

SKRIPSI

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH BATANG TEGAK PADA GELAGAR INDUK PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK



Disusun oleh :

**RAHMAD HARI KURNIANTO
(05.21.079)**

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

REPORT

THE STUDY OF THE EFFECTS OF THE
TEACHING OF THE HISTORY OF THE
NATION TO THE STUDENTS OF THE
SCHOOL OF THE DISTRICT OF THE

OF THE

OF THE DISTRICT OF THE
(OF THE)

THE STUDY OF THE EFFECTS OF THE
TEACHING OF THE HISTORY OF THE
NATION TO THE STUDENTS OF THE
SCHOOL OF THE DISTRICT OF THE
OF THE
OF THE

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR
RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH
BATANG TEGAK PADA GELAGAR INDUK
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK**

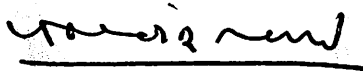
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil S-1
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Disusun oleh :

**RAHMAD HARI KURNIANTO
(05.21.079)**

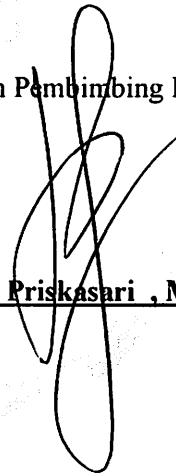
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. H. Sudirman Indra M.Sc

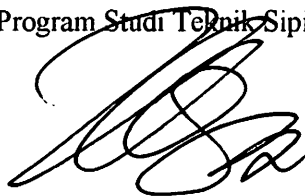
Dosen Pembimbing II



Ir. Ester Priskasari, MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)



Ir. H. Hirijanto, MT

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

2012

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS
JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH BATANG TEGAK PADA
GELAGAR INDUK
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK
SKRIPSI**

**Dipertahankan dihadapan Majelis Pengji Sidang Skripsi Jenjang
Strata Satu (S-1)**

Pada hari : Jumat

Tanggal : 8 September

**Dan diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Disusun oleh :

**RAHMAD HARI KURNIANTO
(05.21.079)**

Dasahkan Oleh

Ketua



Ir. H. Hirijanto, MT

Sekretaris



Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT

Anggota Penguji:

Penguji I



Ir. A. Agus Santoso, MT

Penguji II



Ir. Bambang Wedyantadji, MT

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rahmad Hari Kurnianto

NIM : 05.21.079

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH BATANG TEGAK PADA GELAGAR INDUK PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 8 September 2012

Yang membuat pernyataan



Rahmad Hari Kurnianto

STUDI
ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN
BAJA DENG N MENAMBAH BATANG TEGAK
PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

Nama : Rahmad Hari Kurnianto
Dosen Pembimbing 1 : Ir. H. Sudirman Indra M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Ir. Ester Priskasari, MT

ABSTRAKSI

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

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

Peraturan pembebanan yang dipakai dalam perencanaan ini menggunakan *BMS '92*, analisa profil baja menggunakan *SNI 03-1729-2002 dan LRFD*, penulis merencanakan dan menghitung statika jembatan ini secara 3D dengan menggunakan program bantu *Staad Pro2004*.

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

Kata kunci : baja, jembatan, batang tegak

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmad Hari Kurnianto

NIM : **05.21.079**

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

Fakultas : **TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA DENG N MENAMBAH BATANG BATANG TEGAK PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK”.

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

Malang,...September 2012

Yang membuat pernyataan

Rahmad Hari K.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan RahmatNya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH BATANG TEGAK PADA GELAGAR INDUK PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK”**

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

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

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

Malang, Juli 2012

Penyusun

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan RahmatNya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH BATANG TEGAK PADA GELAGAR INDUK PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK”**

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

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

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

Malang, Juli 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

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

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

3.3.4 penulangan trotoir.....	50
3.4 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang.....	52
3.4.1 Perataan Beban.....	52
3.4.2 Perhitungan gelagar memanjang.....	56
3.4.2.1 Perhitungan dimensi gelagar memanjang.....	59
3.4.2.2. Perencanaan Shear Conector.....	65
3.4.3 Perhitungan gelagar melintang.....	69
3.4.3.1 Perhitungan dimensi gelagar melintang.....	73
3.4.3.2 Perencanaan Shear Conector	81
3.4.4 Perencanaan Sambungan Memanjang dan Melintang.....	84
3.4.4.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Memanjang dan melintang).....	85
3.4.4.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar memanjang)	88
3.5 Perhitungan gelagar induk.....	92
3.5.1 Akibat beban mati.....	92
3.5.2 Akibat beban hidup(faktor beban = 1).....	93
3.5.3 Akibat Beban Rem (faktor beban = 2,0).....	96
3.5.4 Akibat Beban Angin.....	97
3.6 Perhitungan Profil Baja.....	101
3.6.1 Perhitungan Dimensi Penampang Pada Gelagar induk.....	101
3.6.1.1 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 3	107
3.6.1.2 Kontrol Plat simpul Sambungan gelagar induk joint 3	113

3.6.1.3	Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 3	119
3.6.1.4	Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 3	124
3.6.2	Perhitungan Ikatan Angin Atas	131
3.6.2.1	Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Atas.....	133
3.6.2.2	Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Atas.....	136
3.6.2.3	Perhitungan Kontrol plat Simpul Ikatan Angin Atas.....	143
3.7	Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang dengan Rangka Pengaku (Tipe Waren).....	146
3.7.1	Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Melintang dan Rangka Pengaku).....	147
3.7.2	Sambungan irisan ganda (baut gelagar melintang).....	151
3.8	Perhitungan Perletakan.....	155
3.8.1	Perhitungan Perletakan Rol.....	155
3.8.2	Perhitungan Perletakan Sendi.....	159
BAB IV	KEBUTUHAN BAHAN.....	164
4.1	Profil Baja.....	164
4.2	Kebutuhan Baut.....	165
4.3	Kebutuhan Beton.....	167
BAB V	PENUTUP.....	169
5.1	Kesimpulan.....	169
5.2	Saran.....	171

