1600683.3 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \text{ untuk keadaan batas leleh} \\ f_u &= \text{tegangan tarik baja} : 2500 \text{ kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang} : 0.85 \times A_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 679.72) \\ &= 1083296.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\phi_t \cdot T_n = 1083296.7 \text{ kg}$$

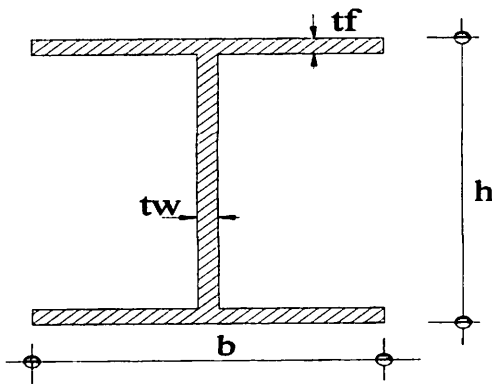
Maka :

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

$$1083296.74 \text{ kg} > 173053.47 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan (Batang no . 51)

Dimensi Batang Profil W14X211



- | | | | |
|------------------|------------------------|------|-----------|
| tw = | 25 mm | b = | 40.132 mm |
| A = | 711.41 cm ² | tf = | 39.62 mm |
| I _x = | 1849.4 cm ⁴ | h = | 39.929 mm |
| I _y = | 42872 cm ⁴ | | |
| L = | 8.4 m = 840 cm | | |

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 118572.7 \text{ kg}$

**** Menghitung radius girasi (r)**

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{1849.37}{711.4148}} = 1.6123 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{42871.8}{711.4148}} = 7.7629 \text{ cm}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 840 \text{ cm}$$

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

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

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \cdot E}} \\ &= \frac{1 \times 840}{1.6123171} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 6.8697 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \omega &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 6.8697^2 = 8.5872 \end{aligned}$$

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

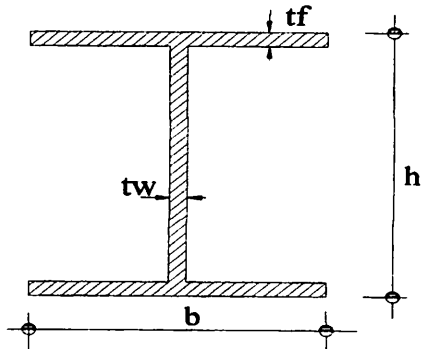
$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$0.85 \times 419.22937 \times 711.41 \geq 118572.7 \text{ kg}$$

$$253,509.08 \text{ kg} \geq 118,572.7 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 52)

Dimensi Batang Profil W14X211



$t_w =$	25 mm	$b =$	40.132 mm
$A =$	711.41 cm ²	$t_f =$	39.62 mm
$I_x =$	1849.4 cm ⁴	$h =$	39.929 mm
$I_y =$	42872 cm ⁴		
$L =$	8.4 m = 840 cm		

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u =$ 190007.9 kg

Lebar lubang baut = 1.9 + 0.1 = 2 cm

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$L =$ panjang batang yang ditinjau = 840 cm

$r =$ radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{840}{39.624} = 21.199 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 711.41 - 4 (2 \times 3.96) \\ &= 679.72 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Berdasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 711.41 \\ &= 1600683.3 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berdasarkan pada retakan penampang bersih :

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

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \quad \text{untuk keadaan batas leleh} \\ f_u &= \text{tegangan tarik baja : } 2500 \quad \text{kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang : } 0.85 \times A_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 679.72) \\ &= 1083296.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\phi_t \cdot T_n = 1083296.7 \text{ kg}$$

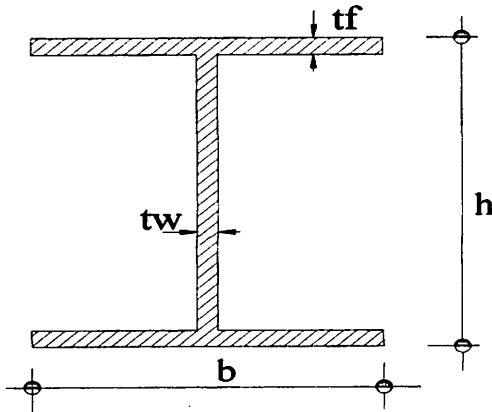
Maka :

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

$$1083296.74 \text{ kg} > 190007.91 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan (Batang no . 35)

Dimensi Batang Profil W14X211



- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| $tw = 25 \text{ mm}$ | $b = 39.624 \text{ mm}$ |
| $A = 711.41 \text{ cm}^2$ | $tf = 39.62 \text{ mm}$ |
| $I_x = 1849.4 \text{ cm}^4$ | $h = 39.929 \text{ mm}$ |
| $I_y = 42872 \text{ cm}^4$ | |
| $L = 2.5 \text{ m} = 250 \text{ cm}$ | |

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 573579.8 \text{ kg}$

**** Menghitung radius girasi (r)**

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{1849.37}{711.4148}} = 1.6123 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{42871.8}{711.4148}} = 7.7629 \text{ cm}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 250 \text{ cm}$$

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

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

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \cdot E}} \\ &= \frac{1 \times 250}{1.6123171} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 2.0446 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \omega &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 2.0446^2 = 2.5557 \end{aligned}$$

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

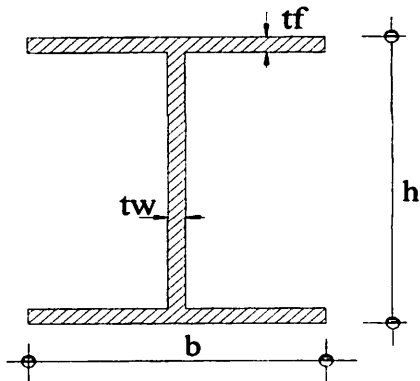
$$\phi_c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$$

$$0.85 \times 1408.6107 \times 711.41 \geq 573579.8 \text{ kg}$$

$$851,790.52 \text{ kg} \geq 573,579.8 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik (batang 13)

Dimensi Batang Profil W14X211



$t_w =$	25 mm	$b =$	39.624 mm
$A =$	711.41 cm ²	$t_f =$	39.62 mm
$I_x =$	1849.4 cm ⁴	$h =$	39.929 mm
$I_y =$	42872 cm ⁴		
$L =$	2.5 m = 250 cm		

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u =$ 145686.2 kg

Lebar lubang baut = 1.9 + 0.1 = 2 cm

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$L =$ panjang batang yang ditinjau = 250 cm

$r =$ radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{250}{39.624} = 6.31 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned}A_n &= A_g - 4 \cdot [(lebar\ lubang\ baut) \times (tebal\ flens)] \\ &= 711.41 - 4 (2 \times 4.0) \\ &= 679.72 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned}\phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 711.41 \\ &= 1600683.3 \text{ kg}\end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

$$\begin{aligned}\phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \text{ untuk keadaan batas leleh} \\ f_u &= \text{tegangan tarik baja} : 2500 \text{ kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang} : 0.85 \times A_n\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 679.72) \\ &= 1083296.7 \text{ kg}\end{aligned}$$

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

$$\phi_t \cdot T_n = 1083296.7 \text{ kg}$$

Maka :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u$$
$$1083296.74 \text{ kg} > 145686.17 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

3.11.2 Ikatan Angin

Perencanaan Dimensi Batang Tekan Ikatan Angin Atas (Batang no . 320)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

$$\begin{aligned} t_w &= 13 & \text{mm} & & b &= 7.5 \text{ mm} \\ A &= 83.287 & \text{cm}^2 & & t_f &= 13 \text{ mm} \\ I_x &= 28.3 & \text{cm}^4 & & & \\ I_y &= 763.4 & \text{cm}^4 & & & \\ L &= 7.1 \text{ m} = 710 \text{ cm} & & & & \end{aligned}$$

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 529.1 \text{ kg}$

** Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{28.3413}{83.2867}} = 0.5833 \text{ cm}$$
$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{763.364}{83.2867}} = 3.0275 \text{ cm}$$

** Menghitung parameter kerampingan λ_c

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 710 \text{ cm}$$

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

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

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 . E}} \\ &= \frac{1 \times 710}{0.5833404} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 . 2,1 \times 10^6}} \\ &= 16.049 \end{aligned}$$

**** Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)**

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \omega &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 16.049 = 20.061 \end{aligned}$$

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

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

$$0.85 \times 179.45032 \times 83.287 \geq 529.1 \text{ kg}$$

$$12703.95 \text{ kg} \geq 529.1 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik Ikatan Angin Atas (batang . 321)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

$$t_w = 13 \text{ mm}$$

$$b = 7.5 \text{ mm}$$

$$A = 83.29 \text{ cm}^2$$

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

$$I_x = 28.3 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 763.4 \text{ cm}^4$$

$$L = 7.0 \text{ m} = 700 \text{ cm}$$

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 529.088 \text{ kg}$

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

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 700 \text{ cm}$

$r = \text{radius girasi terkecil}$

$$\frac{L}{r} = \frac{700}{13} = 53.846 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 83.29 - 4 (2 \times 1.30) \\ &= 72.89 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Berdasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 83.29 \\ &= 187395.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

ϕ_t = factor resistensi

= 0.75 untuk keadaan batas leleh

f_u = tegangan tarik baja : 2500 kg/cm²

A_e = luas efektif penampang : 0.85 x A_n

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 72.89) \\ &= 116163.18 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\phi_t \cdot T_n = 116163.18 \text{ kg}$$

Maka :

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

$$116163.18 \text{ kg} > 529.088 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan Ikatan Angin Atas (Batang no . 323)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

$t_w = 13$	mm	$b = 7.5$	mm
$A = 83.287$	cm ²	$t_f = 13$	mm
$I_x = 28.3$	cm ⁴		
$I_y = 763.4$	cm ⁴		
$L = 6.9$	m = 690		cm

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 411.185974 \text{ kg}$

** Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{28.3413}{83.2867}} = 0.5833 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{763.364}{83.2867}} = 3.0275 \text{ cm}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 690 \text{ cm}$$

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

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

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K \cdot L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \cdot E}} \\ &= \frac{1 \times 690}{0.5833404} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 15.597 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \phi &= 1.25 \times \lambda_c^{-2} \\ &= 1.25 \times 15.597^{-2} = 19.496 \end{aligned}$$

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

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

$$0.85 \times 184.65178 \times 83.287 \geq 411.2 \text{ kg}$$

$$13072.18 \text{ kg} \geq 411.2 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik Ikatan Angin Atas (batang 324)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

$$\begin{aligned}t_w &= 13 \text{ mm} & b &= 7.5 \text{ mm} \\A &= 83.29 \text{ cm}^2 & t_f &= 13 \text{ mm} \\I_x &= 28.3 \text{ cm}^4 \\I_y &= 763.4 \text{ cm}^4 \\L &= 6.9 \text{ m} = 690 \text{ cm}\end{aligned}$$

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 411.2 \text{ kg}$

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

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 690 \text{ cm}$$

r = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{690}{13} = 53.077 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned}A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\&= 83.287 - 4 (2 \times 1.30) \\&= 72.89 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

f_u = tegangan leleh baja

A_g = luas penampang bruto

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 83.29 \\ &= 187395.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

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

f_u = tegangan tarik baja : 2500 kg/cm²

A_e = luas efektif penampang : 0.85 x A_n

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 72.89) \\ &= 116163.18 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\phi_t \cdot T_n = 116163.18 \text{ kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 116163.18 \text{ kg} &> 411.2 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman} \end{aligned}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan Ikatan Angin Atas (Batang no . 326)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

$$\begin{aligned}t_w &= 13 & \text{mm} & & b &= 7.5 & \text{mm} \\A &= 83.287 & \text{cm}^2 & & t_f &= 13 & \text{mm} \\I_x &= 28.3 & \text{cm}^4 & & & & \\I_y &= 763.4 & \text{cm}^4 & & & & \\L &= 6.8 & \text{m} = 680 & \text{cm} & & & \end{aligned}$$

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 306.28516 \text{ kg}$

**** Menghitung radius girasi (r)**

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{28.3413}{83.2867}} = 0.5833 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{763.364}{83.2867}} = 3.0275 \text{ cm}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 680 \text{ cm}$$

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

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

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

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

$$= \frac{1 \times 680}{0.5833404} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}}$$

$$= 15.371$$

**** Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)**

$$\lambda c \geq 1.2 \longrightarrow \omega = 1.25 \times \lambda c^2$$

$$= 1.25 \times 15.371 = 19.214$$

maka $\phi c \times P_n \geq P_u$
 $\phi c \times (F_y/w) \times A_g \geq P_u$

$$0.85 \times 187.36725 \times 83.287 \geq 306.3 \text{ kg}$$

$$13264.42 \text{ kg} \geq 306.3 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik Ikatan Angin Atas (batang 327)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

tw = 13 mm	b = 7.5 mm
A = 83.29 cm ²	tf = 13 mm
Ix = 28.3 cm ⁴	
Iy = 763.4 cm ⁴	
L = 6.8 m = 680 cm	

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 306.28516 \text{ kg}$

Lebar lubang baut = 1.9 + 0.1 = 2 cm

*** Cek rasio kerampingan**

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

Dimana :

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 680 \text{ cm}$$

r = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{680}{13} = 52.308 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\ &= 83.287 - 4 (2 \times 1.30) \\ &= 72.89 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 83.29 \\ &= 187395.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} \phi_t &= \text{factor resistensi} \\ &= 0.75 \text{ untuk keadaan batas leleh} \\ f_u &= \text{tegangan tarik baja} : 2500 \text{ kg/cm}^2 \\ A_e &= \text{luas efektif penampang} : 0.85 \times A_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 72.89) \\ &= 116163.18 \text{ kg}\end{aligned}$$

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

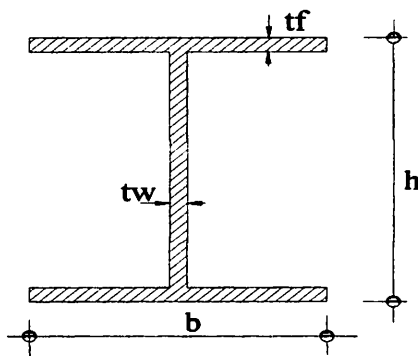
$$\phi_t \cdot T_n = 116163.18 \text{ kg}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\phi_t \cdot T_n &\geq T_u \\ 116163.18 \text{ kg} &> 306.3 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Profil Aman}\end{aligned}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tekan Ikatan Angin Atas Tengah (Batang no . 350)

Dimensi Batang Profil H200X200X8X12



$tw = 203.2$	mm	$b = 20$	mm
$A = 111.530$	cm ²	$tf = 302.8$	mm
$I_x = 26.2$	cm ⁴	$L = 5.2 \text{ m} = 520$	cm
$I_y = 1600.0$	cm ⁴		

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 15817.5 \text{ kg}$

**** Menghitung radius girasi (r)**

$$\begin{aligned}r_x &= \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{26.2485}{111.53}} = 0.4851 \text{ cm} \\ r_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{1600}{111.53}} = 3.7876 \text{ cm}\end{aligned}$$

**** Menghitung parameter kerampingan λ_c**

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

Dimana :

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

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

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 520 \text{ cm}$$

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

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

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 \cdot E}} \\ &= \frac{1 \times 520}{0.4851281} \times \sqrt{\frac{3600}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 14.134 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \lambda_c \geq 1.2 \longrightarrow \omega &= 1.25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1.25 \times 14.134^2 = 17.667 \end{aligned}$$

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

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

$$0.85 \times 203.76687 \times 111.53 \geq 15817.5 \text{ kg}$$

$$19317.20 \text{ kg} \geq 15,817.5 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

Perencanaan Dimensi Batang Tarik Ikatan Angin Bawah (batang 362)

Dimensi Batang Profil L125X75X13LD

$$\begin{aligned}t_w &= 13 \text{ mm} & b &= 7.5 \text{ mm} \\A &= 83.29 \text{ cm}^2 & t_f &= 13 \text{ mm} \\I_x &= 28.3 \text{ cm}^4 \\I_y &= 763.4 \text{ cm}^4 \\L &= 6.6 \text{ m} = 660 \text{ cm}\end{aligned}$$

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

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P_u = 7597.3 \text{ kg}$

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

* Cek rasio kerampingan

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

Dimana :

$$L = \text{panjang batang yang ditinjau} = 660 \text{ cm}$$

r = radius girasi terkecil

$$\frac{L}{r} = \frac{660}{13} = 50.769 \leq 300$$

* Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned}A_n &= A_g - 4 \cdot [(\text{lebar lubang baut}) \times (\text{tebal flens})] \\&= 83.287 - 4 (2 \times 1.30) \\&= 72.89 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Perencanaan Desain Kekuatan Bahan Terdiri atas 2 kriteria, yaitu :

a. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

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

Dimana :

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

F_u = tegangan leleh baja

A_g = luas penampang bruto

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.9 \times 2500 \times 83.29 \\ &= 187395.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

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

f_u = tegangan tarik baja : 2500 kg/cm²

A_e = luas efektif penampang : 0.85 x A_n

$$\begin{aligned} \phi_t \cdot T_n &= 0.75 \times 2500 \times (0.85 \times 72.89) \\ &= 116163.18 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\phi_t \cdot T_n = 116163.18 \text{ kg}$$

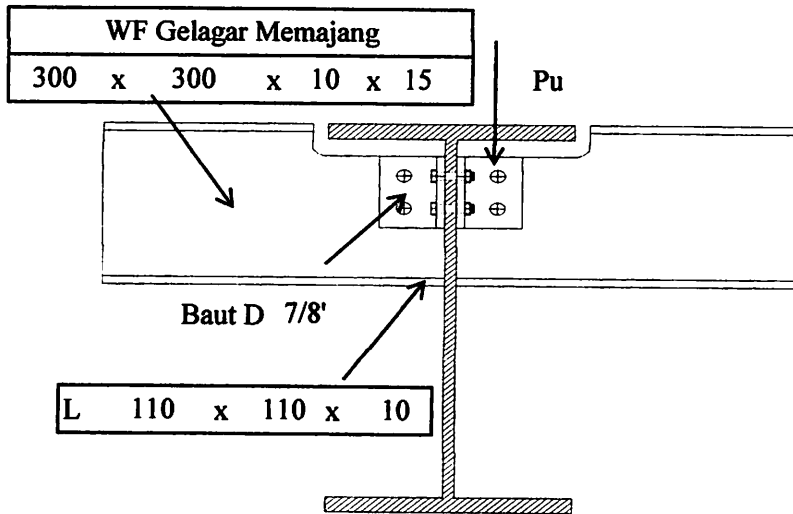
Maka :

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

$$116,163.18 \text{ kg} > 7,597.29 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Profil Aman}$$

3.12 Perencanaan Sambungan

3.12.1 Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang



Gambar 3.13.1 Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

Direncanakan baut A490 dengan diameter $D = 7/8 \text{ inch} = 2.22 \text{ cm}$

kekuatan tarik baut, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 103420.5 \text{ N/mm}^2$

Besarnya gaya geser yang bekerja pada gelagar memanjang akibat beban berat sendiri maupun akibat beban luar.

$$V_u = 7807.802 \text{ kg} \quad (\text{gaya yang bekerja pada gelagar memanjang})$$

** Luas Baut :

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 2.22^2 \\ &= 3.878 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

** Sambungan irisan tunggal (pada gelagar melintang)

* Kekuatan tarik desain :

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times A_b \\ &= 0.75 \times (0.75 \times 103420.5) \times 3.878 \\ &= 225570.53 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \times (0.60 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0.65 \times (0.75 \times 103420.5) \times 1 \times 3.878 \\ &= 195494.46 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Kekuatan tumpu desain

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar melintang yaitu 1,4 cm.

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 2.22 \times 1.30 \times 2500) \\ &= 13001.63 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Kekuatan nominal :

$$\begin{aligned} T_n &= 0.6 \times f_y \times A \\ &= 0.6 \times 3600 \times 345.8 \\ &= 746928.00 \text{ kg} > P_u = 7807.80 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok} \end{aligned}$$

* Momen ultimate :

$$\begin{aligned} M_u &= P_u \cdot W \quad (w = \text{titik perlemahan}) = 5 \text{ cm} \\ &= 7807.80 \times 5 \\ &= 39039.01 \end{aligned}$$

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

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

dimana : $M_u = \text{Momen Ultimate}$

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

$P = \text{Jarak minimum sumbu baut} = 4 \text{ cm}$

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 39039.01}{195494 \times 4}} = 0.55 \text{ buah} \approx 6 \text{ buah}$$

* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{7807.802 / 6}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.08 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 110 x 110 x 10

* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$$\phi \cdot Rn > Rut$$

$$\begin{aligned} Ru_t &= \frac{Pu}{n} \\ &= \frac{7807.80}{6} \\ &= 1301.3003 \text{ kg} < \phi \cdot Rn = 195494.46 \text{ kg} \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

** Sambungan irisan ganda (pada gelagar memanjang)

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

$$\begin{aligned} \phi Rn &= \phi \cdot (0.75 \cdot Fu^b) \cdot Ab \\ &= 0.75 \times (0.75 \times 103420.5) \times 3.878 \\ &= 225570.53 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned} Rn &= \phi \times (0.75 \times Fu^b) \times m \times Ab \\ &= 0.65 \times (0.75 \times 103420.5) \times 2 \times 3.878 \\ &= 390988.92 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Kekuatan tumpu desain :

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

$$\begin{aligned}
 R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\
 &= 0,75 \times (2,4 \times 2,22 \times 1 \times 2500) \\
 &= 10001,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

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

* Kekuatan nominal :

$$\begin{aligned}
 T_n &= 0,6 \times F_y \times A \\
 &= 0,6 \times 3600 \times 345,80 \\
 &= 746928,00 \text{ kg} > T_u = 7807,80 \text{ kg} \dots \quad \text{Ok}
 \end{aligned}$$

* Momen ultimate :

$$\begin{aligned}
 M_u &= P_u \cdot W && (w = \text{titik perlemahan}) \\
 &= 7807,80 \times 5 \\
 &= 39039,01 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

* Jumlah baut : (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain

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

dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 201)
dimana : M_u = Momen Ultimate
 $R = \phi R_n$ (kekuatan desain yang menentukan)
 $P = \text{Jarak minimum sumbu baut} = 4 \text{ cm}$

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot M_u}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 39039,01}{225571 \times 4}} = 0,51 \text{ buah} \approx 4 \text{ buah}$$

* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} = \frac{7807,802 / 4}{0,75 \times 5200 \times 5} = 0,1001 \text{ cm}$$

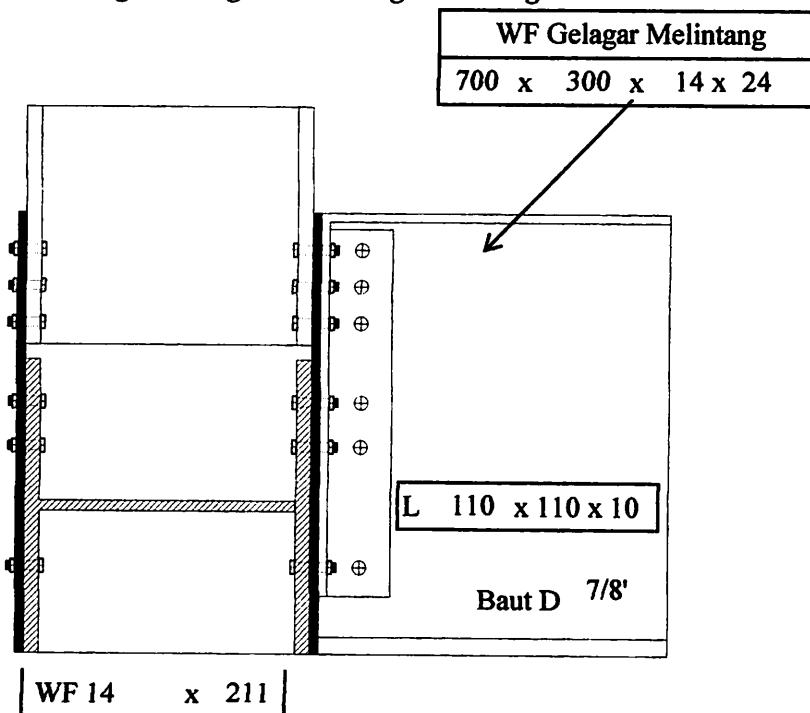
Maka digunakan plat penyambung siku L 110 x 110 x 10

* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

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

$$\begin{aligned} R_{ut} &= \frac{P_u}{n} \\ &= \frac{7807.80}{4} \\ &= 1951.9505 \text{ kg} > \phi \cdot R_n = 195494.46 \text{ kg} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

3.13. Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk



Gambar 3.14.1 Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk

Direncanakan baut A490 dengan diameter $D = 7/8 \text{ inch} = 2.22 \text{ cm}$

kekuatan tarik baut, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 103420.5 \text{ N/mm}^2$

* Gaya geser yang bekerja pada gelagar melintang

$$V_u = 92016.733 \text{ kg}$$

**** Luas Baut :**

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 2.22^2 \\ &= 3.878 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

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

*** Kekuatan tarik desain :**

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times A_b \\ &= 0.75 \times (0.75 \times 103420.5) \times 3.878 \\ &= 225570.53 \text{ kg} \end{aligned}$$

*** Kekuatan geser desain :**

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

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0.65 \times (0.75 \times 103420.5) \times 1 \times 3.878 \\ &= 195494.46 \text{ kg} \end{aligned}$$

*** 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 1.3 cm

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 2.22 \times 1.30 \times 5200) \\ &= 27043.38 \text{ kg} \end{aligned}$$

*** Kekuatan nominal :**

$$\begin{aligned} T_n &= 0.6 \times F_y \times A_{ug} \\ &= 0.6 \times 3600 \times 569 \\ &= 1229040.00 \text{ kg} > P_u = 92016.73 \text{ kg} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Aug adalah luas badan gelagar yang bersangkutan

* Momen ultimate :

$$\begin{aligned} Mu &= Pu \cdot W && (w = \text{titik perlemahan}) \\ &= 92016.73 \times 8 \\ &= 736133.864 \end{aligned}$$

* Jumlah baut :

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

dimana : Mu = Momen Ultimate
R = ϕ Rn (kekuatan desain yang menentukan)
P = Jarak minimum sumbu baut = 4 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 736133.86}{225571 \times 4}} = 2.21 \text{ buah} \approx 12 \text{ buah}$$

maka di pasang 24 (12 buah pada tiap sisi)

* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{92016.73 / 12}{0.75 \times 5200 \times 8.6} = 0.2286 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 110 x 110 x 10

** Kontrol terhadap kekuatan desain antara geser dan tarik :

* Kekuatan tarik desain > beban tarik terfaktor baut

* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$$\phi \cdot Rn > Rut$$

$$\begin{aligned} Ru_t &= \frac{Pu}{n} \\ &= \frac{92016.73}{12} \\ &= 7668.0611 \text{ kg} < \phi \cdot Rn = 195494.46 \text{ kg} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b \\ &= 0,75 \times (0,75 \times 103420,5) \times 3,878 \\ &= 225570,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

*** Kekuatan geser desain :**

Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 2 karena merupakan sambungan irisan ganda, sehingga $m = 1$

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \times (0,75 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0,65 \times (0,75 \times 103420,5) \times 1 \times 3,878 \\ &= 195494,46 \text{ kg} \end{aligned}$$

*** Kekuatan tumpu² desain :**

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

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0,75 \times (2,4 \times 3,88 \times 1 \times 5200) \\ &= 36293,52 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

*** Kekuatan nominal :**

$$\begin{aligned} T_n &= 0,6 \times F_y \times A \\ &= 0,6 \times 3600 \times 569 \\ &= 1229040,00 \text{ kg} > P_u = 92016,73 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

*** Momen ultimate :**

$$\begin{aligned} M_u &= P_u \cdot W \quad (w = \text{titik perlemahan}) = 8 \text{ cm} \\ &= 92016,73 \times 8 \\ &= 736133,864 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Jumlah baut :

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

dimana : Mu = Momen Ultimate

R = ϕ Rn (kekuatan desain yang menentukan)

P = Jarak minimum sumbu baut = 4 cm

$$n = \sqrt{\frac{6 \cdot Mu}{R \cdot P}} = \sqrt{\frac{6 \times 736133.86}{225571 \times 4}} = 2.21 \text{ buah} \approx 12 \text{ buah}$$

* Ketebalan plat yang digunakan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{92016.73 / 12}{0.75 \times 5200 \times 12} = 0.1638 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 110 x 110 x 10

** Kontrol terhadap kekuatan desain antara geser dan tarik :

* Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$\phi \cdot Rn > Ru_t$

$$\begin{aligned} Ru_t &= \frac{Pu}{n} \\ &= \frac{92016.73}{12} \\ &= 7668.0611 \text{ kg} < \phi \cdot Rn = 195494.46 \text{ kg} \dots \text{Ok} \end{aligned}$$

3.14.1 Sambungan Batang Gelagar Induk WF 14X211

* Perhitungan kekuatan Baut

Digunakan baut A490 dengan diameter, d = 7/8 inch 22.2 mm Kekuatan
kekuatan tarik baut, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342.5 \text{ N/mm}^2$

**** Luas Baut :**

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 2.22^2 \\ &= 3.869 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

*** Kekuatan geser desain :**

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

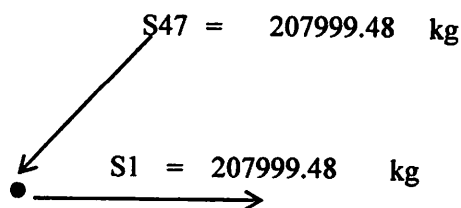
$$\begin{aligned} R_n &= \phi \times (0.75 \times F_u^b) \times m \times A_b \\ &= 0.65 \times (0.6 \times 10342.5) \times 1 \times 3.869 \\ &= 15605.07 \text{ kg} \end{aligned}$$

*** Kekuatan tumpu desain**

$$\begin{aligned} \text{Tebal plat simpul} &= 2.25 \text{ cm} \\ \text{Diameter lubang} &= 2.22 + 0.1 \\ &= 2.32 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \phi \cdot (2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (\phi = 0.75 \quad F_u = 5200 \text{ kg/cm}^2) \\ &= 0.75 \times (2.4 \times 2.32 \times 2.25 \times 5200) \\ &= 48859.20 \text{ kg} \end{aligned}$$

**** Joint 1**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S47

$$NS_{47} = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2.5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.50} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.44 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S1

$$NS_1 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

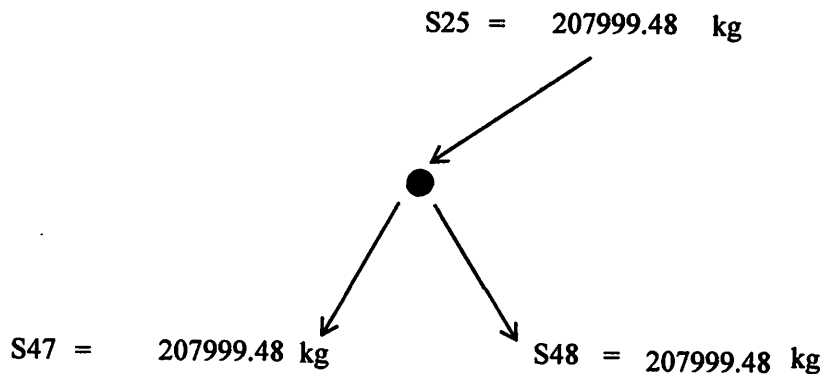
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 2**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S25

$$NS47 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

* Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S47

$$NS25 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

** Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S48

$$\text{NS48} = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm} \\ t &\geq 0.833313 \text{ cm} \end{aligned}$$

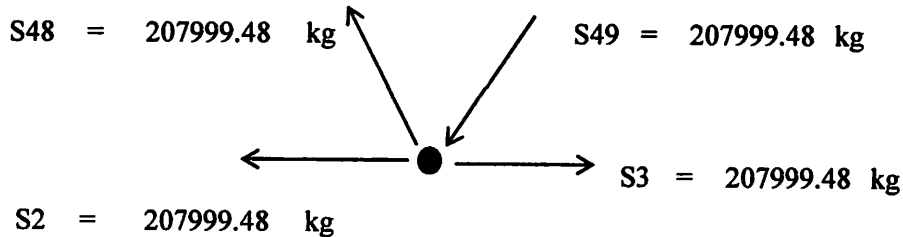
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 3**



***Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S2**

$$NS2 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul

S3

$$\text{NS3} = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.5555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{F_u \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

****Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S48**

$$NS48 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$
$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S49

$$NS49 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

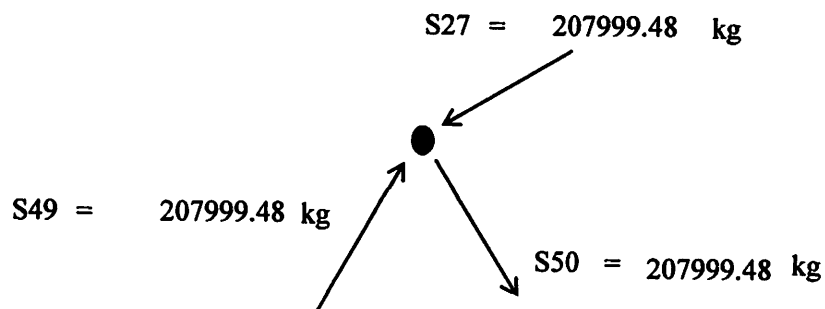
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 4**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S27

$$NS27 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S49

$$NS49 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.833313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S50

$$NS50 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.833313 \text{ cm}$$

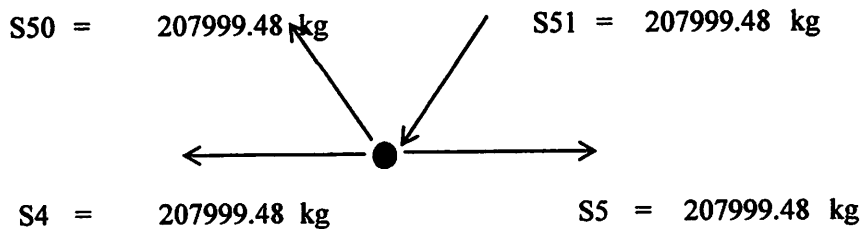
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 5**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S4

$$NS4 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm} \\ t &\geq 0.555542 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm}\end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned}&= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm}\end{aligned}$$

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

$$NS5 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned}&= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm}\end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm}\end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S50

$$NS50 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S51

$$NS51 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

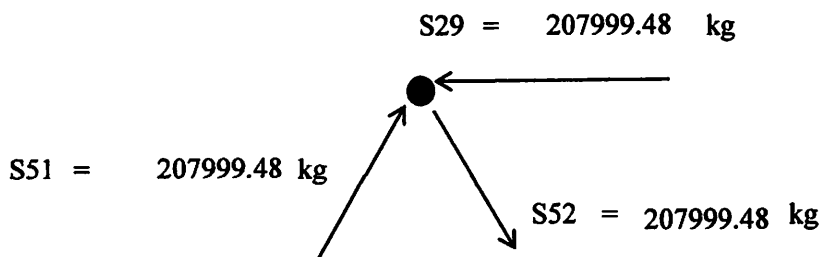
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 6**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S29

$$NS29 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S51

$$NS51 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah : $L = 4$ cm

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S52

$$NS52 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 4} = 0.8333 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.8333313 \text{ cm}$$

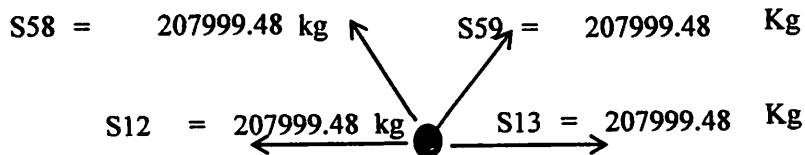
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\
 &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\
 &\geq 2.78 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned}
 &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\
 &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\
 &\text{diambil } L = 9 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**** Joint 7**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S12

$$NS12 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned}
 &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\
 &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\
 &\text{diambil } L = 6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm} \\
 t &\geq 0.555542 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm}\end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned}&= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S13

$$\text{NS18} = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned}&= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm}\end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned}t &= \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm} \\ t &\geq 0.555542 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm}\end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S58

$$NS58 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.5555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S59

$$NS59 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

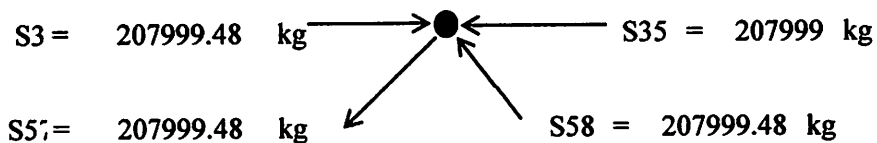
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 8**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S34

$$NS34 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S35

$$NS35 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S57

$$NS57 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.5555542 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S58

$$NS58 = \frac{207999.48}{15605.07} = 13.3 \approx \text{dipasang} = 16 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 22.2 - 200 \\ &= 33.3 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 6} = 0.5556 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.555542 \text{ cm}$$

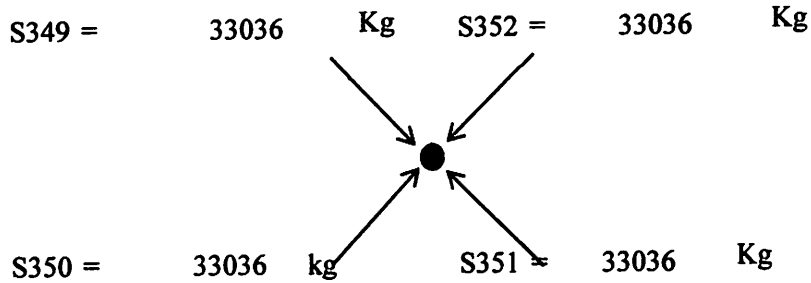
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 2 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{207999.5 / 16}{0.75 \times 5200 \times 2.00} + \frac{2.22}{2} \\ &\geq 2.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 22.2 - 200 \\ &= 66.6 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 9**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S349

$$NS349 = \frac{33036}{15605.07} = 2.12 \approx \text{dipasang} = 8 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.3529 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.3529444 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 1.12 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S350

$$NS350 = \frac{33035.60}{15605.07} = 2.12 \approx \text{dipasang} = 8 \text{ buah}$$

** Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.3529 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.3529444 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 1.12 \text{ cm} \end{aligned}$$

** Jarak antar baut

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S351

$$NS351 = \frac{33035.60}{15605.07} = 2.12 \approx \text{dipasang} = 8 \text{ buah}$$

** Jarak tepi baut

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.3529 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.3529444 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 1.12 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S352

$$\text{NS352} = \frac{33035.60}{15605.07} = 2.12 \approx \text{dipasang} = 8 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.3529 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.3529444 \text{ cm}$$

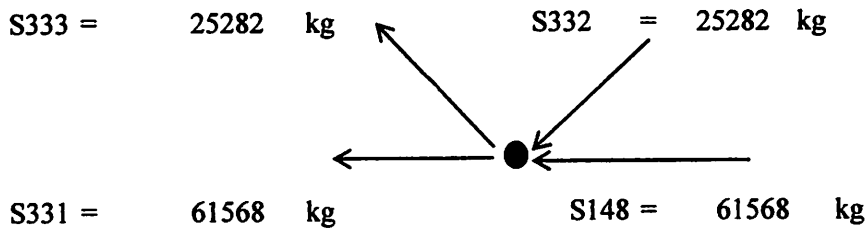
Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{33035.6 / 8}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 1.12 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Joint 10**



Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S332

$$NS332 = \frac{25282}{15605.07} = 1.62 \approx \text{dipasang} = 4 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{25282.4 / 4}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.5402 \text{ cm} \\ t &\geq 0.5402 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{25282.4 / 4}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 1.68 \text{ cm}\end{aligned}$$

** Jarak antar baut

$$\begin{aligned}&= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S333

$$\text{NS333} = \frac{25282.40}{15605.07} = 1.62 \approx \text{dipasang} = 4 \text{ buah}$$

** Jarak tepi baut

$$\begin{aligned}&= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm}\end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{25282.4 / 4}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.5402 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.5402222 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{25282.4 / 4}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 1.68 \text{ cm}\end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S331

$$NS331 = \frac{61568}{15605.07} = 3.95 \approx \text{dipasang} = 8 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{61568 / 8}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.6578 \text{ cm} \\ t &\geq 0.6577778 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{61568 / 8}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 2.04 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jumlah baut yang diperlukan pada simpul S148

$$NS148 = \frac{61568.00}{15605.07} = 3.95 \approx \text{dipasang} = 8 \text{ buah}$$

**** Jarak tepi baut**

$$\begin{aligned} &= 1.5d - 200 = 1.50 \times 1.27 - 200 \\ &= 1.905 - 200 \text{ mm} \\ &\text{diambil } L = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ketebalan plat yang diperlukan adalah :

$$t = \frac{P}{\phi \cdot Fu \cdot L} = \frac{61568 / 8}{0.75 \times 5200 \times 3} = 0.6578 \text{ cm}$$

$$t \geq 0.6577778 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan = 1 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{Db}{2} \\ &\geq \frac{61568 / 8}{0.75 \times 5200 \times 1.00} + \frac{0.13}{2} \\ &\geq 2.04 \text{ cm} \end{aligned}$$

**** Jarak antar baut**

$$\begin{aligned} &= 3d - 200 = 3.0 \times 1.27 - 200 \\ &= 3.81 - 200 \text{ cm} \\ &\text{diambil } L = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.14 Kontrol Plat Simpul

✓ Gelagar Induk W14X211

Simpul 1 A- A

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 22,2 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat Bj 52, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan plat Bj 52, $f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $d = 2,22 + 0,1 = 2,32 \text{ cm}$

- Batang no. 1

$$P_{+1} = \frac{51438,523}{2}$$

$$= 25719,2615 \text{ kg}$$

$$P_1 \cdot \cos 32^\circ = 25719,2615 \cos 32^\circ$$

$$D_1 = 21811,17075 \text{ kg}$$

$$P_1 \cdot \sin 32^\circ = 25719,2615 \sin 32^\circ$$

$$N_1 = 13629,13213 \text{ kg}$$

- Batang no. 47

$$P_{47} = \frac{319111,906}{2}$$

$$= 159555,953 \text{ kg}$$

$$P_{47} \cdot \cos 31^\circ = 159555,950 \cos 31^\circ$$

$$D_{47} = 136766,143 \text{ kg}$$

$$P_{47} \cdot \sin 31^\circ = 159555,953 \sin 31^\circ$$

$$N_{47} = 82177,38933 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 13629,13213 - 82177,38933$$

$$\begin{aligned}
 &= - 68548,2572 \text{ kg (tekan)} \\
 D_{\text{Total}} &= 21811,17075 + 136766,143 \\
 &= 158577,3138 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$$\phi P_n \geq P_u \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342})$$

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 68548,2572 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342})$$