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor beban untuk berat sendiri.....	11
Tabel 2.2 Faktor beban untuk beban mati tambahan.....	11
Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban lajur “D”.....	13
Tabel 2.4 Jumlah lajur lalu lintas rencana “T”.....	13
Tabel 2.5 faktor beban untuk pembebanan truk “ T “.....	14
Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban trotoar.....	15
Tabel 2.7 Faktor beban untuk beban angin.....	16
Tabel 2.8 Faktor beban untuk gaya rem.....	17
Tabel 2.9 Kombinasi Beban.....	19
Tabel 2.10 Tabel Muller Breslaw.....	38
Tabel. 3.1 Hasil analisa Momen	47
Tabel 3.2 Luas Bidang Yang Terkena Angin.....	98
Tabel 3.3 Beban angin yang diterima.....	99
Tabel 3.4 Muller Breslaw.....	192
Tabel 4.1 Tabel Kebutuhan Bahan.....	195

DAFTAR GAMBAR

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

Gambar 3.14 Profil W12x40.....	59
Gambar 3.15 Diagram tegangan Komposit.....	62
Gambar 3.16 Beban mati lantai kendraan dan trotoir.....	69
Gambar 3.17 berat gelagar memanjang.....	70
Gambar 3.18 beban lajur D.....	71
Gambar 3.19 muatan hidup trotoir.....	71
Gambar 3.20 beban plat gelagar memanjang.....	72
Gambar 3.21 Profil W24x94.....	73
Gambar 3.22 Diagram tegangan Komposit.....	77
Gambar 3.23 Sambungan Memanjang dan melintang.....	84
Gambar 3.24 Gaya rem.....	96
Gambar 3.25 Luas beban yang terkena angin.....	98
Gambar 3.26 Kendaraan yang terkena angin.....	100
Gambar 3.27 Perletakan rol.....	187
Gambar 3.28 Perletakan sendi.....	190



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

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

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

menambah batang tegak pada gelagar induk pada proyek jembatan Kelutan Nganjuk”.

1.2 Rumusan Masalah

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

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

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

1.3 Batasan Masalah

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

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

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

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

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

1.4 Maksud dan Tujuan

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

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

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

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jembatan Secara Umum

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

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

2.1.1 Macam-macam Jembatan



Secara garis besar, macam-macam jembatan antara lain:

1. Jembatan kayu

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

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

2. Jembatan Beton

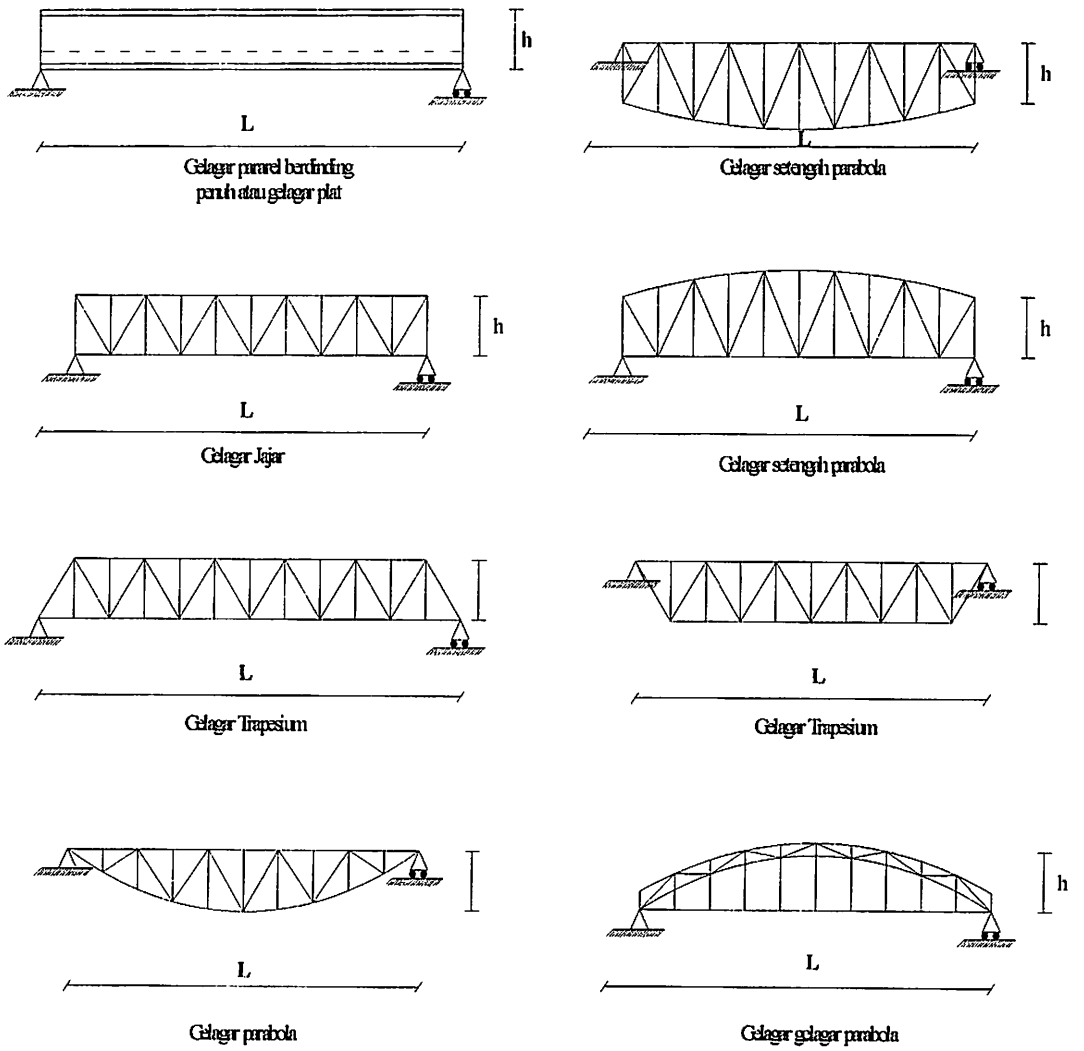
Beton telah banyak dikenal dalam dunia konstruksi. Dewasa ini, dengan kemajuan teknologi beton dimungkinkan untuk memperoleh bentuk penampang beton yang beragam. Bahkan dalam kenyataan sekarang, jembatan beton ini tidak hanya berupa beton bertulang konvensional saja, tetapi telah dikembangkan berupa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