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

$$k = \text{koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi} = 1$$

$$\mu = \text{rasio poison} = 0,3$$

$$b/t = \text{rasio lebar/tebal}$$

$$\phi = 0,85 \text{ untuk desain tekan}$$

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (114/2)^2}$$

$$= 563,6376109 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (114 - 4 \times 2.32) \times 2$$

$$= 213,44 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 563,6376109 \cdot 213,44$$

$$= 102257,3899 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$102257,3899 > 68548,2572 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (114 - 4 \cdot 2,32) \cdot 2$$

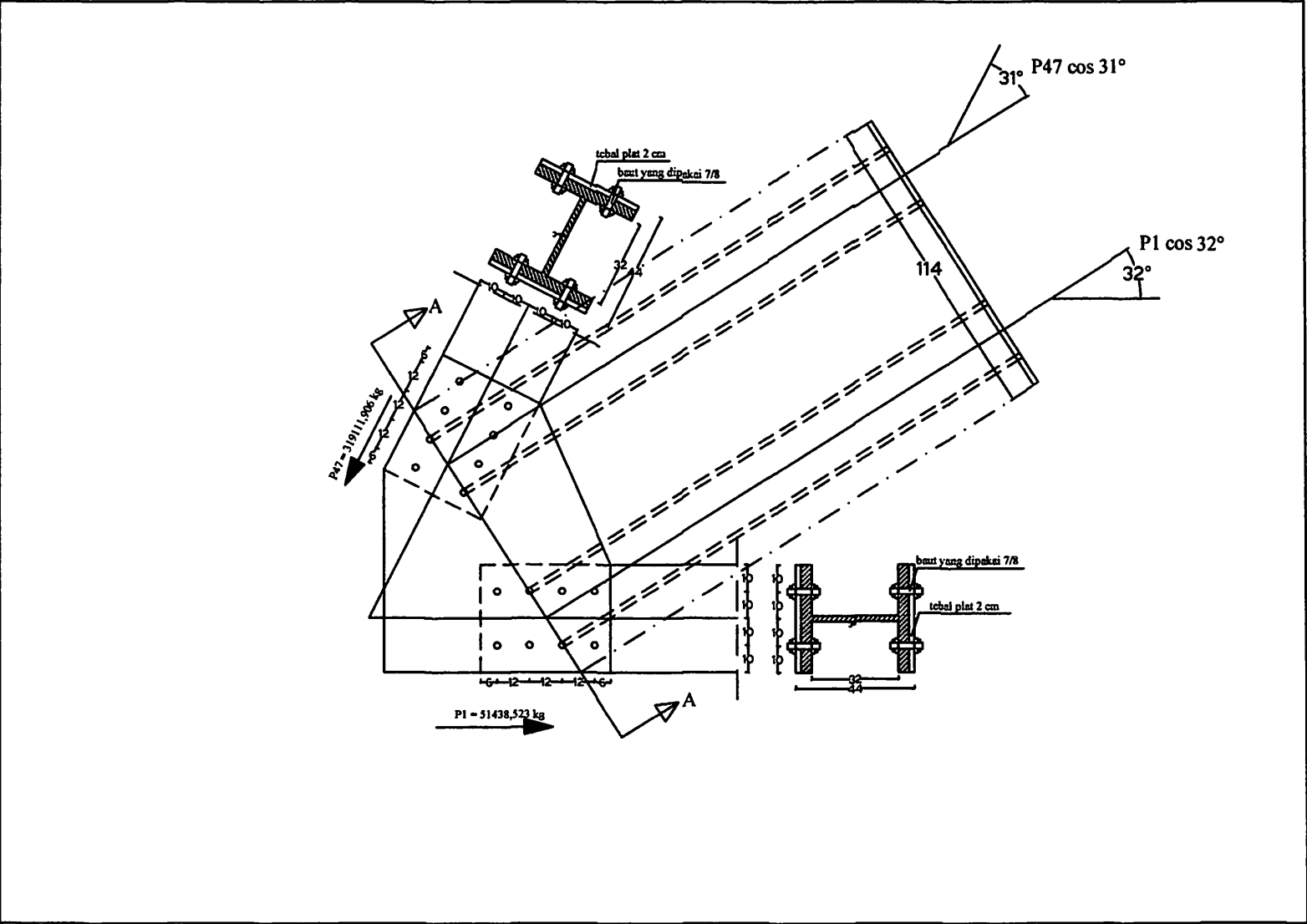
$$= 461030,4 \text{ kg}$$

$$V_u = 158577,3138 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$158577,3138 \text{ kg} < 0,9 \cdot 461030,4 \text{ kg}$$

$$158577,3138 \text{ kg} < 414927,36 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$



Simpul 2 B-B

Diameter baut yang digunakan, $D = 78 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan plat Bj 52, $f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan tarik putus Bj 52, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $\frac{3}{4} = 2,22 + 0,1 = 2,32 \text{ cm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 134 \\ &= 268 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (134 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 254,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

• Batang no. 25

$$\begin{aligned} P_{+25} &= \frac{256176,1718}{2} \\ &= 128088,0859 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$P_{25} \cdot \cos 28^\circ = 128088,0859 \cdot \cos 28^\circ$$

$$D_{25} = 113095,0671 \text{ kg}$$

$$P_{25} \cdot \sin 28^\circ = 128088,0859 \cdot \sin 28^\circ$$

$$N_{25} = 60133,71386 \text{ kg}$$

- Batang no. 48

$$P_{48} = \frac{212741,9531}{2}$$

$$= 106370,9766 \text{ kg}$$

$$P_{48} \cdot \cos 57^\circ = 106370,9766 \cdot \cos 57^\circ$$

$$D_{48} = 57933,78605 \text{ kg}$$

$$P_{48} \cdot \sin 57^\circ = 106370,9766 \cdot \sin 57^\circ$$

$$N_{48} = 89210,20736 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 60133,71386 - 89210,20736$$

$$= -29076,4935 \text{ kg (tekan)}$$

$$D_{\text{Total}} = 113095,0671 + 57933,78605$$

$$= 171028,8532 \text{ kg}$$

- Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$$\phi P_n \geq P_u \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342})$$

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 29076,4935 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur}$$

Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1,
1992 : 342)

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

k = koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi = 1

μ = rasio poison = 0,3

b/t = rasio lebar/tebal

$\phi = 0,85$ untuk desain tekan

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (134/2)^2}$$
$$= 422,3829189 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (134 - 3 \times 2,32) \times 2$$
$$= 254,08 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 422,3829189 \cdot 254,08$$
$$= 91221,19423 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$91221,19423 > 29076,4935 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

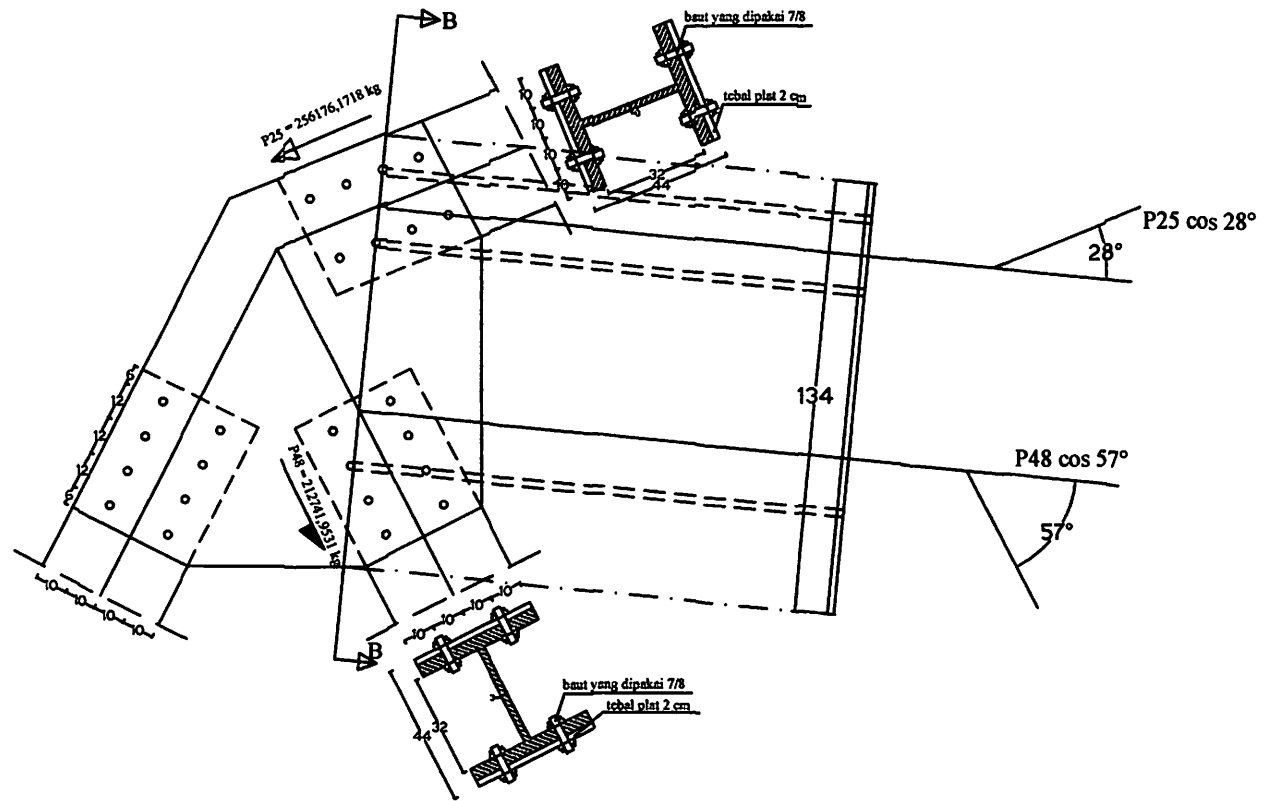
$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \qquad A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$
$$= 0,6 \times 3600 \times (134 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$
$$= 548812,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 171028,8532 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$171028,8532 \text{ kg} < 0,9 \cdot 548812,8 \text{ kg}$$

$$171028,8532 \text{ kg} < 493931,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$



Simpul 3 C - C

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $= 2,22 + 0,1$

$$= 2,32 \text{ cm}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 134 \\ &= 268 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : $t = \text{tebal plat simpul} = 2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (134 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 256,08254,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no. 3

$$\begin{aligned} P_{-3} &= \frac{88405,03125}{2} \\ &= 44202,51563 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$P_3 \cdot \cos 27^\circ = 44202,51563 \cos 27^\circ$$

$$D_3 = 39384,72981 \text{ kg}$$

$$P_3 \cdot \sin 27^\circ = 44202,51563 \sin 27^\circ$$

$$N_3 = 20067,52216 \text{ kg}$$

- Batang no. 49

$$P_{+49} = \frac{145277,9687}{2}$$

$$= 77638,98435 \text{ kg}$$

$$P_{49} \cdot \cos 43^0 = 77638,98435 \cdot \cos 43^0$$

$$D_{49} = 56781,55859 \text{ kg}$$

$$P_{49} \cdot \sin 43^0 = 77638,98435 \cdot \sin 43^0$$

$$N_{49} = 52949,66 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 20067,52216 - 52949,66$$

$$= - 32882,13784 \text{ (tekan)}$$

$$D_{\text{Total}} = 39384,72981 + 56781,55859$$

$$= 96166,2884 \text{ kg}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$\phi P_n \geq P_u$ (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 32882,13784 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur}$$

Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

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

k = koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi = 1

μ = rasio poison = 0,3

b/t = rasio lebar/tebal

$\phi = 0,85$ untuk desain tekan

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (134/2)^2}$$

$$= 422,3829189 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (134 - 3 \times 2,32) \times 2$$

$$= 254,08 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 422,3829189 \cdot 254,08$$

$$= 91221,19423 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$91221,19423 > 32882,13784 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (134 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$

$$= 548812,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 96166,2884 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$96166,2884 \text{ kg} < 0,9 \cdot 548812,8 \text{ kg}$$

$$96166,2884 \text{ kg} < 493931,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

Simpul 3 D - D

- Batang no. 2

$$P_{+2} = \frac{51508,64843}{2}$$
$$= 25754,32422 \text{ kg}$$

$$P_2 \cdot \cos 13^\circ = 25754,32422 \cos 13^\circ$$

$$D_2 = 225094,24256 \text{ kg}$$

$$P_2 \cdot \sin 13^\circ = 25754,32422 \sin 13^\circ$$

$$N_2 = 5793,462387 \text{ kg}$$

- Batang no. 48

$$P_{48} = \frac{212742,1406}{2}$$
$$= 106371,0703 \text{ kg}$$

$$P_{48} \cdot \cos 48^\circ = 106371,0703 \cdot \cos 48^\circ$$

$$N_{48} = 71176,13877 \text{ kg}$$

$$P_{48} \cdot \sin 48^\circ = 106371,0703 \cdot \sin 48^\circ$$

$$D_{48} = 79049,11047 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 5793,462387 - 79049,11047$$
$$= -73255,64808 \text{ (tekan)}$$

$$D_{\text{Total}} = 225094,24256 + 79049,11047$$
$$= 304143,353 \text{ kg}$$

- Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$$\phi P_n \geq P_u \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342})$$

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 73255,64808 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur}$$

Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1,
1992 : 342)

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

k = koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi = 1

μ = rasio poison = 0,3

b/t = rasio lebar/tebal

ϕ = 0,85 untuk desain tekan

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (124/2)^2}$$

$$= 493,2562235 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (124 - 3 \times 2,32) \times 2$$

$$= 234,08 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 493,2562235 \cdot 234,08$$

$$= 98142,20428 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$98142,20428 > 73255,64808 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (124 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$

$$= 505612,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 304143,353 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$304143,353 \text{ kg} < 0,9 \cdot 505612,8 \text{ kg}$$

$$304143,353 \text{ kg} < 455051,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

Simpul 4 E - E

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang = $2,22 + 0,1$

$$= 2,32 \text{ cm}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$A_g = t \times b$$

$$= 2 \times 154 = 312 \text{ cm}^2$$

Dimana : $t = \text{tebal plat simpul} = 2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= (154 - 2 \cdot 2,32) \cdot 2$$

$$= 302,72 \text{ cm}^2$$

▪ Batang no. 27

$$P_{27} = \frac{351751,75}{2}$$

$$= 175875,875 \text{ kg}$$

$$P_{27} \cdot \cos 25^\circ = 175875,875 \cdot \cos 25^\circ$$

$$D_{27} = 159397,6751 \text{ kg}$$

$$P_{27} \cdot \sin 25^\circ = 175875,875 \cdot \sin 25^\circ$$

$$N_{27} = 74328,35657 \text{ kg}$$

- Batang no. 50

$$P_{+50} = \frac{173053,4687}{2}$$

$$= 86526,73435 \text{ kg}$$

$$P_{50} \cdot \cos 67^\circ = 86526,73435 \cdot \cos 67^\circ$$

$$D_{50} = 33808,68856 \text{ kg}$$

$$P_{50} \cdot \sin 67^\circ = 86526,73435 \cdot \sin 67^\circ$$

$$N_{50} = 79648,27892 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 74328,35657 - 33808,68856$$

$$= 40519,66801 \text{ kg (tarik)}$$

$$D_{\text{Total}} = 159397,6751 + 33808,68856 \text{ kg}$$

$$= 193206,3637 \text{ kg}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya tarik

- Kekuatan nominal plat terhadap pelemahan penampang bruto :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$= 0,90 \cdot 3600 \cdot 312$$

$$= 1010880 \text{ kg}$$

- Kekuatan nominal plat terhadap retakan penampang bersih :

$$\phi T_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$= 0,75 \cdot 5200 \cdot 302,72$$

$$= 1180608 \text{ kg}$$

Dari hasil diatas diambil nilai terkecil yaitu $\phi R_n = 1010880 \text{ kg}$.

$$\phi R_n > T_u = N$$

$$1010880 \text{ kg} > 40519,66801 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (154 - 2 \cdot 2,32) \cdot 2$$

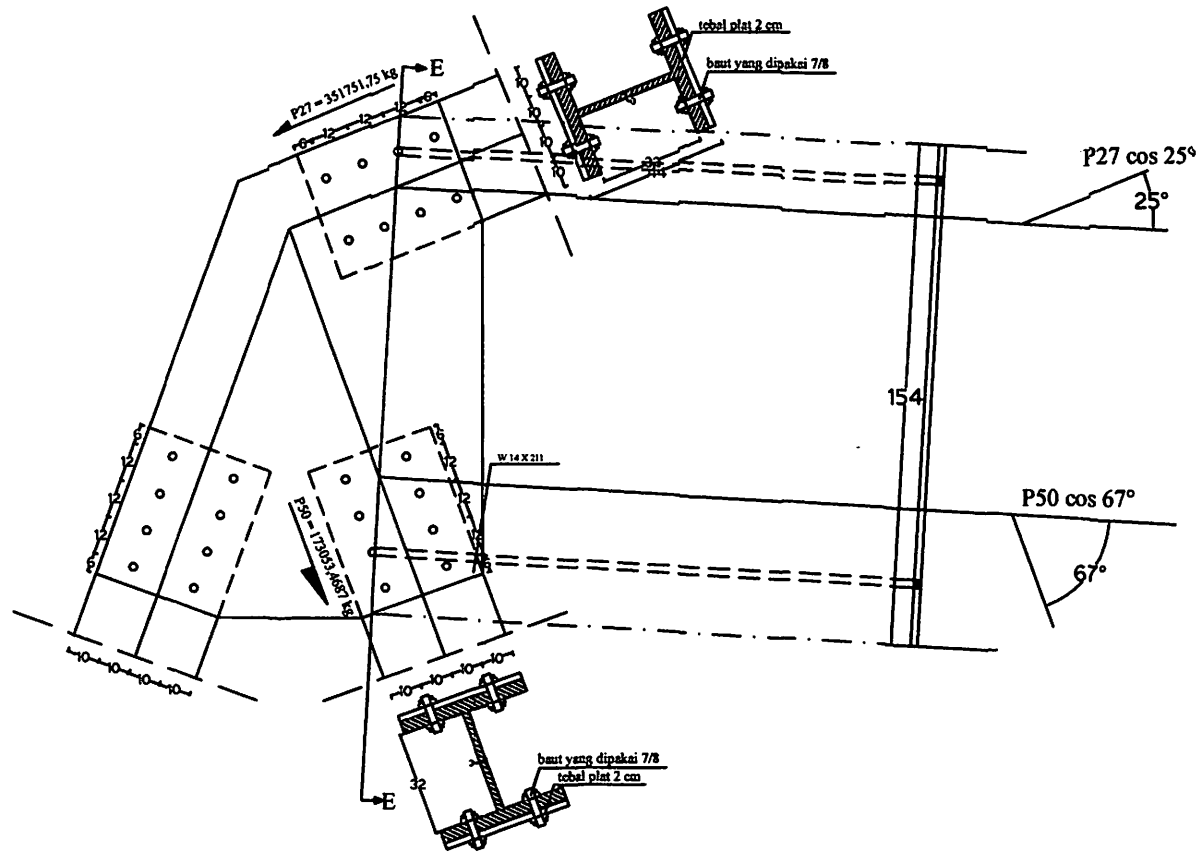
$$= 653875,2 \text{ kg}$$

$$V_u = 193206,3637 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$193206,3637 \text{ kg} < 0,9 \cdot 653875,2 \text{ kg}$$

$$193206,3637 < 588487,68 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$



Simpul 5 F - F

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $= 2,22 + 0,1$

$= 2,32 \text{ cm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 142 \\ &= 284 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : $t = \text{tebal plat simpul} = 2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (142 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 270,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no. 5

$$\begin{aligned} P_{+5} &= \frac{95887,56250}{2} \\ &= 47943,78125 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$P_5 \cdot \cos 5^\circ = 47943,78125 \cos 5^\circ$$

$$D_5 = 47761,34069 \text{ kg}$$

$$P_5 \cdot \sin 5^\circ = 47943,78125 \sin 5^\circ$$

$$N_5 = 4178,575865 \text{ kg}$$

- Batang no. 51

$$P_{51} = \frac{11857,6562}{2}$$

$$= 5928,8281 \text{ kg}$$

$$P_{51} \cdot \cos 68^\circ = 5928,8281 \cdot \cos 68^\circ$$

$$D_{51} = 2220,978097 \text{ kg}$$

$$P_{51} \cdot \sin 68^\circ = 5928,8281 \cdot \sin 68^\circ$$

$$N_{51} = 5497,113691 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 4178,575865 - 5497,113691$$

$$= -1318,537826 \text{ kg (tekan)}$$

$$D_{\text{Total}} = 47761,34069 + 2220,978097$$

$$= 49982,31879 \text{ kg}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$\phi P_n \geq P_u$ (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 1318,537826 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur}$$

Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342)

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

k = koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi = 1

μ = rasio poisson = 0,3

b/t = rasio lebar/tebal

$$\phi = 0,85 \text{ untuk desain tekan}$$

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (142/2)^2}$$

$$= 376,1311095 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (142 - 3 \times 2,32) \times 2$$

$$= 270,08 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 376,1311095 \cdot 270,08$$

$$= 86347,66655 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$86347,66655 > 1318,537826 \text{ kg} \quad \dots \text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (142 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$

$$= 583372,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 49982,31879 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$49982,31879 \text{ kg} < 0,9 \cdot 583372,8 \text{ kg}$$

$$49982,31879 \text{ kg} < 525035,52 \text{ kg} \quad \dots \text{Ok!!!}$$

Simpul 5 G - G

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $= 2,22 + 0,1$

$$= 2,32 \text{ cm}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 140 \\ &= 280 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : $t = \text{tebal plat simpul} = 2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (140 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 266,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no. 4

$$\begin{aligned} P_4 &= \frac{88405,03125}{2} \\ &= 44202,51563 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$N_4 = 44202,51563 \text{ kg (sudut } 0^\circ)$$

- Batang no. 50

$$P_{+50} = \frac{173053,4687}{2}$$

$$= 86526,73435 \text{ kg}$$

$$P_{50} \cdot \cos 70^\circ = 86526,73435 \cdot \cos 70^\circ$$

$$D_{50} = 29593,88608 \text{ kg}$$

$$P_{50} \cdot \sin 70^\circ = 86526,73435 \cdot \sin 70^\circ$$

$$N_{50} = 81308,53377 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 44202,51563 - 81308,53377$$

$$= -37106,01814 \text{ kg (tekan)}$$

$$D_{\text{Total}} = 29593,88608 \text{ kg}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$$\phi P_n \geq P_u \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342})$$

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 37106,01814 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur}$$

Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1,
1992 : 342)

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

k = koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi = 1

μ = rasio poison = 0,3

b/t = rasio lebar/tebal

$\phi = 0,85$ untuk desain tekan

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (140/2)^2}$$
$$= 386,9544741 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (140 - 3 \times 2,32) \times 2$$
$$= 266,08 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 386,9544741 \cdot 266,08$$
$$= 87516,7195 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$87516,7195 > 37106,01814 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

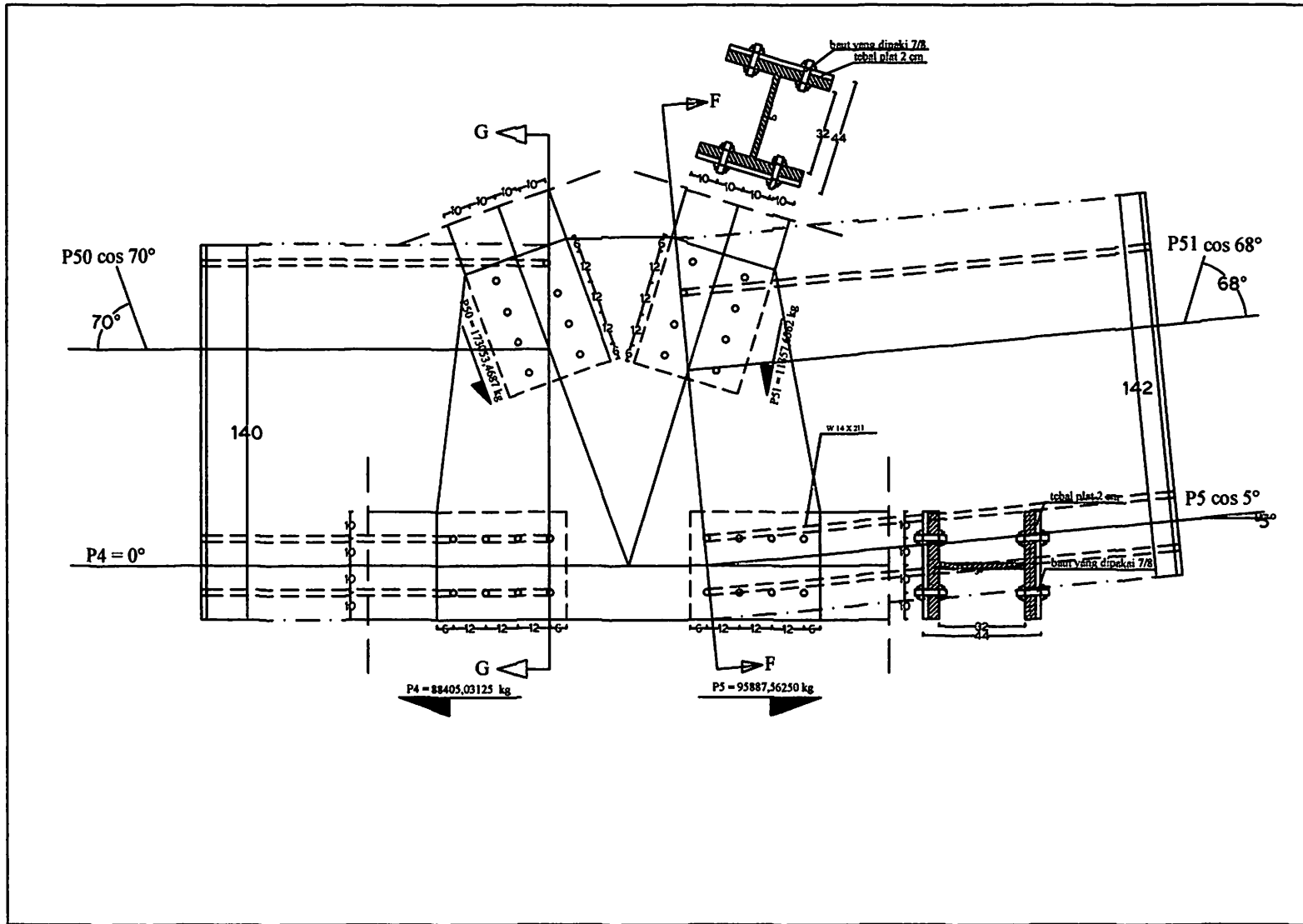
$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \qquad A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$
$$= 0,6 \times 3600 \times (140 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$
$$= 574732,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 29593,88608 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$29593,88608 \text{ kg} < 0,9 \cdot 574732,8 \text{ kg}$$

$$29593,88608 \text{ kg} < 517259,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$



Simpul 6 H - H

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $F_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $= 2,22 + 0,1$

$$= 2,32 \text{ cm}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 148 \\ &= 296 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : $t = \text{tebal plat simpul} = 2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (148 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 282,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no. 29

$$\begin{aligned} P_{29} &= \frac{432960,4063}{2} \\ &= 216480,2032 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$P_{29} \cdot \cos 20^\circ = 216480,2032 \cdot \cos 20^\circ$$

$$D_{29} = 203424,8495 \text{ kg}$$

$$P_{29} \cdot \sin 20^\circ = 216480,2032 \cdot \sin 20^\circ$$

$$N_{29} = 74040,59013 \text{ kg}$$

- Batang no. 52

$$P_{+52} = \frac{190007,9062}{2}$$

$$= 95003,9531 \text{ kg}$$

$$P_{52} \cdot \cos 53^\circ = 95003,9531 \cdot \cos 53^\circ$$

$$D_{52} = 57174,80623 \text{ kg}$$

$$P_{52} \cdot \sin 53^\circ = 95003,9531 \cdot \sin 53^\circ$$

$$N_{52} = 75873,53054 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 74040,59013 - 75873,53054$$

$$= -1832,94041 \text{ kg (tekan)}$$

$$D_{\text{Total}} = 203424,8495 + 57174,80623$$

$$= 260599,6557 \text{ kg}$$

- Kontrol kekuatan terhadap gaya tekan

$$\phi P_n \geq P_u \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 342})$$

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$P_u = 1832,94041 \text{ kg}$$

$$f_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (b/t)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur}$$

Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1,
1992 : 342)

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

k = koefisien jenis tumpuan, sendi – sendi = 1

μ = rasio poison = 0,3

b/t = rasio lebar/tebal

$\phi = 0,85$ untuk desain tekan

$$f_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^6}{12 \cdot (1 - 0,3^2) \cdot (148/2)^2}$$
$$= 346,2521773 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_g = (148 - 3 \times 2,32) \times 2$$
$$= 282,08 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 346,2521773 \cdot 282,08$$
$$= 83020,19205 \text{ kg}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$83020,19205 > 1832,94041 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \qquad A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$
$$= 0,6 \times 3600 \times (148 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$
$$= 609292,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 260599,6557 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$260599,6557 \text{ kg} < 0,9 \cdot 609292,8 \text{ kg}$$

$$260599,6557 \text{ kg} < 548363,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

Simpul 6 I - I

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $= 2,22 + 0,1 = 2,32 \text{ cm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 124 \\ &= 248 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : $t = \text{tebal plat simpul} = 2 \text{ cm}$

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (124 - 4 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 229,44 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no. 28

$$\begin{aligned} P_{-28} &= \frac{351751,7500}{2} \\ &= 175875,875 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$N_{28} = 175875,875 \text{ (sudut } 0^0\text{)}$$

Batang no. 51

$$P_{51} = \frac{11857,6562}{2}$$
$$= 5928,8281 \text{ kg}$$

$$P_{51} \cdot \cos 51^{\circ} = 5928,8281 \cdot \cos 51^{\circ}$$

$$D_{51} = 3731,132418 \text{ kg}$$

$$P_{51} \cdot \sin 51^{\circ} = 5928,8281 \cdot \sin 51^{\circ}$$

$$N_{51} = 4607,564814 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 175875,875 - 4607,564814$$
$$= 171268,3102 \text{ kg (tarik)}$$

$$D_{\text{Total}} = 3731,132418 \text{ kg}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya tarik

- Kekuatan nominal plat terhadap pelemahan penampang bruto :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$
$$= 0,90 \cdot 3600 \cdot 248$$
$$= 758880 \text{ kg}$$

- Kekuatan nominal plat terhadap retakan penampang bersih :

$$\phi T_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$
$$= 0,75 \cdot 5200 \cdot 229,44$$
$$= 894816 \text{ kg}$$

Dari hasil diatas diambil nilai terkecil yaitu $\phi T_n = 758880 \text{ kg}$.

$$\phi T_n > T_u = N$$

$$758880 \text{ kg} > 171268,3102 \text{ kg} \dots \text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (124 - 4 \cdot 2,32) \cdot 2$$

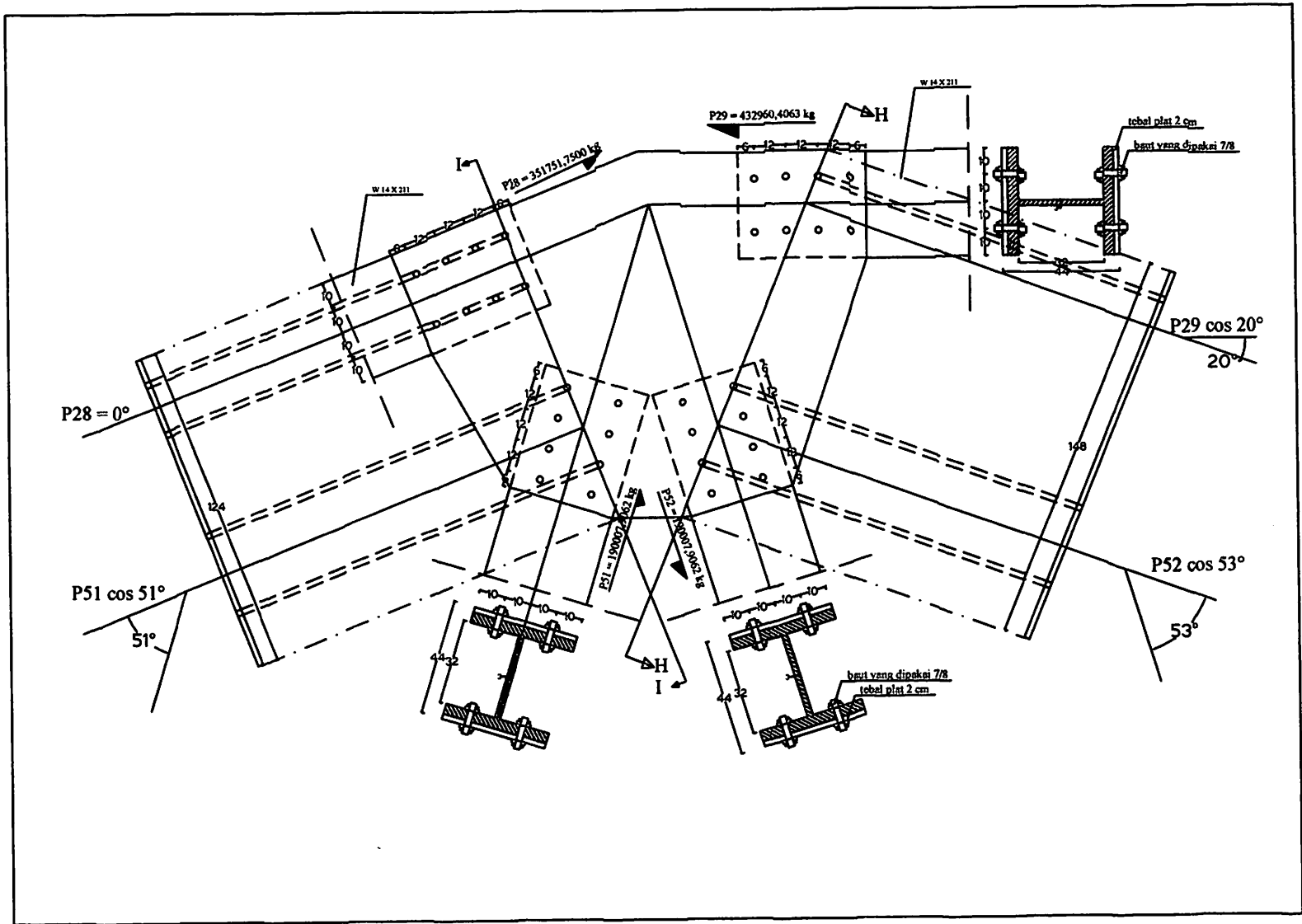
$$= 495590,4 \text{ kg}$$

$$V_u = 3731,132418 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$3731,132418 \text{ kg} < 0,9 \cdot 495590,4 \text{ kg}$$

$$3731,132418 < 446031,36 \text{ kg} \dots \text{Ok!!!}$$



Simpul 7 J - J

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang = $2,22 + 0,1$

$$= 2,32 \text{ cm}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 144 \\ &= 292 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (144 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 278,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no. 85

$$\begin{aligned} P_{85} &= \frac{138872,0156}{2} \\ &= 69436,0078 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$N_{85} = 69436,0078 \text{ kg (sudut } 0^\circ)$$

- Batang no. 131

$$P_{+131} = \frac{86086,76562}{2}$$

$$= 43043,38281 \text{ kg}$$

$$P_{131} \cdot \cos 73^{\circ} = 43043,38281 \cdot \cos 73^{\circ}$$

$$D_{131} = 12584,66721 \text{ kg}$$

$$P_{131} \cdot \sin 73^{\circ} = 43043,38281 \cdot \sin 73^{\circ}$$

$$N_{131} = 41162,59169 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 69436,0078 - 41162,59169$$

$$= 28273,41611 \text{ kg (tarik)}$$

$$D_{\text{Total}} = 12584,66721 \text{ kg}$$

- Kontrol kekuatan terhadap gaya tarik

- Kekuatan nominal plat terhadap pelelehan penampang bruto :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$= 0,90 \cdot 3600 \cdot 292$$

$$= 946080 \text{ kg}$$

- Kekuatan nominal plat terhadap retakan penampang bersih :

$$\phi T_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$= 0,75 \cdot 5200 \cdot 278,08$$

$$= 1084512 \text{ kg}$$

Dari hasil diatas diambil nilai terkecil yaitu $\phi R_n = 946080 \text{ kg}$.

$$\phi R_n > T_u = N$$

$$946080 > 28273,41611 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

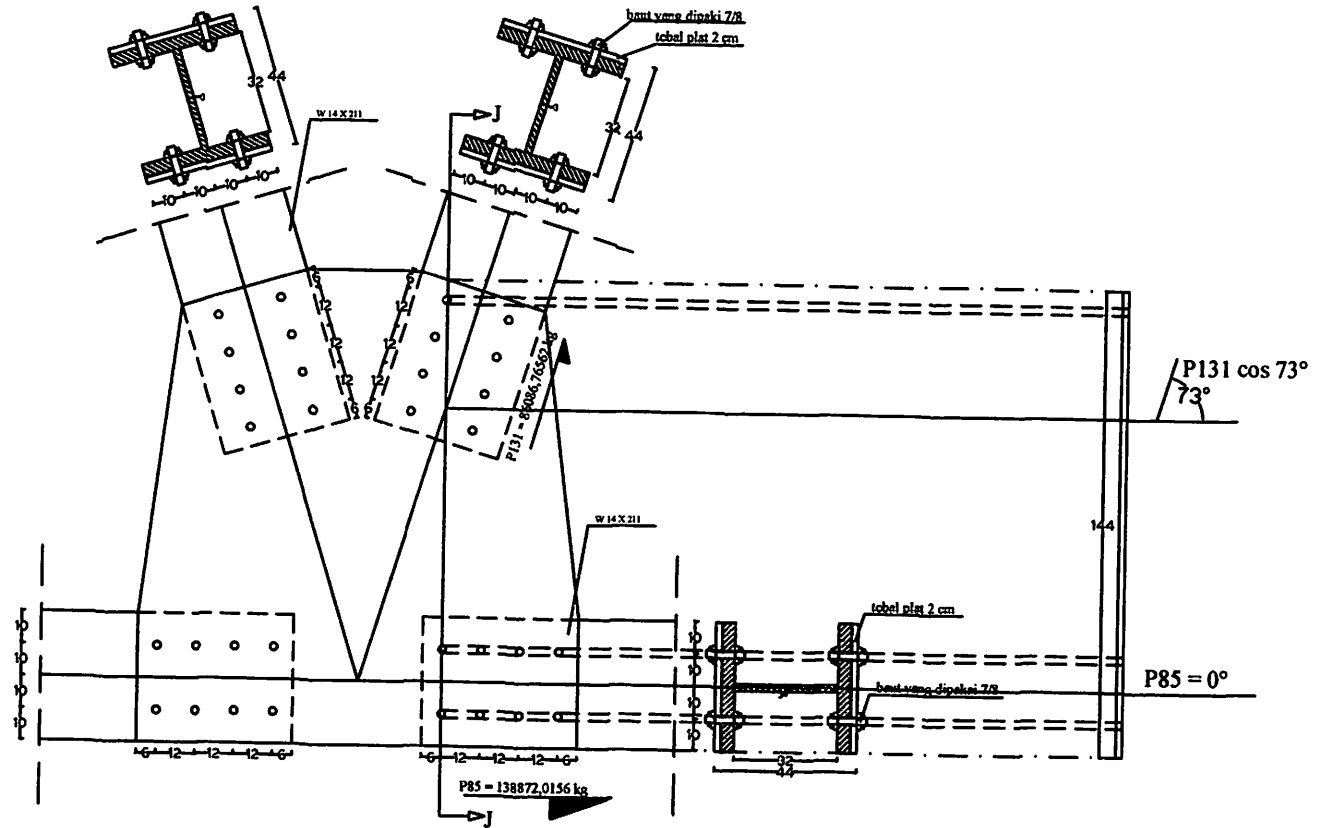
$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \times f_y \times A_w & A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= 0,6 \times 3600 \times (144 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 600652,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u = 12584,66721 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$12584,66721 \text{ kg} < 0,9 \cdot 600652,8 \text{ kg}$$

$$12584,66721 < 540587,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$



Simpul 8 K- K

Diameter baut yang digunakan, $d = 7/8 \text{ inch} = 2,22 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut A490, $F_u^b = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan tarik putus plat, $f_u = 5200 \text{ kg/cm}^2$

Diameter lubang $= 2,22 + 0,1 = 2,32 \text{ cm}$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 144 \\ &= 288 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} A_w &= (b - n \cdot d) \cdot t \\ &= (144 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2 \\ &= 274,08 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

▪ Batang no.35

$$\begin{aligned} P_{.35} &= \frac{573579,7500}{2} \\ &= 286789,875 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$N_{35} = 286789,875 \text{ kg (sudut } 0^0)$$

Batang no. 58

$$P_{+58} = \frac{33497,66015}{2}$$
$$= 16748,83008 \text{ kg}$$

$$P_{58} \cdot \cos 73^0 = 16748,83008 \cdot \cos 73^0$$

$$D_{58} = 4896,884003 \text{ kg}$$

$$P_{58} \cdot \sin 73^0 = 16748,83008 \cdot \sin 73^0$$

$$N_{58} = 16016,98586 \text{ kg}$$

$$N_{\text{Total}} = 286789,875 - 16016,98586$$
$$= 270772,8891 \text{ kg (tarik)}$$

$$D_{\text{Total}} = 4896,884003 \text{ kg}$$

Kontrol kekuatan terhadap gaya tarik

- Kekuatan nominal plat terhadap pelemahan penampang bruto :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$
$$= 0,90 \cdot 3600 \cdot 288$$
$$= 933120 \text{ kg}$$

- Kekuatan nominal plat terhadap retakan penampang bersih :

$$\phi T_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$
$$= 0,75 \cdot 5200 \cdot 274,08$$
$$= 1072812 \text{ kg}$$

Dari hasil diatas diambil nilai terkecil yaitu $\phi R_n = 933120 \text{ kg}$.