3. Jembatan baja

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

2.1.2 Bentuk-bentuk Jembatan

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



Gambar. 2.1 bentuk bentuk jembatan rangka

2.1.3 Bagian-bagian Jembatan

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

1. Lantai trotoir dan kendaraan

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

2. Gelagar memanjang dan gelagar melintang

- **Gelagar Memanjang**

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

- **Gelagar Melintang**

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

3. Gelagar induk

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

4. Ikatan angin.

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

a. Ikatan Angin Atas

Ikatan Angin atas pada dasarnya berfungsi :

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

b. Ikatan Angin Bawah

- Untuk memikul dan meneruskan gaya-gaya akibat tekanan angin kelandasan dan terus ke tanah pondasi.

Untuk memberikan kekuatan pada konstruksi pada arah horisontal

5. Perletakan/tumpuan

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

2.2 Pembebanan

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

Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

2.2.1 Beban Primer

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

a. Beban sendiri struktur

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

Tabel 2.1 Faktor beban untuk berat sendiri

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

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

b. Beban mati tambahan

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

Table 2.2 Faktor beban untuk beban mati tambahan

Jangka waktu	Load Factor / Faktor Beban	
Tetap	Bahan	Kmu''
	Keadaan umum	2,0
	Keadaan khusus	1,4

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

c. Beban mati

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

d. Beban Hidup

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

1. Beban Lajur “D”

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

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

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

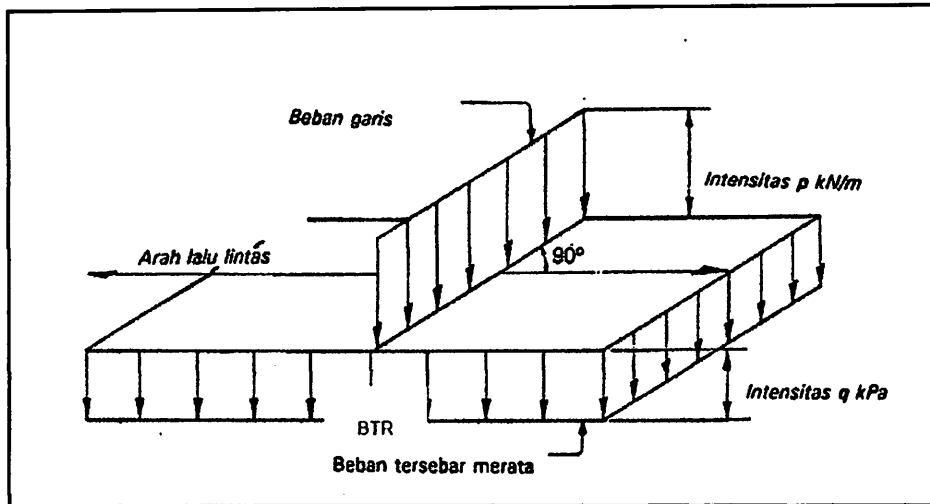
Dimana :

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

Beban garis (KEL) dengan intensitas p KN/m harus ditempatkan tegak lurus dari arah lalu lintas pada jembatan.

Besarnya intensitas $p = 44 \text{ KN/m}$

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



Gambar 2.2 Beban “D”

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

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban lajur “D”

Jangka Waktu	Faktor Beban
Tetap	2,0

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

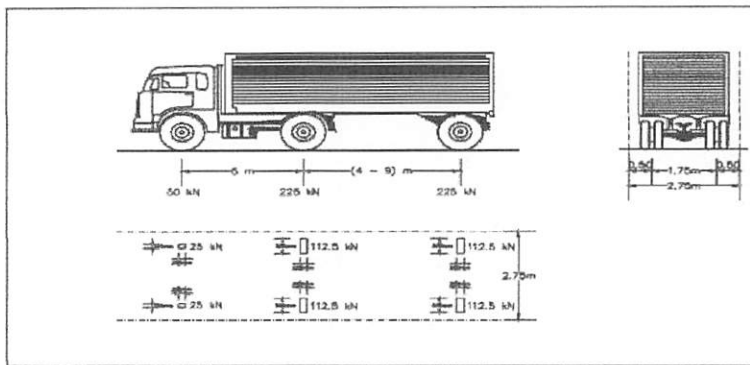
Table 2.4 Jumlah lajur lalu lintas rencana “T”

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

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

2. Beban Truk “T”

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



Gambar 2.3 pembebanan truk “T”