$$\phi T_n > T_u = N$$

$$933120 \text{ kg} > 270772,8891 \text{ kg} \text{Ok!!!}$$

➤ Kontrol kekuatan terhadap gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$A_w = (b - n \cdot d) \cdot t$$

$$= 0,6 \times 3600 \times (144 - 3 \cdot 2,32) \cdot 2$$

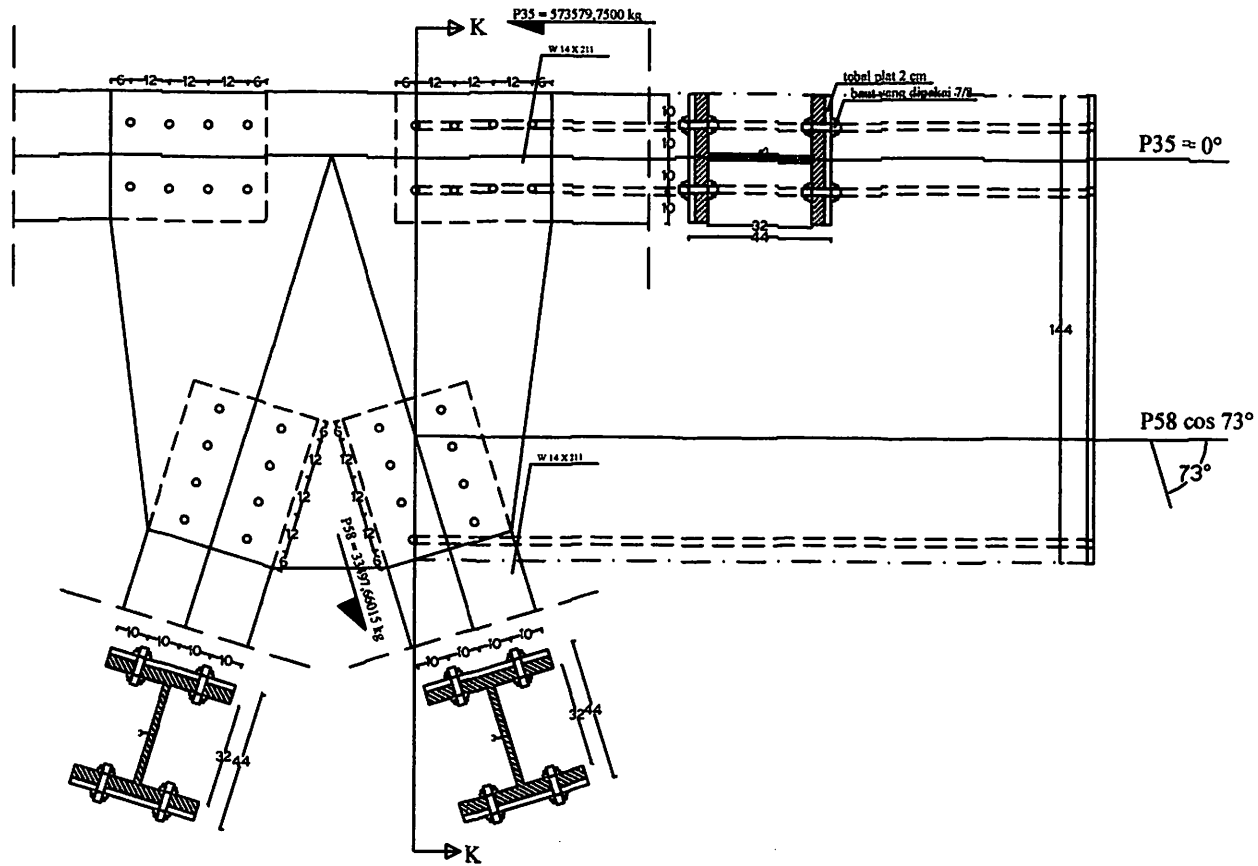
$$= 592012,8 \text{ kg}$$

$$V_u = 4896,884003 \text{ kg} = D_{\text{Total}}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$4896,884003 \text{ kg} < 0,9 \cdot 592012,8 \text{ kg}$$

$$4896,884003 < 532811,52 \text{ kg} \quad \dots\text{Ok!!!}$$



3.15 Perhitungan Momen Portal Jembatan

Kontrol dimensi (batang 47)

$$Nu = 319111,91 \text{ kg}$$

$$Mu = 453,50 \text{ kg.cm}$$

46	ST	W14X211	PASS	COMPRESSION	0.220	28
			256179.81 C	0.00	0.00	269.26
47	ST	W14X211	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.323	20
			319111.91 C	0.06	453.50	559.02

Dimensi batang digunakan profil W14X211 :

$$H = 399,290 \text{ mm} \quad Ag = 711,415 \text{ cm}^2$$

$$B = 401,320 \text{ mm} \quad G = 399,2880 \text{ kg/m}$$

$$Tw = 25 \text{ mm} \quad Ix = 184900 \text{ cm}^4$$

$$Tf = 41,910 \text{ mm} \quad Iy = 42871,8 \text{ cm}^4$$

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

Panjang batang no. 47 = 560 cm = 5600 mm

- Cek Kriteria Penampang

$$Kc = \frac{D-2.tf-2r}{tw}$$
$$= \frac{399,290-2.41,910-2.22}{25}$$

$$= 10,8588$$

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

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

Karena $K_c = 10,8588 \leq 88,544$, maka kapasitas momen penampang harus dianalisis dengan distribusi tegangan plastis

- **Kontrol Terhadap Kompak**

- Untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{401,320}{2 \cdot 25} = 8,0264$$

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

$$\lambda < \lambda_p = 8,0264 < 8,960 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Untuk tekuk lokal badan balok

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{d - 2(r_0 + t_f)}{t_w} = \frac{399,290 - 2(22 + 41,910)}{25} = 10,8588$$

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

$$\lambda < \lambda_p = 10,8588 < 88,544 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- **Panjang tekuk batang**

$$G = \frac{\sum I_{kolom} / L_{kolom}}{\sum I_{balok} / L_{balok}}$$

$$G_A = \frac{\sum I_{kolom} / L_{kolom}}{\sum I_{balok} / L_{balok}} = \frac{184900,37 / 560}{10800 / 900} = 27,5149$$

$$G_B = \frac{\sum I_{kolom} / L_{kolom}}{\sum I_{balok} / L_{balok}} = \frac{184900 / 560}{325900,860 / 900} = 0,9118$$

Maka dari monogram porta; bergoyang diambil nilai $K_c = 1,7$

- **Menentukan Rasio Kelangsingan**

$$\text{Panjang tekuk } L_k = K_c \times L = 1,7 \times 560 = 952 \text{ cm}$$

$$\frac{L_k}{i_x} = \frac{952}{28,9052} = 32,9352$$

$$\frac{Lk}{iy} = \frac{952}{5,4864} = 173,519$$

Dari rasio kelangsingan didapat tekuk terjadi pada arah sumbu y

(sumbu lemah) karena $\frac{Lk}{iy} > \frac{Lk}{ix}$(SNI 03 – 1729 –

2002 hal: 29 dari 184)

- **Menentukan λ_c**

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{Lk}{iy} \cdot \sqrt{\frac{Fy}{E}} \dots\dots\dots(SNI 03 – 1729 – 2002 hal:$$

27 dari 184)

$$= \frac{1}{\pi} \cdot 173,519 \cdot \sqrt{\frac{3600}{2,1 \cdot 10^6}}$$

$$= 2,288$$

- **Menentukan daya dukung nominal tahan**

Cek perbandingan lebar terhadap tebal penampang lebih (kelangsingan pelat) kecil dari λ_r

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{401,320}{2 \cdot 41,910} = 4,787$$

$$\lambda_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{360}} = 13,18$$

$$\lambda_f < \lambda_r \dots\dots\dots OK$$

maka tidak terjadi tekuk local

$$N_n = A_g \cdot F_{cr}$$

$$F_{cr} = \frac{F_y}{\omega} \text{ digunakan } \lambda_r \geq 1,2 \text{ maka } \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2 = 1,25 \cdot 2,28^2 =$$

$$6,498$$

$$F_{cr} = \frac{3600}{6,498} = 554,0166205 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_n = 711,415 \times 554,0166205$$

$$= 394135,7341 \text{ kg}$$

Daya dukung nominal :

$$N_u \leq \phi \cdot N_n$$

$$319111,91 \leq 0,85 \cdot 394135,7341$$

$$319111,91 \text{ kg} \leq 335015,374 \text{ kg} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Jadi profil W14X211 mampu memikul gaya tekan (N_u)

- **Interaksi Aksial dan momen kolom**

$$N_u = 319111,91 \text{ kg}$$

$$M_u = 453,50 \text{ kg.cm}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{319111,91}{0,85 \cdot 394135,7341} = 0,952 \geq 0,2$$

Sehingga :

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1 \dots (\text{SNI 03 - 1729 - 2002}$$

hal: 27 dari 184)

$$M_{nx} = M_p = Z_x \cdot F_y = 6391 \cdot 3600 = 23007600 \text{ kg.cm} = 230076 \text{ kg.m}$$

$$M_{ny} = M_p = Z_y \cdot F_y = 3245 \cdot 3600 = 11682000 \text{ kg.cm} = 116820 \text{ kg.m}$$

$$\frac{319111,91}{0,85 \cdot 394135,7341} + \frac{8}{9} \left(\frac{453,50}{0,9 \cdot 230076} + \frac{0}{0,9 \cdot 116820} \right) \leq 1$$

$$0,971 \leq 1$$

Jadi profil W14X211 dapat memikul gaya aksial tekan dan momen

3.16 Perencanaan perletakan

A. Perletakan Sendi

1. Tebal Bantalan (S1)

Direncanakan :

$$\begin{aligned}
 l &= L + 40 \\
 &= 60 + 40 = 100 \text{ cm} \\
 b &= 50 \text{ cm} \\
 P_u &= 309,828.16000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Mutu Baja Bj 52, Buku Nova Hal. 211)}$$

$$\begin{aligned}
 s_1 &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot P_u \cdot l}{b \cdot \phi \cdot f_y}} \quad \text{(Struyk H.,J,Ir., van der Veen K.H.C.W, Ir. Prof., hal 249)} \\
 &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times 309828.16 \times 100}{50 \times 0.9 \times 3600}} \\
 &= 11.98 \text{ » } 5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

2. Tebal Bantalan (S2)

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{1}{8} \times P_u \times l \\
 &= \frac{1}{8} \times 309828.16 \times 100 \\
 &= 3872852 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{M_u}{\phi \times f_y} \\
 &= \frac{3872852.00}{0.9 \times 3600} \\
 &= 1195.324691 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

untuk harga $S_2, S_3, S_4,$ di pakai tabel Muller Breslaw

Tabel 3.1 Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{h}{a \times S_3}$	W
3	4	$0.2222 \times a \times h^2 \times S_3$
4	4.2	$0.2251 \times a \times h^2 \times S_3$
5	4.6	$0.2286 \times a \times h^2 \times S_3$
6	5	$0.2315 \times a \times h^2 \times S_3$

Sumber : H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan : 249

$$\text{Diambil } \frac{h}{S_2} = 4 : \frac{h}{a \times S_3} = 4.2$$

Dipakai jumlah rusuk (a) = 4 buah

$$\frac{h}{S_2} = 4$$

$$\frac{h}{a \times S_3} = 4.2$$

$$S_3 = \frac{b}{4.2.a} = \frac{50}{4.2 \times 4} = 2.976 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$$

Mencari nilai h dipakai rumus :

$$\begin{aligned} W &= 0.2251 \times a \times h^2 \times S_3 \\ &= 0.2251 \times 4 \times h^2 \times 3 \\ &= 2.7012 \times h^2 \end{aligned}$$

$$1195.325 \text{ cm}^3 = 2.7012 \times h^2$$

$$h^2 = \frac{1195.325}{2.7012}$$

$$= 442.52$$

$$h = 21.036 \text{ cm} \gg 9 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \frac{h}{S_2} = 4 &\longrightarrow S_2 = \frac{9}{4} \\ &= 2.25 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$S_4 = \frac{h}{6} = \frac{9}{6} = 1.5 \gg 2 \text{ cm}$$

$$S_5 = \frac{h}{9} = \frac{9}{9} = 1 \gg 2 \text{ cm}$$

3. Garis Tengah Sumbu Sendi

$$\frac{1}{2} \cdot d_1 = \frac{0.8 \cdot P}{\phi \cdot f_y \cdot L} \quad (\text{Struyk H., J, Ir., van der Veen K. H. C. W, Ir. Prof., hal 250})$$

$$= \frac{0.8 \times 309828.16}{0.9 \times 3600 \times 100}$$

$$\frac{1}{2} d_1 = 0.77 \text{ cm} = 3.5 \text{ cm}$$

untuk d_1 minimum diambil 7 cm

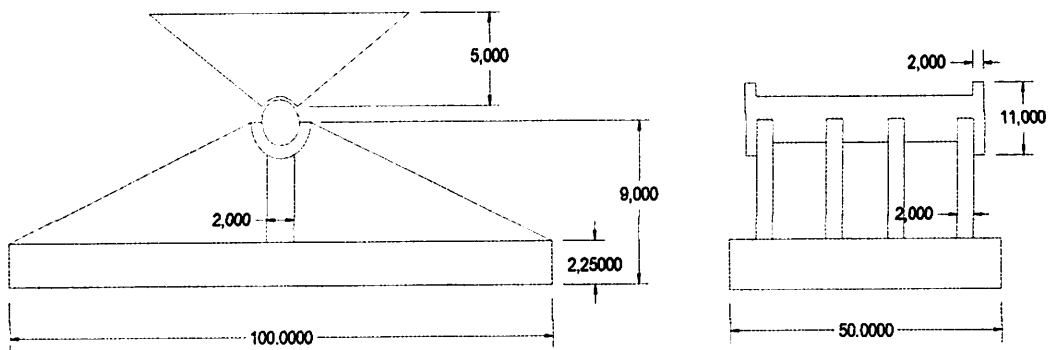
$$d_3 = \frac{1}{4} x d_1 \quad \frac{1}{4} x 7$$

$$= 1.75 = 2 \text{ cm}$$

$$d_2 = d_1 + (2 \times d_3)$$

$$= 7 + (2 \times 2)$$

$$= 11 \text{ cm}$$



Gambar 3.16.1 perletakan sendi

A. Perletakan Rol

▪ Panjang empiris dihitung dengan rumus :

$$l = L + 40$$

$$= 60 + 40$$

$$= 100 \text{ cm}$$

$$b = 50$$

$$P_u = 309,828.16000 \text{ kg}$$

▪ Tebal bantalan :

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P_u \cdot l}{b \cdot \phi \cdot f_y}} \quad (\text{Struyk H.,J,Ir., van der Veen K.H.C.W, Ir. Prof., hal 250})$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot 51829,488 \cdot 100}{50 \cdot 0,90 \cdot 3600}}$$

$$= 14.668 \text{ cm} \quad 6 \text{ cm}$$

▪ Diameter rol :

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{l \cdot (\phi \cdot f_u)^2} \quad (\text{Struyk H.,J.Ir., van der Veen K.H.C.W, Ir. Prof., hal 250})$$

$f_u = 8500 \text{ kg/cm}^2$ tegangan putus untuk A529

$$0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{51829,488}{100 \cdot (0,9 \cdot 8500)^2}$$

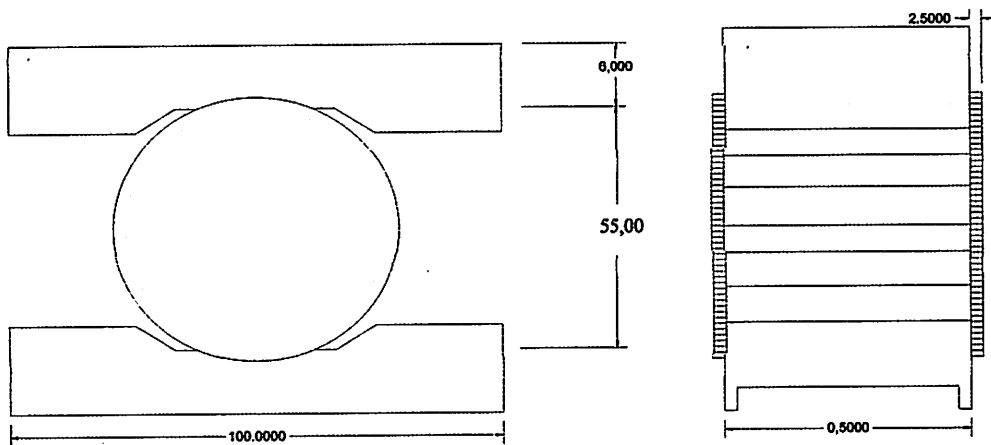
$$= 50,23 = 50 \text{ cm}$$

▪ Tebal bibir rol :

$d_6 =$ diambil sebesar 2,5 cm

▪ Tinggi total rol :

$$\begin{aligned} d_5 &= d_4 + 2 \cdot d_6 \\ &= 50 + 2 \cdot 2,5 \\ &= 55 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 3.16.1 perletakan rol

BAB IV
KEBUTUHAN BAHAN

4.1 Profil Baja

A. Gelagar Memanjang

- Profil yang digunakan = WF300 x 300 x 10 x 15
- Berat total profil = 48970,309 kg

B. Gelagar Melintang

- Profil yang digunakan = WF700 x 300 x 13 x 24
- Berat total profil = 21217,223 kg

C. Gelagar Induk

- Profil yang digunakan = WF14 x 211
- Berat total profil = 189358,656 kg

D. Ikatan Angin

- Profil yang digunakan = L125 x 75 x 13
- Berat total profil = 1125,534 kg

- Berat kebutuhan bahan total

$$48970,309 \text{ kg} + 21217,223 \text{ kg} + 189358,656 \text{ kg} + 1125,534 \text{ kg} \\ = 271778,469 \text{ kg}$$

4.2 Kebutuhan Baut dan Plat Simpul

A. Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

- Ukuran baut yang digunakan = 7/8 inch
- Jumlah titik simpul = 84 buah
- Jumlah baut tiap simpul = 16 buah
- Jumlah baut = 16 x 84
= 1344 buah

B. Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk (bagian bawah)

- Ukuran baut yang digunakan = 7/8 inch
- Jumlah titik simpul = 26 buah
- Jumlah baut tiap simpul = 16 buah
- Jumlah baut = 16 x 26
= 416 buah

C. Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk (bagian atas)

- Ukuran baut yang digunakan = 7/8 inch
- Jumlah titik simpul = 24 buah
- Jumlah baut tiap simpul = 16 buah
- Jumlah baut = 16 x 30
= 480 buah

D. Sambungan Simpul Ikatan Angin Profil WF 200 x 200 x 8 x 11

- Ukuran baut yang digunakan = 7/8 inch
- Jumlah baut = 16 buah

E. Sambungan Simpul Ikatan Angin Profil L125x75x13LD

- Ukuran baut yang digunakan = 1/2 inch
- Jumlah baut = (44 x 2 buah) + (12 x 16 buah)
= 280 buah

F. Sambungan Gelagar Induk

- Ukuran baut yang digunakan = 7/8 inch

Tabel 4.1 Kebutuhan baut pada sambungan gelagar induk

Titik Simpul	Kebutuhan Baut (buah)			Kebutuhan Baut (buah)
	Btg Atas	Btg Bawah	Btg Diagonal	
1		16	32	48
2		16	32	48
3		32	32	64
4		32	32	64
5		32	32	64
6		32	32	64
7		32	32	64
8		32	32	64
9		32	32	64
10		32	32	64
11		32	32	64
12		32	32	64
13		32	32	64
14		16	32	64
15		16	32	64

16	32		32	64
17	32		32	64
18	32		32	64
19	32		32	64
20	32		32	64
21	32			64
22	32			64
23	32			64
24	32			64
25	32			64
Total kebutuhan baut				1536

Jadi total kebutuhan baut :

- **Ukuran 1/2 inch = 280 buah**
- **Ukuran 7/8 inch = 2256 buah**

4.3 Kebutuhan Bahan Untuk Lantai Kendaraan dan Trotoir

4.3.1 Kebutuhan Besi Tulangan (Fy 260 Mpa)

1 Lonjor = 12 m

- Tulangan pokok D16 - 150 mm

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{60,0}{0,15} \times 9,0 \right) + \left(\frac{9,0}{0,15} \times 60,0 \right) \right] = 7200 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan tulangan} &= \frac{7200}{12} \\ &= 600 \text{ lonjor} \end{aligned}$$

➤ Tulangan bagi ϕ 10 – 200 mm

$$\begin{aligned}\text{Panjang total tulangan} &= \left[\left(\frac{60,0}{0,20} \times 9,0 \right) + \left(\frac{9,0}{0,20} \times 60,0 \right) \right] \\ &= 5400 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tulangan} &= \frac{5400}{12} \\ &= 450 \text{ lonjor}\end{aligned}$$

4.3.2 Kebutuhan Beton ($f'c = 30 \text{ Mpa}$)

1. Lantai Kendaraan

- Lebar lantai = 7,0 m
- Panjang lantai = 60,0 m
- Tebal lantai = 0,25 m
- Volume beton = $7,0 \times 60,0 \times 0,25$
= 105 m^3

2. Lantai Trotoir

- Lebar lantai = $2 \times 1,0 \text{ m}$
= 2,0 m
- Panjang lantai = 60,0 m
- Tebal lantai = 0,55 m
- Volume beton = $2,0 \times 60,0 \times 0,55$
= 66 m^3

$$\begin{aligned}\text{Jadi total kebutuhan beton} &= 105 + 66 \\ &= 171 \text{ m}^3\end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Profil yang digunakan :

- Gelagar memanjang = WF 300 x 300 x 10 x 15
- Gelagar Melintang = WF 700 x 300 x 13 x 24
- Gelagar Induk = WF 14 x 211
- Ikatan Angin = L125 x 75 x 13

2. Kapasitas Sambungan pada joint satu beam nomor 1 dan beam nomor 47
= 249681,12 kg

3. Pada perencanaan jembatan rangka baja tipe wren modeling dengan menggunakan metode LRFD pada Jembatan Karangates dihasilkan lendutan maksimal pada tengah bentang yaitu masing-masing pada joint 1 sebesar 16,777 cm, joint 4 sebesar 44,892 cm, joint 8 sebesar 67,989 cm, (akibat kombinasi beban mati + beban hidup "D" + Rem) lebih kecil dari lendutan

yang diijinkan sebesar $\frac{1}{240} \cdot L = \frac{1}{240} \cdot 60 = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$ (SNI-03-1726-

2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, hal 15 dari 183).

5.2 Saran

Saran penulis adalah sebagai berikut :

1. Analisa dengan menggunakan program bantu STAAD Pro 2004 sangat tepat dalam menganalisa suatu struktur jembatan rangka baja tipe wren modeling, sebab waktu yang diperlukan akan lebih singkat dengan tingkat kesalahan yang relative sangat kecil dari perhitungan secara manual.
2. Mengingat begitu pentingnya fungsi dari jembatan, maka dalam setiap perencanaan konstruksi jembatan banyak hal yang harus diperhatikan terutama dalam hal sambungan yang sangat riskan sekali dalam kegagalan struktur, karena kekuatan jembatan pada dasarnya sangat ditentukan oleh kekuatan konstruksinya.
3. Jembatan rangka baja tipe wren modeling memiliki kelemahan didalam menahan lendutan yang terjadi, gaya tarik paling dominan terjadi pada batang bagian bawah sehingga profil baja yang digunakan besar. Untuk mengatasi lendutan yang terjadi oleh sebab itu pada beberapa bagian harus menggunakan struktur Truss.
4. Pada jembatan peraturan pembebanannya sangat berbeda dengan model pembebanannya pada gedung. Untuk itu perlu diperhatikan pembagian pembebanannya berdasarkan peraturan yang berlaku. Setiap Negara mempunyai standart peraturan yang berbeda-beda antara negara yang satu dan negara yang lainnya. Peraturan pembebanan yang bisa dipakai yaitu buku peraturan perencanaan teknik jembatan (BMS 1992) yang memang berlaku diIndonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2002., *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*,
SNI - 03 - 2847 - 2002., Bandung.
- Anonim., 2002., *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.*,
SNI - 03 - 1729 - 2002
- Anonim, 1992. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992, Jakarta.
Yayasan Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2000. Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung Menggunakan
Metode LRFD, Institut Teknologi Bandung, Pusat Penelitian Antar
Universitas Bidang Ilmu rekayasa.
- Salmon, CG. Jhonson, JE. 1992. Struktur Baja Desain Dan Perilaku Jilid I, Jakarta.
PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Stryuk, H.J. Van Deer Veen, H.K.J.W, 1995. Jembatan Terjemahan Soemargono,
Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Sunggono kh, V, Ir, 1995. Buku Teknik Sipil, Bandung, Penerbit Nova.

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 : ITN-0305.28/21/B/TA/I/Gnp 2013-2014

03 Mei 2014

Lampiran : -

Perihal : **Bimbingan Skripsi**

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 : **Marcos Ximenes D. A**

Nim : **1221921**

Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Dengan Menggunakan Metode ASD Pada Jembatan Karangates Kecamatan Sumber Pucung Kab. Malang ".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi. Waktu penyelesaian skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : **03 Mei 2014 'd 02 Nopember 2014**. 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.

Program Studi Teknik Sipil (S-1)

Ir. A. Agus Santosa, MT
Y. 101 87 00 155

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

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

(PERSERO) MALANG
K NIAGA MALANG

Nomor : ITN-0305.28/21/B/TA/I/Gnp 2013-2014 03 Mei 2014
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

Kepada Yth : **Bpk/ Ibu. Ir. Ester Priskasari, 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 : **Marcos Ximenes D. A**
Nim : **1221921**
Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Dengan Menggunakan Metode ASD Pada Jembatan Karangates Kecamatan Sumber Pucung Kab. Malang ".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi. Waktu penyelesaian skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : **03 Mei 2014 'a 02 Nopember 2014**. 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)

I. A. Agus Santosa, MT
NIP. 101 87 00 155

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG STRUKTUR

Nama : MARCOS XIMENES D.A.
 NIM : 1221927
 Hari / tanggal : Sabtu, 1

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

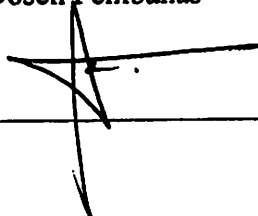
- B.j. beton cek lap.
- Kontrol plat simpul cari got. lain
- Pd. ferd. plat simpul meliputi gbr.
- Cek perh
- Kesempulan betulkan

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.


Pengumpulan berkas untuk ujian skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari dosen pembahas dan kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 16 - 11 - 2019
 Dosen Pembahas



Malang, 9 - 11 - 2019
 Dosen Pembahas





FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama : MARCOS X D A

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- > Kaba pengantar ✓
- > Rumusan Masalah - salah
- > Renc. Shear ~~control~~ (stud) & C_{max} ---
- > Sambungan betul kan

catatan
 pbn. kontrol plat sambung SALAH

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Pengumpulan berkas untuk ujian skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari dosen pembahas dan kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 20
 Dosen Pembahas

Malang, _____ 20
 Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : MARCOS XIDA

NIM : _____

Hari / tanggal : _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

Prinsip Struktur Bangunan

Perhitungan Plat Sumpul, Kenapa
 P di bagi 2

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. **Bila melebihi** masa 14 hari, maka **tidak dapat diikutkan Yudisium**.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 20

Dosen Penguji

Malang, _____ 20

Dosen Penguji



LEMBAR ASISTENSI SKRIPS

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBRAN RANGKA BAJA
DENGAN MENGGUNAKAN METODE ^{LRFD} ASD PADA JEMBRAN
KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

Nama : Marcos Ximenes De Araujo

Nim : 12.21.921

urusan : Teknik Sipil S-1

Pembimbing: Ir.H.Sudirman Indra, MSc

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	$\frac{17}{05} 014$	<ul style="list-style-type: none">- visit lokasi $\frac{1}{200}$ & $\frac{1}{500}$- tabung dan tankiPT Pelita needsElctromer-- digital ke Prcue.	
	$\frac{3}{06} 014$	<ul style="list-style-type: none">diskusi ke petirtel way + Mel.- 76r pener kudu	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang Telp. (0341) 551431

LEMBAR ASISTENSI SKRIPS

REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TYPE
WAREN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA JEMBATAN
KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

Nama : Marcos Ximenes De Araujo

Nim : 12.21.921

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Pembimbing: Ir.H.Sudirman Indra,MSc

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	$\frac{20}{08}$ 014	- cek $\frac{1}{2}$ pabel per men <hr/>	✗
	$\frac{21}{07}$ 014	- diteliti ke Pabel Rajha Gany. taw. ter. Coba cek $\frac{1}{2}$ per $\frac{1}{2}$ kabin pas gel. Dul	✗
	$\frac{22}{10}$ 014	<hr/> Itu ke $\frac{1}{2}$ per pabel diji sil $\frac{1}{2}$ sil/ diagonal.	✗

diteliti



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONALMALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jalan BendunganSigura-gura No. 2 Malang Telp. (0341) 551431

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TYPE
WAREN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA JEMBATAN
KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

Nama : Marcos Ximenes De Araujo

Nim : 12.21.921

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Pembimbing: Ir.H.Sudirman Indra,MSc

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	25 07. 014	Pelajar. → Perriple y. Semina Honl	A



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang Telp. (0341) 551431

LEMBAR ASISTENSI SKRIPS

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA
DENGAN MENGGUNAKAN METODE ^{LRFD} ASD PADA JEMBATAN
KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

Nama : Marcos Ximenes De Araujo

Nim : 12.21.921

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Pembimbing: Ir.Ester Priskasari,MT

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	31/5	Teori ASD → LRFD - SNI	
	5/6	Daftar Pustaka → catatan kali kalau ada pakai SNI, kondisi <u>iii</u>	
	3/7	Betulkan perataan beban	
	5/7	Betulkan kontrol penampang	
	10/7	lengkapi dimensi gd.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang Telp. (0341) 551431

LEMBAR ASISTENSI SKRIPS

REDESIGN STRUKTUR BANGUNAN ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TYPE
WAREN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA JEMBATAN
KARANGKATES KECAMATAN SUMBER PUCUNG KABUPATEN MALANG

Nama : Marcos Ximenes De Araujo

Nim : 12.21.921

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Pembimbing: Ir. Ester Priskasari, MT

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	14/7	lanjutkan pendimensian gel melintang dan gel utama	
	21/7	dimensi gel utama betulang btg tarik.	
	24/7	sub betulang torsi	
	1/8	oee. plat sumpul ke sumpulan	
	6/8	oee sumbu	

STAAD SPACE JEMBATAN
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 09-Jul-14
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KG

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 2.5 0 0; 3 5 0 0; 4 7.5 0 0; 5 10 0 0; 6 12.5 0 0; 7 15 0 0;
8 17.5 0 0; 9 20 0 0; 10 22.5 0 0; 11 25 0 0; 12 27.5 0 0; 13 30 0 0;
14 32.5 0 0; 15 35 0 0; 16 37.5 0 0; 17 40 0 0; 18 42.5 0 0; 19 45 0 0;
20 47.5 0 0; 21 50 0 0; 22 52.5 0 0; 23 55 0 0; 24 57.5 0 0; 25 60 0 0;
26 2.5 5 0; 27 5 6 0; 28 7.5 7 0; 29 10 7.5 0; 30 12.5 8 0; 31 15 8 0;
32 17.5 8 0; 33 20 8 0; 34 22.5 8 0; 35 25 8 0; 36 27.5 8 0; 37 30 8 0;
38 32.5 8 0; 39 35 8 0; 40 37.5 8 0; 41 40 8 0; 42 42.5 8 0; 43 45 8 0;
44 47.5 8 0; 45 50 7.5 0; 46 52.5 7 0; 47 55 6 0; 48 57.5 5 0; 49 0 0 9;
50 2.5 0 9; 51 5 0 9; 52 7.5 0 9; 53 10 0 9; 54 12.5 0 9; 55 15 0 9;
56 17.5 0 9; 57 20 0 9; 58 22.5 0 9; 59 25 0 9; 60 27.5 0 9; 61 30 0 9;
62 32.5 0 9; 63 35 0 9; 64 37.5 0 9; 65 40 0 9; 66 42.5 0 9; 67 45 0 9;
68 47.5 0 9; 69 50 0 9; 70 52.5 0 9; 71 55 0 9; 72 57.5 0 9; 73 60 0 9;
74 2.5 5 9; 75 5 6 9; 76 7.5 7 9; 77 10 7.5 9; 78 12.5 8 9; 79 15 8 9;
80 17.5 8 9; 81 20 8 9; 82 22.5 8 9; 83 25 8 9; 84 27.5 8 9; 85 30 8 9;
86 32.5 8 9; 87 35 8 9; 88 37.5 8 9; 89 40 8 9; 90 42.5 8 9; 91 45 8 9;
92 47.5 8 9; 93 50 7.5 9; 94 52.5 7 9; 95 55 6 9; 96 57.5 5 9; 97 0 0 1;
98 0 0 8; 99 0 0 2.75; 100 0 0 4.5; 101 0 0 6.25; 102 0 0 0.2; 103 60 0 0.2;
104 60 0 8.8; 105 0 0 8.8; 106 60 0 2.75; 107 60 0 4.5; 108 60 0 6.25;
109 5 0 8.8; 110 5 0 6.25; 111 5 0 4.5; 112 5 0 2.75; 113 5 0 0.2;
114 10 0 8.8; 115 10 0 6.25; 116 10 0 4.5; 117 10 0 2.75; 118 10 0 0.2;
119 15 0 8.8; 120 15 0 6.25; 121 15 0 4.5; 122 15 0 2.75; 123 15 0 0.2;
124 20 0 8.8; 125 20 0 6.25; 126 20 0 4.5; 127 20 0 2.75; 128 20 0 0.2;
129 25 0 8.8; 130 25 0 6.25; 131 25 0 4.5; 132 25 0 2.75; 133 25 0 0.2;
134 30 0 8.8; 135 30 0 6.25; 136 30 0 4.5; 137 30 0 2.75; 138 30 0 0.2;
139 35 0 8.8; 140 35 0 6.25; 141 35 0 4.5; 142 35 0 2.75; 143 35 0 0.2;
144 40 0 8.8; 145 40 0 6.25; 146 40 0 4.5; 147 40 0 2.75; 148 40 0 0.2;
149 45 0 8.8; 150 45 0 6.25; 151 45 0 4.5; 152 45 0 2.75; 153 45 0 0.2;
154 50 0 8.8; 155 50 0 6.25; 156 50 0 4.5; 157 50 0 2.75; 158 50 0 0.2;
159 55 0 8.8; 160 55 0 6.25; 161 55 0 4.5; 162 55 0 2.75; 163 55 0 0.2;
164 60 0 1; 165 60 0 8; 166 5 0 8; 167 5 0 1; 168 10 0 8; 169 10 0 1;
170 15 0 8; 171 15 0 1; 172 20 0 8; 173 20 0 1; 174 25 0 8; 175 25 0 1;
176 30 0 8; 177 30 0 1; 178 35 0 8; 179 35 0 1; 180 40 0 8; 181 40 0 1;
182 45 0 8; 183 45 0 1; 184 50 0 8; 185 50 0 1; 186 55 0 8; 187 55 0 1;
188 7.5 7 4.5; 189 12.5 8 4.5; 190 17.5 8 4.5; 191 22.5 8 4.5; 192 27.5 8 4.5;
193 32.5 8 4.5; 194 37.5 8 4.5; 195 42.5 8 4.5; 196 47.5 8 4.5; 197 52.5 8 4.5;
198 57.5 8 4.5; 199 0 0 1.75; 200 0 0 7.25; 201 60 0 7.25; 202 60 0 1.75;
203 5 0 1.75; 204 5 0 7.25; 205 0.625 0 8; 206 0.625 0 8.4; 207 0 0 8.4;
208 1.25 0 8; 209 1.25 0 8.4; 210 1.875 0 8; 211 1.875 0 8.4; 212 2.5 0 8;
213 2.5 0 8.4; 214 3.125 0 8; 215 3.125 0 8.4; 216 3.75 0 8; 217 3.75 0 8.4;
218 4.375 0 8; 219 4.375 0 8.4; 220 5 0 8.4; 221 0.625 0 8.8; 222 1.25 0 8.8;
223 1.875 0 8.8; 224 2.5 0 8.8; 225 3.125 0 8.8; 226 3.75 0 8.8;
227 4.375 0 8.8; 228 0.625 0 7.25; 229 1.25 0 7.25; 230 1.875 0 7.25;
231 2.5 0 7.25; 232 3.125 0 7.25; 233 3.75 0 7.25; 234 4.375 0 7.25;
235 0.625 0 6.25; 236 0.625 0 6.75; 237 0 0 6.75; 238 1.25 0 6.25;
239 1.25 0 6.75; 240 1.875 0 6.25; 241 1.875 0 6.75; 242 2.5 0 6.25;
243 2.5 0 6.75; 244 3.125 0 6.25; 245 3.125 0 6.75; 246 3.75 0 6.25;
247 3.75 0 6.75; 248 4.375 0 6.25; 249 4.375 0 6.75; 250 5 0 6.75;
251 0.625 0 4.5; 252 0.625 0 4.9375; 253 0 0 4.9375; 254 1.25 0 4.5;
255 1.25 0 4.9375; 256 1.875 0 4.5; 257 1.875 0 4.9375; 258 2.5 0 4.5;
259 2.5 0 4.9375; 260 3.125 0 4.5; 261 3.125 0 4.9375; 262 3.75 0 4.5;
263 3.75 0 4.9375; 264 4.375 0 4.5; 265 4.375 0 4.9375; 266 5 0 4.9375;
267 0.625 0 5.375; 268 0 0 5.375; 269 1.25 0 5.375; 270 1.875 0 5.375;
271 2.5 0 5.375; 272 3.125 0 5.375; 273 3.75 0 5.375; 274 4.375 0 5.375;
275 5 0 5.375; 276 0.625 0 5.8125; 277 0 0 5.8125; 278 1.25 0 5.8125;
279 1.875 0 5.8125; 280 2.5 0 5.8125; 281 3.125 0 5.8125; 282 3.75 0 5.8125;
283 4.375 0 5.8125; 284 5 0 5.8125; 285 0.625 0 2.75; 286 0.625 0 3.1875;
287 0 0 3.1875; 288 1.25 0 2.75; 289 1.25 0 3.1875; 290 1.875 0 2.75;
291 1.875 0 3.1875; 292 2.5 0 2.75; 293 2.5 0 3.1875; 294 3.125 0 2.75;
295 3.125 0 3.1875; 296 3.75 0 2.75; 297 3.75 0 3.1875; 298 4.375 0 2.75;
299 4.375 0 3.1875; 300 5 0 3.1875; 301 0.625 0 3.625; 302 0 0 3.625;
303 1.25 0 3.625; 304 1.875 0 3.625; 305 2.5 0 3.625; 306 3.125 0 3.625;
307 3.75 0 3.625; 308 4.375 0 3.625; 309 5 0 3.625; 310 0.625 0 4.0625;
311 0 0 4.0625; 312 1.25 0 4.0625; 313 1.875 0 4.0625; 314 2.5 0 4.0625;
315 3.125 0 4.0625; 316 3.75 0 4.0625; 317 4.375 0 4.0625; 318 5 0 4.0625;
319 0.625 0 1.75; 320 0.625 0 2.25; 321 0 0 2.25; 322 1.25 0 1.75;
323 1.25 0 2.25; 324 1.875 0 1.75; 325 1.875 0 2.25; 326 2.5 0 1.75;
327 2.5 0 2.25; 328 3.125 0 1.75; 329 3.125 0 2.25; 330 3.75 0 1.75;
331 3.75 0 2.25; 332 4.375 0 1.75; 333 4.375 0 2.25; 334 5 0 2.25;
335 0.625 0 1; 336 1.25 0 1; 337 1.875 0 1; 338 2.5 0 1; 339 3.125 0 1;
340 3.75 0 1; 341 4.375 0 1; 342 0.625 0 0.2; 343 0.625 0 0.6; 344 0 0 0.6;