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

Dimana :

$$a1 = a2 = 30 \text{ cm}$$

$$b1 = 12,5 \text{ cm}$$

$$b2 = 50,00 \text{ cm}$$

m_s = muatan rencana sumbu = 20 ton

Tabel 2.5 faktor beban untuk pembebanan truk “ T “

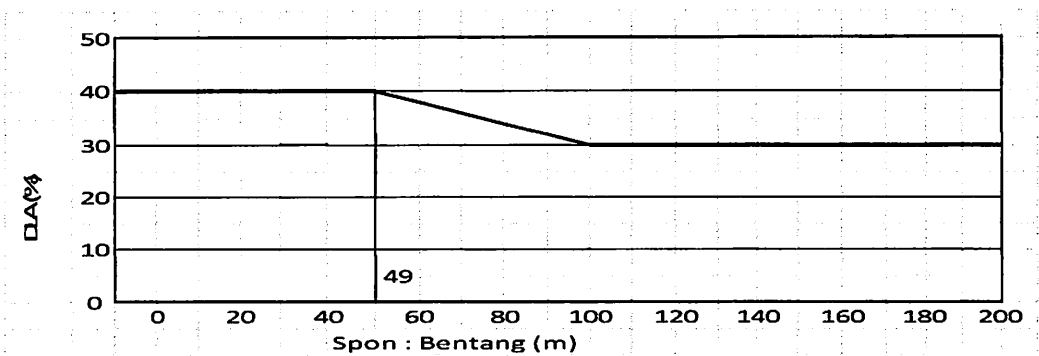
Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

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

3. Faktor Beban Dinamis

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

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



Gambar 2.4 Faktor beban dinamis

4. Beban trotoar

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

Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban trotoar.

Jangka Waktu	Faktor Beban
Sementara	2,0

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

2.2.2 Beban Sekunder

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

a. Beban Angin

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

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

Dimana :



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

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

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

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

Table 2.7 Faktor beban untuk beban angin

Jangka Waktu	Faktor beban
Sementara	1,2

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

b. Gaya Rem

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

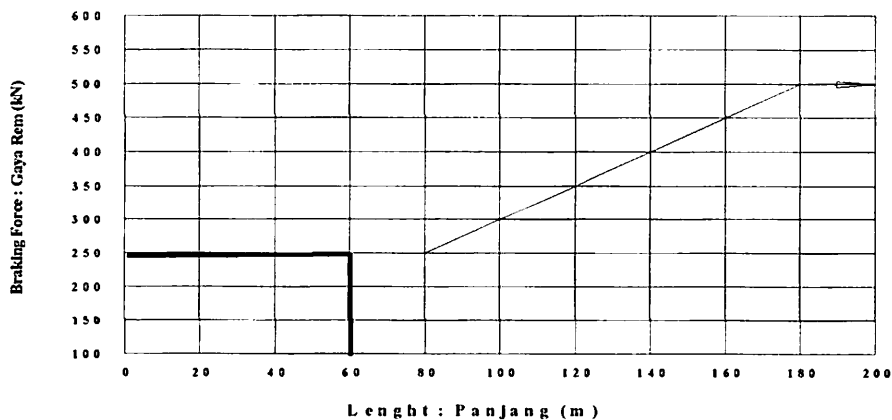
Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,75 meter diatas permukaan lantai kendaraan.

Tabel 2.8 Faktor beban untuk gaya rem

Jangka Waktu	Faktor beban
Sementara	2,0

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

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



Gambar 2.5 Grafik gaya Rem

c. Kombinasi Beban

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

- ***Kombinasi 1***

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

- ***Kombinasi 2***

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban angin U – S

- ***Kombinasi 3***

1,1 x beban mati (dead load) + 1,0 x beban angin S - U

- ***Kombinasi 4***

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

- ***Kombinasi 5***

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

- ***Kombinasi 6***

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

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

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

Tabel 2.9 Kombinasi Beban

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

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

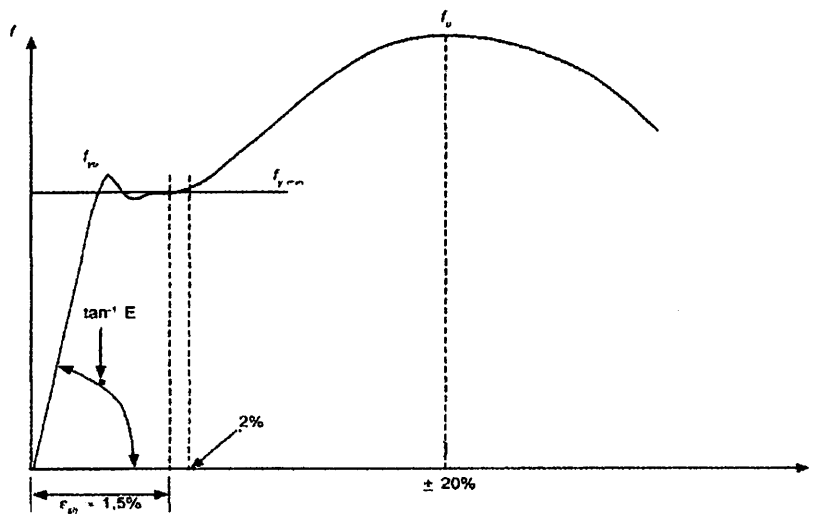
Keterangan :

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

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

2.3 Teori Desain Struktur Baja Metode LRFD

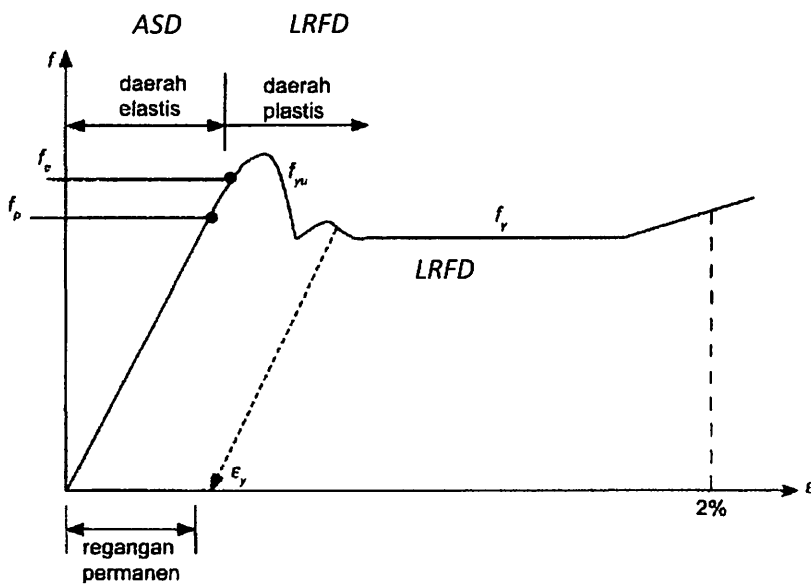
Sifat mekanis baja merupakan sifat yang sangat penting dalam desain konstruksi. Sifat ini diperoleh dari uji tarik baja, uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama itu dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya.