345 1.25 0 0.2; 346 1.25 0 0.6; 347 1.875 0 0.2; 348 1.875 0 0.6; 353 3.75 0 0.2;
349 2.5 0 0.2; 350 2.5 0 0.6; 351 3.125 0 0.2; 352 3.125 0 0.6; 353 3.75 0 0.2;
354 3.75 0 0.6; 355 4.375 0 0.2; 356 4.375 0 0.6; 357 5 0 0.6; 358 10 0 1.75;
359 10 0 7.25; 360 5.625 0 8; 361 5.625 0 8.4; 362 6.25 0 8; 363 6.25 0 8.4;
364 6.875 0 8; 365 6.875 0 8.4; 366 7.5 0 8; 367 7.5 0 8.4; 368 8.125 0 8;
369 8.125 0 8.4; 370 8.75 0 8; 371 8.75 0 8.4; 372 9.375 0 8; 373 9.375 0 8.4;
374 10 0 8.4; 375 5.625 0 8.8; 376 6.25 0 8.8; 377 6.875 0 8.8; 378 7.5 0 8.8;
379 8.125 0 8.8; 380 8.75 0 8.8; 381 9.375 0 8.8; 382 5.625 0 7.25;
383 6.25 0 7.25; 384 6.875 0 7.25; 385 7.5 0 7.25; 386 8.125 0 7.25;
387 8.75 0 7.25; 388 9.375 0 7.25; 389 5.625 0 6.25; 390 5.625 0 6.75;
391 6.25 0 6.25; 392 6.25 0 6.75; 393 6.875 0 6.25; 394 6.875 0 6.75;
395 7.5 0 6.25; 396 7.5 0 6.75; 397 8.125 0 6.25; 398 8.125 0 6.75;
399 8.75 0 6.25; 400 8.75 0 6.75; 401 9.375 0 6.25; 402 9.375 0 6.75;
403 10 0 6.75; 404 5.625 0 4.5; 405 5.625 0 4.9375; 406 6.25 0 4.5;
407 6.25 0 4.9375; 408 6.875 0 4.5; 409 6.875 0 4.9375; 410 7.5 0 4.5;
411 7.5 0 4.9375; 412 8.125 0 4.5; 413 8.125 0 4.9375; 414 8.75 0 4.5;
415 8.75 0 4.9375; 416 9.375 0 4.5; 417 9.375 0 4.9375; 418 10 0 4.9375;
419 5.625 0 5.375; 420 6.25 0 5.375; 421 6.875 0 5.375; 422 7.5 0 5.375;
423 8.125 0 5.375; 424 8.75 0 5.375; 425 9.375 0 5.375; 426 10 0 5.375;
427 5.625 0 5.8125; 428 6.25 0 5.8125; 429 6.875 0 5.8125; 430 7.5 0 5.8125;
431 8.125 0 5.8125; 432 8.75 0 5.8125; 433 9.375 0 5.8125; 434 10 0 5.8125;
435 5.625 0 2.75; 436 5.625 0 3.1875; 437 6.25 0 2.75; 438 6.25 0 3.1875;
439 6.875 0 2.75; 440 6.875 0 3.1875; 441 7.5 0 2.75; 442 7.5 0 3.1875;
443 8.125 0 2.75; 444 8.125 0 3.1875; 445 8.75 0 2.75; 446 8.75 0 3.1875;
447 9.375 0 2.75; 448 9.375 0 3.1875; 449 10 0 3.1875; 450 5.625 0 3.625;
451 6.25 0 3.625; 452 6.875 0 3.625; 453 7.5 0 3.625; 454 8.125 0 3.625;
455 8.75 0 3.625; 456 9.375 0 3.625; 457 10 0 3.625; 458 5.625 0 4.0625;
459 6.25 0 4.0625; 460 6.875 0 4.0625; 461 7.5 0 4.0625; 462 8.125 0 4.0625;
463 8.75 0 4.0625; 464 9.375 0 4.0625; 465 10 0 4.0625; 466 5.625 0 1.75;
467 5.625 0 2.25; 468 6.25 0 1.75; 469 6.25 0 2.25; 470 6.875 0 1.75;
471 6.875 0 2.25; 472 7.5 0 1.75; 473 7.5 0 2.25; 474 8.125 0 1.75;
475 8.125 0 2.25; 476 8.75 0 1.75; 477 8.75 0 2.25; 478 9.375 0 1.75;
479 9.375 0 2.25; 480 10 0 2.25; 481 5.625 0 1; 482 6.25 0 1; 483 6.875 0 1;
484 7.5 0 1; 485 8.125 0 1; 486 8.75 0 1; 487 9.375 0 1; 488 5.625 0 0.2;
489 5.625 0 0.6; 490 6.25 0 0.2; 491 6.25 0 0.6; 492 6.875 0 0.2;
493 6.875 0 0.6; 494 7.5 0 0.2; 495 7.5 0 0.6; 496 8.125 0 0.2;
497 8.125 0 0.6; 498 8.75 0 0.2; 499 8.75 0 0.6; 500 9.375 0 0.2;
501 9.375 0 0.6; 502 10 0 0.6; 503 15 0 1.75; 504 15 0 7.25; 505 10.625 0 8;
506 10.625 0 8.4; 507 11.25 0 8; 508 11.25 0 8.4; 509 11.875 0 8;
510 11.875 0 8.4; 511 12.5 0 8; 512 12.5 0 8.4; 513 13.125 0 8;
514 13.125 0 8.4; 515 13.75 0 8; 516 13.75 0 8.4; 517 14.375 0 8;
518 14.375 0 8.4; 519 15 0 8.4; 520 10.625 0 8.8; 521 11.25 0 8.8;
522 11.875 0 8.8; 523 12.5 0 8.8; 524 13.125 0 8.8; 525 13.75 0 8.8;
526 14.375 0 8.8; 527 10.625 0 7.25; 528 11.25 0 7.25; 529 11.875 0 7.25;
530 12.5 0 7.25; 531 13.125 0 7.25; 532 13.75 0 7.25; 533 14.375 0 7.25;
534 10.625 0 6.25; 535 10.625 0 6.75; 536 11.25 0 6.25; 537 11.25 0 6.75;
538 11.875 0 6.25; 539 11.875 0 6.75; 540 12.5 0 6.25; 541 12.5 0 6.75;
542 13.125 0 6.25; 543 13.125 0 6.75; 544 13.75 0 6.25; 545 13.75 0 6.75;
546 14.375 0 6.25; 547 14.375 0 6.75; 548 15 0 6.75; 549 10.625 0 4.5;
550 10.625 0 4.9375; 551 11.25 0 4.5; 552 11.25 0 4.9375; 553 11.875 0 4.5;
554 11.875 0 4.9375; 555 12.5 0 4.5; 556 12.5 0 4.9375; 557 13.125 0 4.5;
558 13.125 0 4.9375; 559 13.75 0 4.5; 560 13.75 0 4.9375; 561 14.375 0 4.5;
562 14.375 0 4.9375; 563 15 0 4.9375; 564 10.625 0 5.375; 565 11.25 0 5.375;
566 11.875 0 5.375; 567 12.5 0 5.375; 568 13.125 0 5.375; 569 13.75 0 5.375;
570 14.375 0 5.375; 571 15 0 5.375; 572 10.625 0 5.8125; 573 11.25 0 5.8125;
574 11.875 0 5.8125; 575 12.5 0 5.8125; 576 13.125 0 5.8125;
577 13.75 0 5.8125; 578 14.375 0 5.8125; 579 15 0 5.8125; 580 10.625 0 2.75;
581 10.625 0 3.1875; 582 11.25 0 2.75; 583 11.25 0 3.1875; 584 11.875 0 2.75;
585 11.875 0 3.1875; 586 12.5 0 2.75; 587 12.5 0 3.1875; 588 13.125 0 2.75;
589 13.125 0 3.1875; 590 13.75 0 2.75; 591 13.75 0 3.1875; 592 14.375 0 2.75;
593 14.375 0 3.1875; 594 15 0 3.1875; 595 10.625 0 3.625; 596 11.25 0 3.625;
597 11.875 0 3.625; 598 12.5 0 3.625; 599 13.125 0 3.625; 600 13.75 0 3.625;
601 14.375 0 3.625; 602 15 0 3.625; 603 10.625 0 4.0625; 604 11.25 0 4.0625;
605 11.875 0 4.0625; 606 12.5 0 4.0625; 607 13.125 0 4.0625;
608 13.75 0 4.0625; 609 14.375 0 4.0625; 610 15 0 4.0625; 611 10.625 0 1.75;
612 10.625 0 2.25; 613 11.25 0 1.75; 614 11.25 0 2.25; 615 11.875 0 1.75;
616 11.875 0 2.25; 617 12.5 0 1.75; 618 12.5 0 2.25; 619 13.125 0 1.75;
620 13.125 0 2.25; 621 13.75 0 1.75; 622 13.75 0 2.25; 623 14.375 0 1.75;
624 14.375 0 2.25; 625 15 0 2.25; 626 10.625 0 1; 627 11.25 0 1;
628 11.875 0 1; 629 12.5 0 1; 630 13.125 0 1; 631 13.75 0 1; 632 14.375 0 1;
633 10.625 0 0.2; 634 10.625 0 0.6; 635 11.25 0 0.2; 636 11.25 0 0.6;
637 11.875 0 0.2; 638 11.875 0 0.6; 639 12.5 0 0.2; 640 12.5 0 0.6;
641 13.125 0 0.2; 642 13.125 0 0.6; 643 13.75 0 0.2; 644 13.75 0 0.6;
645 14.375 0 0.2; 646 14.375 0 0.6; 647 15 0 0.6; 648 20 0 1.75; 649 20 0 7.25;
650 15.625 0 8; 651 15.625 0 8.4; 652 16.25 0 8; 653 16.25 0 8.4;
654 16.875 0 8; 655 16.875 0 8.4; 656 17.5 0 8; 657 17.5 0 8.4; 658 18.125 0 8;
659 18.125 0 8.4; 660 18.75 0 8.4; 661 18.75 0 8.4; 662 19.375 0 8.4;

663 19.375 0 8.4; 664 20 0 8.4; 665 15.625 0 8.8; 666 16.25 0 8.8;
667 16.875 0 8.8; 668 17.5 0 8.8; 669 18.125 0 8.8; 670 18.75 0 8.8;
671 19.375 0 8.8; 672 15.625 0 7.25; 673 16.25 0 7.25; 674 16.875 0 7.25;
675 17.5 0 7.25; 676 18.125 0 7.25; 677 18.75 0 7.25; 678 19.375 0 7.25;
679 15.625 0 6.25; 680 15.625 0 6.75; 681 16.25 0 6.25; 682 16.25 0 6.75;
683 16.875 0 6.25; 684 16.875 0 6.75; 685 17.5 0 6.25; 686 17.5 0 6.75;
687 18.125 0 6.25; 688 18.125 0 6.75; 689 18.75 0 6.25; 690 18.75 0 6.75;
691 19.375 0 6.25; 692 19.375 0 6.75; 693 20 0 6.75; 694 15.625 0 4.5;
695 15.625 0 4.9375; 696 16.25 0 4.5; 697 16.25 0 4.9375; 698 16.875 0 4.5;
699 16.875 0 4.9375; 700 17.5 0 4.5; 701 17.5 0 4.9375; 702 18.125 0 4.5;
703 18.125 0 4.9375; 704 18.75 0 4.5; 705 18.75 0 4.9375; 706 19.375 0 4.5;
707 19.375 0 4.9375; 708 20 0 4.9375; 709 15.625 0 5.375; 710 16.25 0 5.375;
711 16.875 0 5.375; 712 17.5 0 5.375; 713 18.125 0 5.375; 714 18.75 0 5.375;
715 19.375 0 5.375; 716 20 0 5.375; 717 15.625 0 5.8125; 718 16.25 0 5.8125;
719 16.875 0 5.8125; 720 17.5 0 5.8125; 721 18.125 0 5.8125;
722 18.75 0 5.8125; 723 19.375 0 5.8125; 724 20 0 5.8125; 725 15.625 0 2.75;
726 15.625 0 3.1875; 727 16.25 0 2.75; 728 16.25 0 3.1875; 729 16.875 0 2.75;
730 16.875 0 3.1875; 731 17.5 0 2.75; 732 17.5 0 3.1875; 733 18.125 0 2.75;
734 18.125 0 3.1875; 735 18.75 0 2.75; 736 18.75 0 3.1875; 737 19.375 0 2.75;
738 19.375 0 3.1875; 739 20 0 3.1875; 740 15.625 0 3.625; 741 16.25 0 3.625;
742 16.875 0 3.625; 743 17.5 0 3.625; 744 18.125 0 3.625; 745 18.75 0 3.625;
746 19.375 0 3.625; 747 20 0 3.625; 748 15.625 0 4.0625; 749 16.25 0 4.0625;
750 16.875 0 4.0625; 751 17.5 0 4.0625; 752 18.125 0 4.0625;
753 18.75 0 4.0625; 754 19.375 0 4.0625; 755 20 0 4.0625; 756 15.625 0 1.75;
757 15.625 0 2.25; 758 16.25 0 1.75; 759 16.25 0 2.25; 760 16.875 0 1.75;
761 16.875 0 2.25; 762 17.5 0 1.75; 763 17.5 0 2.25; 764 18.125 0 1.75;
765 18.125 0 2.25; 766 18.75 0 1.75; 767 18.75 0 2.25; 768 19.375 0 1.75;
769 19.375 0 2.25; 770 20 0 2.25; 771 15.625 0 1; 772 16.25 0 1;
773 16.875 0 1; 774 17.5 0 1; 775 18.125 0 1; 776 18.75 0 1; 777 19.375 0 1;
778 15.625 0 0.2; 779 15.625 0 0.6; 780 16.25 0 0.2; 781 16.25 0 0.6;
782 16.875 0 0.2; 783 16.875 0 0.6; 784 17.5 0 0.2; 785 17.5 0 0.6;
786 18.125 0 0.2; 787 18.125 0 0.6; 788 18.75 0 0.2; 789 18.75 0 0.6;
790 19.375 0 0.2; 791 19.375 0 0.6; 792 20 0 0.6; 793 25 0 1.75; 794 25 0 7.25;
795 20.625 0 8; 796 20.625 0 8.4; 797 21.25 0 8; 798 21.25 0 8.4;
799 21.875 0 8; 800 21.875 0 8.4; 801 22.5 0 8; 802 22.5 0 8.4; 803 23.125 0 8;
804 23.125 0 8.4; 805 23.75 0 8; 806 23.75 0 8.4; 807 24.375 0 8;
808 24.375 0 8.4; 809 25 0 8.4; 810 20.625 0 8.8; 811 21.25 0 8.8;
812 21.875 0 8.8; 813 22.5 0 8.8; 814 23.125 0 8.8; 815 23.75 0 8.8;
816 24.375 0 8.8; 817 20.625 0 7.25; 818 21.25 0 7.25; 819 21.875 0 7.25;
820 22.5 0 7.25; 821 23.125 0 7.25; 822 23.75 0 7.25; 823 24.375 0 7.25;
824 20.625 0 6.25; 825 20.625 0 6.75; 826 21.25 0 6.25; 827 21.25 0 6.75;
828 21.875 0 6.25; 829 21.875 0 6.75; 830 22.5 0 6.25; 831 22.5 0 6.75;
832 23.125 0 6.25; 833 23.125 0 6.75; 834 23.75 0 6.25; 835 23.75 0 6.75;
836 24.375 0 6.25; 837 24.375 0 6.75; 838 25 0 6.75; 839 20.625 0 4.5;
840 20.625 0 4.9375; 841 21.25 0 4.5; 842 21.25 0 4.9375; 843 21.875 0 4.5;
844 21.875 0 4.9375; 845 22.5 0 4.5; 846 22.5 0 4.9375; 847 23.125 0 4.5;
848 23.125 0 4.9375; 849 23.75 0 4.5; 850 23.75 0 4.9375; 851 24.375 0 4.5;
852 24.375 0 4.9375; 853 25 0 4.9375; 854 20.625 0 5.375; 855 21.25 0 5.375;
856 21.875 0 5.375; 857 22.5 0 5.375; 858 23.125 0 5.375; 859 23.75 0 5.375;
860 24.375 0 5.375; 861 25 0 5.375; 862 20.625 0 5.8125; 863 21.25 0 5.8125;
864 21.875 0 5.8125; 865 22.5 0 5.8125; 866 23.125 0 5.8125;
867 23.75 0 5.8125; 868 24.375 0 5.8125; 869 25 0 5.8125; 870 20.625 0 2.75;
871 20.625 0 3.1875; 872 21.25 0 2.75; 873 21.25 0 3.1875; 874 21.875 0 2.75;
875 21.875 0 3.1875; 876 22.5 0 2.75; 877 22.5 0 3.1875; 878 23.125 0 2.75;
879 23.125 0 3.1875; 880 23.75 0 2.75; 881 23.75 0 3.1875; 882 24.375 0 2.75;
883 24.375 0 3.1875; 884 25 0 3.1875; 885 20.625 0 3.625; 886 21.25 0 3.625;
887 21.875 0 3.625; 888 22.5 0 3.625; 889 23.125 0 3.625; 890 23.75 0 3.625;
891 24.375 0 3.625; 892 25 0 3.625; 893 20.625 0 4.0625; 894 21.25 0 4.0625;
895 21.875 0 4.0625; 896 22.5 0 4.0625; 897 23.125 0 4.0625;
898 23.75 0 4.0625; 899 24.375 0 4.0625; 900 25 0 4.0625; 901 20.625 0 1.75;
902 20.625 0 2.25; 903 21.25 0 1.75; 904 21.25 0 2.25; 905 21.875 0 1.75;
906 21.875 0 2.25; 907 22.5 0 1.75; 908 22.5 0 2.25; 909 23.125 0 1.75;
910 23.125 0 2.25; 911 23.75 0 1.75; 912 23.75 0 2.25; 913 24.375 0 1.75;
914 24.375 0 2.25; 915 25 0 2.25; 916 20.625 0 1; 917 21.25 0 1;
918 21.875 0 1; 919 22.5 0 1; 920 23.125 0 1; 921 23.75 0 1; 922 24.375 0 1;
923 20.625 0 0.2; 924 20.625 0 0.6; 925 21.25 0 0.2; 926 21.25 0 0.6;
927 21.875 0 0.2; 928 21.875 0 0.6; 929 22.5 0 0.2; 930 22.5 0 0.6;
931 23.125 0 0.2; 932 23.125 0 0.6; 933 23.75 0 0.2; 934 23.75 0 0.6;
935 24.375 0 0.2; 936 24.375 0 0.6; 937 25 0 0.6; 938 30 0 1.75; 939 30 0 7.25;
940 25.625 0 8; 941 25.625 0 8.4; 942 26.25 0 8; 943 26.25 0 8.4;
944 26.875 0 8; 945 26.875 0 8.4; 946 27.5 0 8; 947 27.5 0 8.4; 948 28.125 0 8;
949 28.125 0 8.4; 950 28.75 0 8; 951 28.75 0 8.4; 952 29.375 0 8;
953 29.375 0 8.4; 954 30 0 8.4; 955 25.625 0 8.8; 956 26.25 0 8.8;
957 26.875 0 8.8; 958 27.5 0 8.8; 959 28.125 0 8.8; 960 28.75 0 8.8;
961 29.375 0 8.8; 962 25.625 0 7.25; 963 26.25 0 7.25; 964 26.875 0 7.25;
965 27.5 0 7.25; 966 28.125 0 7.25; 967 28.75 0 7.25; 968 29.375 0 7.25;
969 25.625 0 6.25; 970 25.625 0 6.75; 971 26.25 0 6.25; 972 26.25 0 6.75;

2059 1805 163 1807 1806; 2060 1662 1794 1786 185; 2061 1794 1796 1787 1786;
 2062 1796 1798 1788 1787; 2063 1798 1800 1789 1788; 2064 1800 1802 1790 1789;
 2065 1802 1804 1791 1790; 2066 1804 1806 1792 1791; 2067 1806 1807 187 1792;
 2068 186 1808 1809 1679; 2069 1808 1810 1811 1809; 2070 1810 1812 1813 1811;
 2071 1812 1814 1815 1813; 2072 1814 1816 1817 1815; 2073 1816 1818 1819 1817;
 2074 1818 1820 1821 1819; 2075 1820 165 1822 1821; 2076 1679 1809 1823 159;
 2077 1809 1811 1824 1823; 2078 1811 1813 1825 1824; 2079 1813 1815 1826 1825;
 2080 1815 1817 1827 1826; 2081 1817 1819 1828 1827; 2082 1819 1821 1829 1828;
 2083 1821 1822 104 1829; 2084 1664 1830 1808 186; 2085 1830 1831 1810 1808;
 2086 1831 1832 1812 1810; 2087 1832 1833 1814 1812; 2088 1833 1834 1816 1814;
 2089 1834 1835 1818 1816; 2090 1835 1836 1820 1818; 2091 1836 201 165 1820;
 2092 160 1837 1838 1708; 2093 1837 1839 1840 1838; 2094 1839 1841 1842 1840;
 2095 1841 1843 1844 1842; 2096 1843 1845 1846 1844; 2097 1845 1847 1848 1846;
 2098 1847 1849 1850 1848; 2099 1849 108 1851 1850; 2100 1708 1838 1830 1664;
 2101 1838 1840 1831 1830; 2102 1840 1842 1832 1831; 2103 1842 1844 1833 1832;
 2104 1844 1846 1834 1833; 2105 1846 1848 1835 1834; 2106 1848 1850 1836 1835;
 2107 1850 1851 201 1836; 2108 161 1852 1853 1723; 2109 1852 1854 1855 1853;
 2110 1854 1856 1857 1855; 2111 1856 1858 1859 1857; 2112 1858 1860 1861 1859;
 2113 1860 1862 1863 1861; 2114 1862 1864 1865 1863; 2115 1864 107 1866 1865;
 2116 1723 1853 1867 1731; 2117 1853 1855 1868 1867; 2118 1855 1857 1869 1868;
 2119 1857 1859 1870 1869; 2120 1859 1861 1871 1870; 2121 1861 1863 1872 1871;
 2122 1863 1865 1873 1872; 2123 1865 1866 1874 1873; 2124 1731 1867 1875 1739;
 2125 1867 1868 1876 1875; 2126 1868 1869 1877 1876; 2127 1869 1870 1878 1877;
 2128 1870 1871 1879 1878; 2129 1871 1872 1880 1879; 2130 1872 1873 1881 1880;
 2131 1873 1874 1882 1881; 2132 1739 1875 1837 160; 2133 1875 1876 1839 1837;
 2134 1876 1877 1841 1839; 2135 1877 1878 1843 1841; 2136 1878 1879 1845 1843;
 2137 1879 1880 1847 1845; 2138 1880 1881 1849 1847; 2139 1881 1882 108 1849;
 2140 162 1883 1884 1754; 2141 1883 1885 1886 1884; 2142 1885 1887 1888 1886;
 2143 1887 1889 1890 1888; 2144 1889 1891 1892 1890; 2145 1891 1893 1894 1892;
 2146 1893 1895 1896 1894; 2147 1895 106 1897 1896; 2148 1754 1884 1898 1762;
 2149 1884 1886 1899 1898; 2150 1886 1888 1900 1899; 2151 1888 1890 1901 1900;
 2152 1890 1892 1902 1901; 2153 1892 1894 1903 1902; 2154 1894 1896 1904 1903;
 2155 1896 1897 1905 1904; 2156 1762 1898 1906 1770; 2157 1898 1899 1907 1906;
 2158 1899 1900 1908 1907; 2159 1900 1901 1909 1908; 2160 1901 1902 1910 1909;
 2161 1902 1903 1911 1910; 2162 1903 1904 1912 1911; 2163 1904 1905 1913 1912;
 2164 1770 1906 1852 161; 2165 1906 1907 1854 1852; 2166 1907 1908 1856 1854;
 2167 1908 1909 1858 1856; 2168 1909 1910 1860 1858; 2169 1910 1911 1862 1860;
 2170 1911 1912 1864 1862; 2171 1912 1913 107 1864; 2172 1663 1914 1915 1785;
 2173 1914 1916 1917 1915; 2174 1916 1918 1919 1917; 2175 1918 1920 1921 1919;
 2176 1920 1922 1923 1921; 2177 1922 1924 1925 1923; 2178 1924 1926 1927 1925;
 2179 1926 202 1928 1927; 2180 1785 1915 1883 162; 2181 1915 1917 1885 1883;
 2182 1917 1919 1887 1885; 2183 1919 1921 1889 1887; 2184 1921 1923 1891 1889;
 2185 1923 1925 1893 1891; 2186 1925 1927 1895 1893; 2187 1927 1928 106 1895;
 2188 187 1929 1914 1663; 2189 1929 1930 1916 1914; 2190 1930 1931 1918 1916;
 2191 1931 1932 1920 1918; 2192 1932 1933 1922 1920; 2193 1933 1934 1924 1922;
 2194 1934 1935 1926 1924; 2195 1935 164 202 1926; 2196 163 1936 1937 1807;
 2197 1936 1938 1939 1937; 2198 1938 1940 1941 1939; 2199 1940 1942 1943 1941;
 2200 1942 1944 1945 1943; 2201 1944 1946 1947 1945; 2202 1946 1948 1949 1947;
 2203 1948 103 1950 1949; 2204 1807 1937 1929 187; 2205 1937 1939 1930 1929;
 2206 1939 1941 1931 1930; 2207 1941 1943 1932 1931; 2208 1943 1945 1933 1932;
 2209 1945 1947 1934 1933; 2210 1947 1949 1935 1934; 2211 1949 1950 164 1935;

ELEMENT PROPERTY

484 TO 2211 THICKNESS 0.25

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC STEEL

E 2.1e+010

POISSON 0.3

DENSITY 3600

ALPHA 1.2e-005

DAMP 0.03

ISOTROPIC CONCRETE

E 2.3500e+009

POISSON 0.17

DENSITY 2400

ALPHA 1e-005

DAMP 0.05

END DEFINE MATERIAL

CONSTANTS

BETA 90 MEMB 1 TO 140

MATERIAL STEEL MEMB 1 TO 483 2906 TO 3564

MATERIAL CONCRETE MEMB 484 TO 2211

MEMBER PROPERTY JAPANESE

141 142 155 TO 164 166 168 172 TO 215 271 273 275 TO 296 377 TO 382 384 391 -
 400 407 409 416 TO 420 422 429 TO 435 444 451 TO 453 461 476 2906 TO 2908 -
 2916 TO 2919 2934 TO 2936 2944 2959 2967 TO 2969 2977 TO 2980 2995 TO 2997 -
 3005 3020 3028 TO 3030 3038 TO 3041 3056 TO 3058 3066 3081 3089 TO 3091 3099 -
 3100 TO 3102 3117 TO 3119 3127 3142 3150 TO 3152 3160 TO 3162 3170 TO 3180

3188 3203 3211 TO 3213 3221 TO 3224 3239 TO 3241 3249 3264 3272 TO 3274 3282 -
 3283 TO 3285 3300 TO 3302 3310 3325 3333 TO 3335 3343 TO 3346 3361 TO 3363 -
 3371 3386 3394 TO 3396 3404 TO 3407 3422 TO 3424 3432 3447 3455 TO 3457 3465 -
 3466 TO 3468 3483 3491 3506 3514 TO 3516 3524 TO 3527 3542 TO 3563 -
 3564 TABLE ST H700X300X13
 349 TO 352 TABLE ST H200X200X8
 320 321 323 324 326 327 329 330 332 333 339 TO 348 353 TO 375 -
 376 TABLE LD L125X75X13 SP 0.05
 143 TO 154 319 322 325 328 331 334 TO 338 TABLE ST H300X300X10
 UNIT CM KG
MEMBER PROPERTY JAPANESE
 165 167 169 TO 171 216 TO 270 272 274 297 TO 318 383 385 TO 390 392 TO 399 -
 401 TO 406 408 410 TO 415 421 423 TO 428 436 TO 443 445 TO 450 454 TO 460 -
 462 TO 475 477 TO 483 2909 TO 2915 2920 TO 2933 2937 TO 2943 2945 TO 2958 -
 2960 TO 2966 2970 TO 2976 2981 TO 2994 2998 TO 3004 3006 TO 3019 -
 3021 TO 3027 3031 TO 3037 3042 TO 3055 3059 TO 3065 3067 TO 3080 -
 3082 TO 3088 3092 TO 3098 3103 TO 3116 3120 TO 3126 3128 TO 3141 -
 3143 TO 3149 3153 TO 3159 3164 TO 3177 3181 TO 3187 3189 TO 3202 -
 3204 TO 3210 3214 TO 3220 3225 TO 3238 3242 TO 3248 3250 TO 3263 -
 3265 TO 3271 3275 TO 3281 3286 TO 3299 3303 TO 3309 3311 TO 3324 -
 3326 TO 3332 3336 TO 3342 3347 TO 3360 3364 TO 3370 3372 TO 3385 -
 3387 TO 3393 3397 TO 3403 3408 TO 3421 3425 TO 3431 3433 TO 3446 -
 3448 TO 3454 3458 TO 3464 3469 TO 3482 3484 TO 3490 3492 TO 3505 -
 3507 TO 3513 3517 TO 3523 3528 TO 3541 TABLE ST H300X300X10
MEMBER PROPERTY AMERICAN
 1 TO 140 TABLE ST W14X211
 UNIT METER KG
SUPPORTS
 149 PINNED
 25 73 FIXED BUT FX MZ
 UNIT CM KG
MEMBER RELEASE
 162 END MX MY MZ
 47 117 START MX MY MZ
 70 END MX MY MZ
 140 END MX MY MZ
 165 167 169 TO 171 216 TO 256 258 TO 267 269 270 272 274 297 TO 317 -
 318 START MX MY MZ
 390 398 406 415 428 442 450 460 468 475 483 2915 2926 2933 2943 2951 2958 -
 2966 2976 2987 2994 3004 3012 3019 3027 3037 3048 3055 3065 3073 3080 3088 -
 3098 3109 3116 3126 3134 3141 3149 3159 3170 3177 3187 3195 3202 3210 3220 -
 3231 3238 3248 3256 3263 3271 3281 3292 3299 3309 3317 3324 3332 3342 3353 -
 3360 3370 3378 3385 3393 3403 3414 3421 3431 3439 3446 3454 3464 3475 3482 -
 3490 3498 3505 3513 3523 3534 3541 END MX MY MZ
 268 START MX MY MZ
 142 START MX MY MZ
MEMBER TRUSS
 25 TO 46 48 TO 69 95 TO 116 118 TO 139 144 TO 153 319 TO 352
MEMBER TRUSS
 1 TO 24 71 TO 94
 UNIT METER KG
LOAD 1 BEBAN MATI
ELEMENT LOAD
 484 TO 499 612 TO 643 756 TO 787 900 TO 931 1044 TO 1075 1188 TO 1219 1332 -
 1333 TO 1363 1476 TO 1507 1620 TO 1651 1764 TO 1795 1908 TO 1939 2052 TO 2083 -
 2196 TO 2211 PR GY -1762.8
 500 TO 611 644 TO 755 788 TO 899 932 TO 1043 1076 TO 1187 1220 TO 1331 1364 -
 1365 TO 1475 1508 TO 1619 1652 TO 1763 1796 TO 1907 1940 TO 2051 2084 TO 2194 -
 2195 PR GY -1012.7
LOAD 2 BEBAN HIDUP
ELEMENT LOAD
 484 TO 499 612 TO 643 756 TO 787 900 TO 931 1044 TO 1075 1188 TO 1219 1332 -
 1333 TO 1363 1476 TO 1507 1620 TO 1651 1764 TO 1795 1908 TO 1939 2052 TO 2083 -
 2196 TO 2211 PR GY -2022.8
LOAD 3 BEBAN Q MERATA
ELEMENT LOAD
 500 TO 507 604 TO 611 644 TO 651 748 TO 755 788 TO 795 892 TO 899 932 TO 939 -
 1036 TO 1043 1076 TO 1083 1180 TO 1187 1220 TO 1227 1324 TO 1331 -
 1364 TO 1371 1468 TO 1475 1508 TO 1515 1612 TO 1619 1652 TO 1659 -
 1756 TO 1763 1796 TO 1803 1900 TO 1907 1940 TO 1947 2044 TO 2051 -
 2084 TO 2091 2188 TO 2195 PR GY -300
 508 TO 603 652 TO 747 796 TO 891 940 TO 1035 1084 TO 1179 1228 TO 1323 1372 -
 1373 TO 1467 1516 TO 1611 1660 TO 1755 1804 TO 1899 1948 TO 2043 2092 TO 2186 -
 2187 PR GY -600
LOAD 4 BEBAN GARIS D LINE 1
MEMBER LOAD
 155 378 UNI GY -2489.6

157 TO 159 377 400 409 417 419 422 430 432 434 UNI GY -4979.2
 LOAD 5 BEBAN GARIS D LINE 2
 MEMBER LOAD
 276 382 UNI GY -2489.6
 172 TO 174 381 407 416 418 420 429 431 433 435 UNI GY -4979.2
 LOAD 6 BEBAN GARIS D LINE 3
 MEMBER LOAD
 278 453 UNI GY -2489.6
 176 TO 178 452 476 2906 TO 2908 2916 TO 2919 UNI GY -4979.2
 LOAD 7 BEBAN GARIS D LINE 4
 MEMBER LOAD
 280 2936 UNI GY -2489.6
 180 TO 182 2935 2959 2967 TO 2969 2977 TO 2980 UNI GY -4979.2
 LOAD 8 BEBAN GARIS D LINE 5
 MEMBER LOAD
 282 2997 UNI GY -2489.6
 184 TO 186 2996 3020 3028 TO 3030 3038 TO 3041 UNI GY -4979.2
 LOAD 9 BEBAN GARIS LINE 6
 MEMBER LOAD
 284 3058 UNI GY -2489.6
 188 TO 190 3057 3081 3089 TO 3091 3099 TO 3102 UNI GY -4979.2
 LOAD 10 BEBAN GARIS D LINE 7
 MEMBER LOAD
 286 3119 UNI GY -2489.6
 192 TO 194 3118 3142 3150 TO 3152 3160 TO 3163 UNI GY -4979.2
 LOAD 11 BEBAN GARIS D LINE 8
 MEMBER LOAD
 288 3180 UNI GY -2489.6
 196 TO 198 3179 3203 3211 TO 3213 3221 TO 3224 UNI GY -4979.2
 LOAD 12 BEBAN GARIS D LINE 9
 MEMBER LOAD
 290 3241 UNI GY -2489.6
 200 TO 202 3240 3264 3272 TO 3274 3282 TO 3285 UNI GY -4979.2
 LOAD 13 BEBAN GARIS D LINE 10
 MEMBER LOAD
 292 3302 UNI GY -2489.6
 204 TO 206 3301 3325 3333 TO 3335 3343 TO 3346 UNI GY -4979.2
 LOAD 14 BEBAN GARIS D LINE 11
 MEMBER LOAD
 294 3363 UNI GY -2489.6
 208 TO 210 3362 3386 3394 TO 3396 3404 TO 3407 UNI GY -4979.2
 LOAD 15 BEBAN GARIS D LINE 12
 MEMBER LOAD
 296 3424 UNI GY -2489.6
 212 TO 214 3423 3447 3455 TO 3457 3465 TO 3468 UNI GY -4979.2
 LOAD 16 BEBAN GARIS D LINE 13
 MEMBER LOAD
 271 379 UNI GY -2489.6
 164 166 168 380 3506 3514 TO 3516 3524 TO 3527 UNI GY -4979.2
 LOAD 17 BEBAN ANGIN
 JOINT LOAD
 74 96 FZ -67.185
 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 FZ -134.37
 49 73 FZ -387.99
 50 TO 72 FZ -775.98
 LOAD COMB 18 KOMB 1
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 4 1.1
 LOAD COMB 19 KOMB 2
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 5 1.0
 LOAD COMB 20 KOMB 3
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 6 1.1
 LOAD COMB 21 KOMB 4
 1 1.1 2 1.1 7 1.0
 LOAD COMB 22 KOMB 5
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 8 1.0
 LOAD COMB 23 KOMB 6
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 9 1.1
 LOAD COMB 24 KOMB 7
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 10 1.1
 LOAD COMB 25 KOMB 8
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 11 1.1
 LOAD COMB 26 KOMB 9
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 12 1.1
 LOAD COMB 27 KOMB 10
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 13 1.1
 LOAD COMB 28 KOMB 11
 1 1.1 2 1.1 3 1.1 14 1.1

LOAD COMB 29 KOMB 12

1 1.1 2 1.1 3 1.1 15 1.1

LOAD COMB 30 KOMB 13

1 1.1 2 1.1 3 1.1 16 1.1

PERFORM ANALYSIS

UNIT CM KG

PARAMETER

CODE LRFD

FU 5200 MEMB 1 TO 483 2906 TO 3564

FYLD 3600 MEMB 1 TO 483 2906 TO 3564

CHECK CODE MEMB 1 TO 483 2906 TO 3564

PARAMETER

CODE LRFD

STEEL TAKE OFF LIST 1 TO 483 2906 TO 3564

PARAMETER

CODE LRFD

STIFF 200 MEMB 1 TO 483 2906 TO 3564

FINISH

STAAD.PRO CODE CHECKING - (LRFD 3RD EDITION)

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

SR	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
1	ST W14X211	PASS	TENSION	0.040	19
		51508.65 T	0.00	0.00	250.00
2	ST W14X211	PASS	TENSION	0.040	19
		51508.65 T	0.00	0.00	250.00
3	ST W14X211	PASS	TENSION	0.068	20
		88550.96 T	0.00	0.00	250.00
4	ST W14X211	PASS	TENSION	0.068	20
		88550.96 T	0.00	0.00	250.00
5	ST W14X211	PASS	TENSION	0.074	20
		96087.88 T	0.00	0.00	250.00
6	ST W14X211	PASS	TENSION	0.074	20
		96087.88 T	0.00	0.00	250.00
7	ST W14X211	PASS	TENSION	0.095	22
		122722.09 T	0.00	0.00	250.00
8	ST W14X211	PASS	TENSION	0.095	22
		122722.09 T	0.00	0.00	250.00
9	ST W14X211	PASS	TENSION	0.107	23
		139039.69 T	0.00	0.00	250.00
10	ST W14X211	PASS	TENSION	0.107	23
		139039.69 T	0.00	0.00	250.00
11	ST W14X211	PASS	TENSION	0.113	24
		145944.48 T	0.00	0.00	250.00
12	ST W14X211	PASS	TENSION	0.113	24
		145944.48 T	0.00	0.00	250.00
13	ST W14X211	PASS	TENSION	0.113	24
		145980.73 T	0.00	0.00	250.00
14	ST W14X211	PASS	TENSION	0.113	24
		145980.73 T	0.00	0.00	250.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

BER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
15	ST W14X211	PASS	TENSION	0.107	25
		139138.97 T	0.00	0.00	250.00
16	ST W14X211	PASS	TENSION	0.107	25
		139138.97 T	0.00	0.00	250.00
17	ST W14X211	PASS	TENSION	0.095	26
		123504.13 T	0.00	0.00	250.00
18	ST W14X211	PASS	TENSION	0.095	26
		123504.13 T	0.00	0.00	250.00
19	ST W14X211	PASS	TENSION	0.075	27
		96777.62 T	0.00	0.00	250.00
20	ST W14X211	PASS	TENSION	0.075	27
		96777.62 T	0.00	0.00	250.00
21	ST W14X211	PASS	TENSION	0.068	28
		88525.92 T	0.00	0.00	250.00
22	ST W14X211	PASS	TENSION	0.068	28
		88525.92 T	0.00	0.00	250.00
23	ST W14X211	PASS	TENSION	0.040	29
		51905.85 T	0.00	0.00	250.00
24	ST W14X211	PASS	TENSION	0.040	29
		51905.85 T	0.00	0.00	250.00
25	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.220	20
		256176.41 C	0.00	0.00	269.26
26	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.220	20
		256176.41 C	0.00	0.00	269.26
27	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.300	20
		351753.19 C	0.00	0.00	254.95
28	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.300	20
		351753.19 C	0.00	0.00	254.95
29	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.369	22
		432961.03 C	0.00	0.00	250.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

NR	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
30	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.369	22
		432961.03 C	0.00	0.00	250.00
31	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.439	23
		514588.31 C	0.00	0.00	250.00
32	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.439	23
		514588.31 C	0.00	0.00	250.00
33	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.482	23
		565134.62 C	0.00	0.00	250.00
34	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.482	23
		565134.62 C	0.00	0.00	250.00
35	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.499	24
		573581.69 C	0.00	0.00	250.00
36	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.489	24
		573581.69 C	0.00	0.00	250.00
37	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.482	25
		565132.75 C	0.00	0.00	250.00
38	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.482	25
		565132.75 C	0.00	0.00	250.00
39	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.440	26
		516743.59 C	0.00	0.00	250.00
40	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.440	26
		516743.59 C	0.00	0.00	250.00
41	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.372	27
		436206.41 C	0.00	0.00	250.00
42	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.372	27
		436206.41 C	0.00	0.00	250.00
43	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.300	28
		351758.72 C	0.00	0.00	254.95
44	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.300	28
		351758.72 C	0.00	0.00	254.95

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

ER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
45	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.220	28
		256180.14 C	0.00	0.00	269.26
46	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.220	28
		256180.03 C	0.00	0.00	269.26
47	ST W14X211	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.322	20
		319112.19 C	0.06	454.38	559.02
48	ST W14X211	PASS	TENSION	0.164	20
		212742.14 T	0.00	0.00	559.02
49	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.173	20
		145279.88 C	0.00	0.00	743.30
50	ST W14X211	PASS	TENSION	0.134	20
		173055.16 T	0.00	0.00	743.30
51	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.156	22
		118573.18 C	0.00	0.00	838.15
52	ST W14X211	PASS	TENSION	0.147	22
		190008.47 T	0.00	0.00	838.15
53	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.182	23
		138494.19 C	0.00	0.00	838.15
54	ST W14X211	PASS	TENSION	0.107	23
		138494.20 T	0.00	0.00	838.15
55	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.113	24
		86089.19 C	0.00	0.00	838.15
56	ST W14X211	PASS	TENSION	0.066	24
		86089.19 T	0.00	0.00	838.15
57	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.044	25
		33497.84 C	0.00	0.00	838.15
58	ST W14X211	PASS	TENSION	0.026	25
		33497.85 T	0.00	0.00	838.15
59	ST W14X211	PASS	TENSION	0.026	23
		33502.82 T	0.00	0.00	838.15

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

BER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
135	ST W14X211	PASS	TENSION	0.147	26
		191133.72 T	0.00	0.00	838.15
136	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.157	26
		119407.05 C	0.00	0.00	838.15
137	ST W14X211	PASS	TENSION	0.135	27
		174516.55 T	0.00	0.00	743.30
138	ST W14X211	PASS	COMPRESSION	0.175	27
		147326.55 C	0.00	0.00	743.30
139	ST W14X211	PASS	TENSION	0.164	28
		212742.58 T	0.00	0.00	559.02
140	ST W14X211	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.322	28
		319112.78 C	0.01	-462.66	0.00
141	ST H700X300X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.843	20
		55409.27 T	1827591.75	-431055.28	20.00
142	ST H700X300X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.844	27
		55578.75 T	-1829804.00	-440392.47	20.00
143	ST H300X300X10	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.116	17
		33.58 C	-93218.98	-186437.95	900.00
144	ST H300X300X10	PASS	TENSION	0.001	17
		272.09 T	0.00	0.00	450.00
145	ST H300X300X10	PASS	TENSION	0.001	17
		204.90 T	0.00	0.00	450.00
146	ST H300X300X10	PASS	TENSION	0.000	17
		137.72 T	0.00	0.00	450.00
147	ST H300X300X10	PASS	TENSION	0.000	17
		70.53 T	0.00	0.00	450.00
148	ST H300X300X10	PASS	TENSION	0.036	24
		13825.28 T	0.00	0.00	450.00
149	ST H300X300X10	PASS	TENSION	0.036	24
		13827.01 T	0.00	0.00	450.00

UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
315	ST H300X300X10	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.065	23
		28534.46 T	-1799.93	115661.85	62.50
316	ST H300X300X10	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.066	20
		23656.21 T	-7586.48	127317.23	62.50
317	ST H300X300X10	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.062	19
		17277.06 T	-2880.27	160629.48	62.50
318	ST H300X300X10	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.056	18
		10503.41 T	-3490.80	171468.67	62.50
319	ST H300X300X10	PASS	COMPRESSION	0.001	17
		406.46 C	0.00	0.00	450.00
320	LD L125X75X13	PASS	COMPRESSION	0.022	17
		529.10 C	0.00	0.00	701.78
321	LD L125X75X13	PASS	TENSION	0.003	17
		529.10 T	0.00	0.00	701.78
322	ST H300X300X10	PASS	COMPRESSION	0.001	17
		339.27 C	0.00	0.00	450.00
323	LD L125X75X13	PASS	COMPRESSION	0.016	17
		411.20 C	0.00	0.00	680.07
324	LD L125X75X13	PASS	TENSION	0.003	17
		411.20 T	0.00	0.00	680.07
325	ST H300X300X10	PASS	COMPRESSION	0.001	17
		272.09 C	0.00	0.00	450.00
326	LD L125X75X13	PASS	COMPRESSION	0.012	17
		306.30 C	0.00	0.00	672.68
327	LD L125X75X13	PASS	TENSION	0.002	17
		306.30 T	0.00	0.00	672.68
328	ST H300X300X10	PASS	COMPRESSION	0.001	17
		204.90 C	0.00	0.00	450.00
329	LD L125X75X13	PASS	COMPRESSION	0.008	17
		205.86 C	0.00	0.00	672.68

ALL UNITS ARE - KG CM (UNLESS OTHERWISE NOTED)

EMBER	TABLE	RESULT/ FX	CRITICAL COND/ MY	RATIO/ MZ	LOADING/ LOCATION
345	LD L125X75X13	PASS	COMPRESSION	0.008	17
		195.86 C	0.00	0.00	672.68
346	LD L125X75X13	PASS	TENSION	0.001	17
		195.86 T	0.00	0.00	672.68
347	LD L125X75X13	PASS	COMPRESSION	0.004	17
		95.43 C	0.00	0.00	672.68
348	LD L125X75X13	PASS	TENSION	0.001	17
		95.43 T	0.00	0.00	672.68
349	ST H200X200X8	PASS	COMPRESSION	0.175	24
		15815.55 C	0.00	0.00	514.78
350	ST H200X200X8	PASS	COMPRESSION	0.175	24
		15817.51 C	0.00	0.00	514.78
351	ST H200X200X8	PASS	COMPRESSION	0.175	24
		15815.56 C	0.00	0.00	514.78
352	ST H200X200X8	PASS	COMPRESSION	0.175	24
		15817.53 C	0.00	0.00	514.78
353	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.131	18
		6578.03 T	26409.54	-17990.30	0.00
354	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.131	18
		6577.47 T	-26381.91	-17986.68	0.00
355	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.101	20
		6636.90 T	-10720.83	-23543.52	659.47
356	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.101	20
		6623.49 T	10681.48	-23515.03	659.47
357	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.088	20
		7014.06 T	17118.88	-9175.23	0.00
358	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.087	20
		6941.04 T	-16908.80	-9002.22	0.00
359	LD L125X75X13	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.090	22
		7571.88 T	-6135.89	-22506.41	659.47