Gambar 2.6. Diagram Regangan Tegangan

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

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



Gambar 2.7 Diagram Regangan Tegangan

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

1. Rasionalitas LRFD selalu menarik perhatian, dan menjadi suatu perangsang yang menjanjikan penggunaan bahan yang lebih ekonomis dan lebih baik untuk beberapa kombinasi beban dan konfigurasi struktural. LRFD juga cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila dibandingkan dengan

ASD dalam mengkombinasikan beban-beban hidup dan mati dan memperlakukan mereka dengan cara yang sama.

2. LRFD akan memudahkan pemasukan informasi baru mengenai beban-beban dan variasi-variasi beban bila informasi tersebut telah diperoleh. Pengetahuan kita mengenai beban-beban beserta variasimereka masih jauh dari mencukupi. Bila dikehendaki, pemisahan pembebanan dari resistensinya akan memungkinkan perubahan yang satu tanpa perlu mempengaruhi yang lainnya.
3. Perubahan-perubahan dalam berbagai faktor kelebihan beban dan faktor resistensi lebih mudah dilakukan ketimbang mengubah tegangan ijin dari ASD.
4. LRFD membuat desain dalam segala macam material lebih mudah dipertautkan. Variabilitas beban-beban sebenarnya tidak berkaitan dengan material yang digunakan dalam desain.

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

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

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

Dimana :

ϕ = faktor resistensi

R_n = kekuatan nominal

λ = faktor kelebihan beban

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

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

- Batang tarik :

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

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

- Batang tekan

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

- Penyambung

ϕ = 0,75 untuk kekuatan tarik

ϕ = 0,65 untuk kekuatan geser

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

2.3.1.1 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

a. Perhitungan gelagar

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

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

$$bE \leq b_o$$

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

dimana : bE = lebar efektif beton

L = panjang gelagar

b_o = jarak antar gelagar

b_f = lebar profil

t_s = tebal plat lantai

- Elastisitas :

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

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

- Cek kriteria Penampang

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

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

- Kontrol kelangsingan profil

Untuk tekuk flens

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

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

$\lambda < \lambda_p$OK

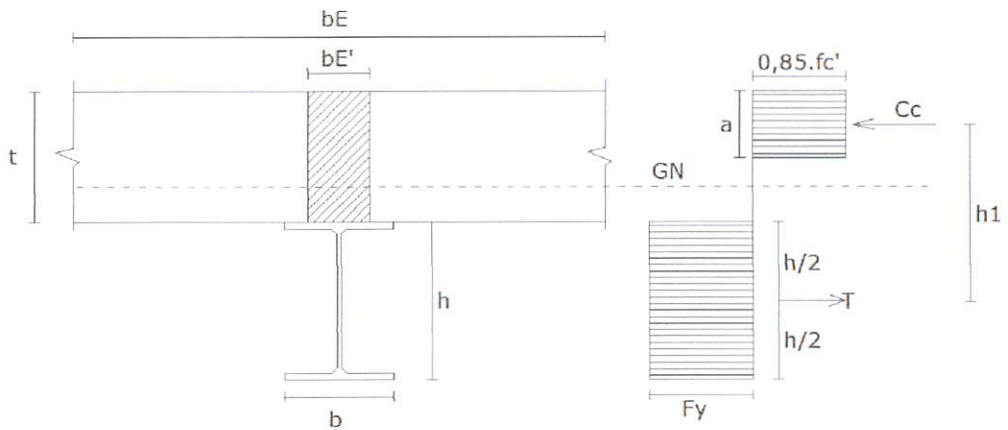
Untuk tekuk lokal badan balok

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

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

$\lambda < \lambda_p$OK

- Kontrol kekuatan penampang



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

$$Y_b = t + h - y_a$$

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

Berdasarkan persamaan keseimbangan gaya $C = T$, maka

diperoleh :

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

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

Tegangan tekan pada serat beton :

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

Tegangan tarik pada serat baja :

$$T = A_s \cdot f_y$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

$$M_n = C_c \cdot h_l$$

Kontrol kekuatan penampang :

$$\phi_b \cdot M_n \geq M_u$$



Dimana :

ϕ_b = faktor resistensi untuk lentur (0,9)

M_n = momen nominal (kgm)

M_u = momen ultimate (kgm)

T = tegangan tarik pada serat baja

C_c = tegangan tekan pada serat beton

b. Kontrol lendutan

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

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

Dimana :

L = panjang gelagar (m)

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

E = modulus elastisitas baja (kg/cm²)

I = momen inersia profil (cm⁴)

P = muatan hidup (kg)

c. Sambungan gelagar memanjang dengan gelagar melintang

- Kekuatan tumpu

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

Dimana :

ϕ = factor resistensi (0,75)

F_u = Kekuatan tarik baja (Kg/cm²)

d = dimensi baut nominal (cm)

t = tebal pelat badan profil memanjang (cm)

R_n = kekuatan nominal pada suatu penyambung (kg)

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

- Kekuatan desain tarik

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

Dimana :

ϕ = factor resistance (0,75)

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

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

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

- Kekuatan geser desain (tanpa ulir)

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

Dimana :

ϕ = factor resistance (0,65)

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

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

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

R_n = kekuatan nominal pada suatu penyambung (kg)

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

- Perhitungan Momen Ultimate

$$M_u = P_u \cdot w$$

Dimana :

P_u = Beban layanan terfaktor

w = Jarak gaya terhadap beban titik berat

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

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

Dimana :

M_u = momen ultimate (kg cm)

R = ϕR_n (*kekuatan desain baut*) (kg)

p = jarak antara baut (cm)

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

- Tebal plat penyambung (t)

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

Dimana :

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

P = besarnya gaya lintang gelagar memanjang (kg)

L = jarak antar gelagar melintang dan memanjang (m)

t = ketebalan plat penyambung

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

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

- Jarak antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

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

d. Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan desain penyambung

- Kekuatan tarik desain lebih besar sama dengan gaya tarik baut

dengan rumus :

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

Dimana :

$$\phi t.Rnt = \text{kekuatan tarik desain}$$

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

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

- Kekuatan geser desain lebih besar sama dengan beban geser

terfaktor baut dirumuskan sebagai berikut : .

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

Dimana :

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

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

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

2.3.1.2 Perencanaan Dimensi Gelagar Induk

2.3.1.2.1 Perencanaan Dimensi Batang Tarik

a. Perhitungan batang

Persamaan LRFD untuk desain batang tarik adalah :

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

Dimana :

ϕ_t = faktor resistensi

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

T_u = beban terfaktor batang tarik(kg)

b. Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri dari dua kriteria

yaitu :

1. Didasarkan pada pelepasan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot f_y \cdot A_g$$

Dimana :

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

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

F_y = tegangan leleh baja (kg/cm²)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm²)

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

Dimana :

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

T_n = kekuatan nominal batang tarik (kg)

F_y = tegangan leleh baja (kg/cm²)

A_e = luas efektif antara batang tarik (cm²)

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

2.3.1.2.2 Perencanaan Dimensi Batang Tekan

a. Perhitungan batang

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

Dimana :

ϕ_c = faktor resistensi (0,85)

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

P_u = beban layan terfaktor (kg)

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

b. Menghitung radius girasi (r)

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

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

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

Dimana :

I_x = momen inersia arah x (cm³)

I_y = momen inersia arah y (cm³)

A_g = luas bruto penampang lintang (cm²)

r = radius girasi

c. Perhitungan parameter kerampingan (λc)

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

Dimana :

K = faktor panjang efektif = 1

L = panjang bentang ditinjau (cm)

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

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

λc = parameter kelangsingan

r = radius girasi

d. Menghitung tegangan kritik penampang

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

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

2.3.1.2.3 Perhitungan Sambungan Gelagar Induk

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan geser dan tumpu maka :

a. Kekuatan geser

Kekuatan geser desain tanpa ulir pada bidang

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

Dimana :

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

F_u^b = kekuatan tarik bahan baut

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

A_b = luas penampang lintang pada arah melintang

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

b. Kekuatan desain tumpu

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

Dimana :

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

F_u = kekuatan tarik bahan plat

t = ketebalan bagian yang disambung

d = dimensi baut

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

c. Jumlah baut

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

Dimana :

P = beban aksial layan (kg)

n = jumlah baut

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

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

d. Tebal Plat Penyambung (t)

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

Dimana :

P = beban terfaktor per baut (kg)

ϕ = faktor resistensi (0,75)

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

L = jarak ujung minimum (cm)

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

e. Menentukan jarak antar baut

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

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

Syarat Penyusunan baut

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

Dimana :

P = beban yang bekerja pada satu baut (kg)

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

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

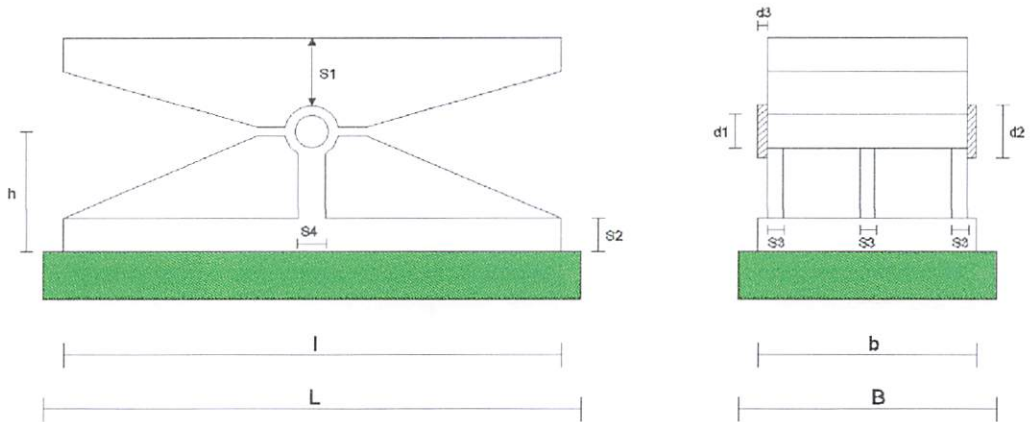
t = ketebalan dari plat penyambung (cm)

d_b = diameter lubang baut (cm)

2.4 Konstruksi Perletakan

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

2.4.1 Perletakan Sendi



Gambar 2.8 perletakan sendi

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$l = L + 40$$

Dimana :

L = panjang jembatan (m)

l = panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

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

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

ϕ = Factor resistensi untuk sendi rol 0,90

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

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

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

Table 2.10 Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{h}{a.S_3}$	W
3	4	0,2222 . a . h ² . S3
4	4,2	0,2251 . a . h ² . S3
5	4,6	0,2286 . a . h ² . S3
6	5	0,2351 . a . h ² . S3

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

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

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

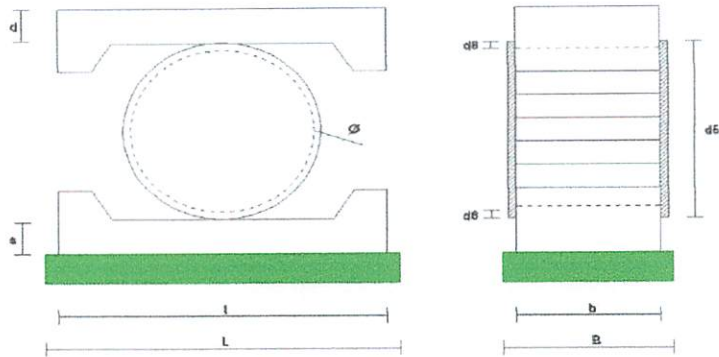
- Jari-jari garis tengah sendi

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

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



2.4.2 Perletakan Rol



Gambar 2.9 perletakan rol

Untuk menghitung perletakan rol digunakan rumus-rumus sebagai berikut:

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$l = L + 40$$

dimana :

L = panjang Jembatan (m)

l = panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

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

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar Perletakan

ϕ = faktor resistensi untuk sendi rol 0,90

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

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

- Jari-jari garis tengah rol

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_4$$
$$= \frac{0,8 \cdot P}{\phi \cdot f_y \cdot l}$$

- Diameter rol

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

- Tinggi total rol

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

- Tebal bibir rol

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

Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan" 1995 hal : 241
Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. W. Van Der Veen, "jembatan" 1995 hal : 249

BAB III

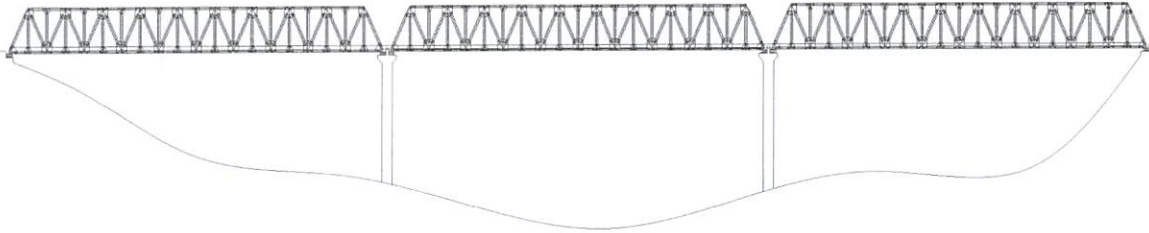
PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN

3.1 Data Perencanaan

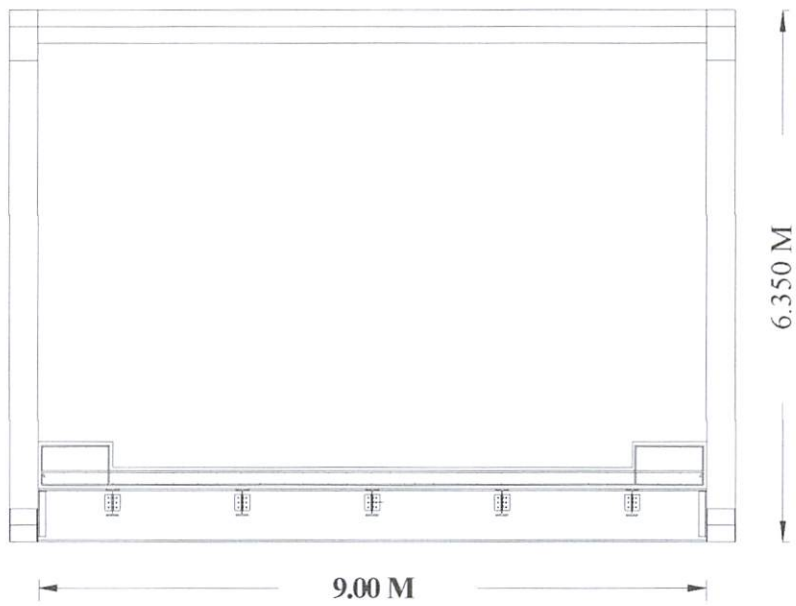
Data-data perencanaan pada struktur atas jembatan ini, meliputi data pembebanan dan data struktur konstruksi. Data yang ada merupakan bahan perencanaan pada kondisi proyek yang bersangkutan dengan tidak merubah data-data pokok yaitu panjang bentang jembatan, lebar jembatan, tinggi jembatan dan lebar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

3.1.1 Gambar Perencanaan

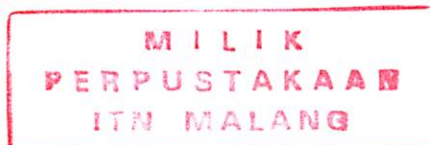
Untuk mempermudah dalam perhitungan selanjutnya, berikut ini akan disajikan gambar perencanaan struktur jembatan yang potongan memanjang dan melintang



Gambar 3.1 potongan memanjang jembatan



Gambar 3.2 potongan melintang jembatan



3..2 Data Perencanaan

Data Perencanaan Struktur atas Jembatan Kelutan Kab. Nganjuk :

Kelas Jembatan	:	1 (satu)
Panjang Jembatan	:	3 x 60 meter
Lebar total jembatan	:	9 meter
Lebat lantai kendaraan	:	7 meter
Lebat trotoir	:	2 x 1 meter
Mutu Baja Konstruksi	:	Bj.52
Tegangan leleh baja (fy)	:	3600 kg/cm ²
Tegangan putus baja (fu)	:	5200 kg/cm ²
Mutu Baja Tulangan	:	
- Mutu baja tulangan polos	:	240 Mpa
	:	240 x 10 ⁵ kg/m ²
- Mutu baja tulangan ulir	:	350 Mpa
	:	350 x 10 ⁵ kg/m ²
Mutu Beton (fc')	:	25 Mpa
	:	25 x 10 ⁵ kg/m ²
$E = 4700 \sqrt{fc'}$:	4700 $\sqrt{25}$
	:	23500 Mpa
	:	23500 x 10 ⁵ kg/m ²
Jarak Gelagar Memanjang	:	1,75 meter

Jarak Gelagar Melintang	:	3,00 meter
Jenis Baut	:	A 490 (mutu tinggi)

3.2.1 Data Pembebanan

Lapisan aspal lantai kendaraan :

Tebal Lapisan Aspal	:	0,05 meter
Berat Jenis Aspal	:	2200 kg/m ³

Pelat Beton Trotoir :

Tebal Pelat Beton	:	0,50 meter
-------------------	---	------------

Pelat Beton Lantai Kendaraan :

Tebal Pelat Beton	:	0,25 meter
Berat Jenis Beton Bertulang	:	2400 kg/m ³

Air Hujan :

Tinggi air hujan	:	0,05 meter
Berat Jenis Air Hujan	:	1000 kg/m ³

Beban Guna Jembatan	:	500 kg/m ²
---------------------	---	-----------------------

3.3 Perhitungan Plat lantai kendaraan

3.3.1 Perhitungan Pembebanan

a. Plat lantai kendaraan (diambil pias 1 meter)

Beban Mati (qd)

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

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

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

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

Beban Hidup (ql)

Beban lantai kendaraan untuk jembatan kelas I BM/standart truck

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

Beban Terfaktor

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

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

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

b. Trotoar

Beban Mati (qd)

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

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

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

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

Beban hidup (ql)

Yaitu beban guna sebesar = 500 kg/m^2

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

Beban terfaktor trotoir

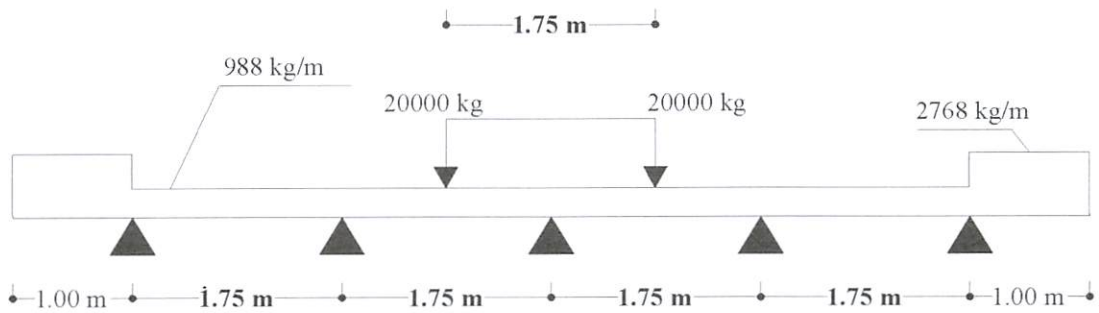
$$Q_u = 1,3 \times q_d + 2 \times q_l$$

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

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

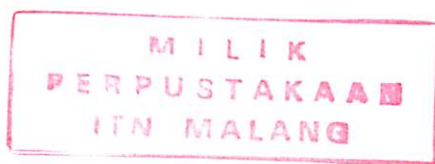
3.3.2 Perhitungan statika

Kondisi I

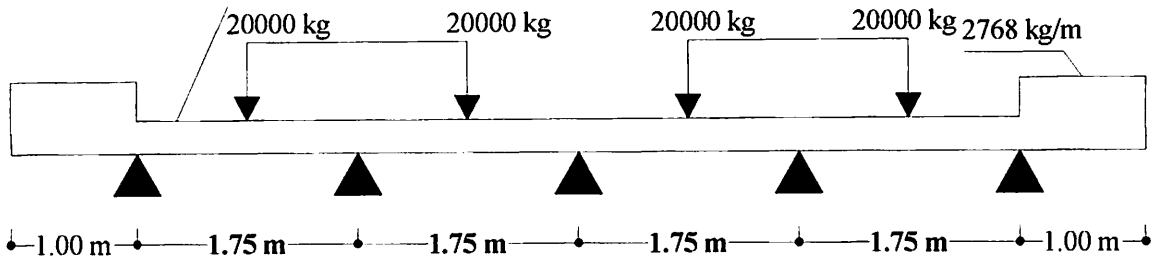


Gambar 3.3. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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



Kondisi II



Gambar 3.4. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

Tabel. 3.1 Hasil analisa Momen

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

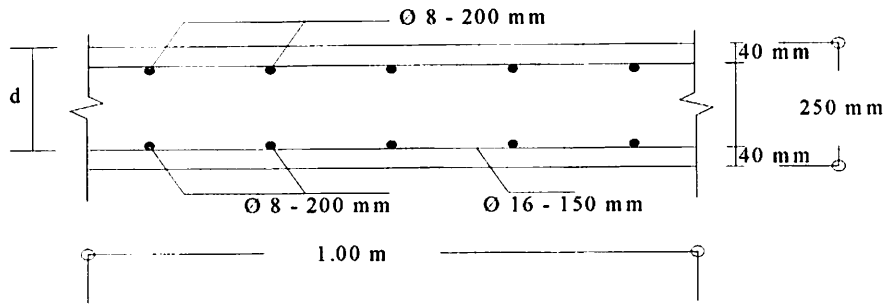
3.3.3. Penulangan Pelat Lantai

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

Kontrol momen negatif (-)

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

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



Gambar 3.5 pelat lantai kendaraan

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

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

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

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

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

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

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

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

Rasio penulangan perlu (ρ)

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

Syarat : $\rho > \rho$ min dipakai ρ

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

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

Dipakai tulangan pokok \emptyset 16 mm

Jumlah tulangan selebar plat (n)

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

jarak tulangan selebar plat (S)

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

Dipakai tulangan : \emptyset 16 – 167 mm \rightarrow 150 mm (untuk tulangan tarik)

\emptyset 16 – 167 mm \rightarrow 150 mm (untuk tulangan tekan)

Dipakai tulangan bagi \emptyset 8 mm

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

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

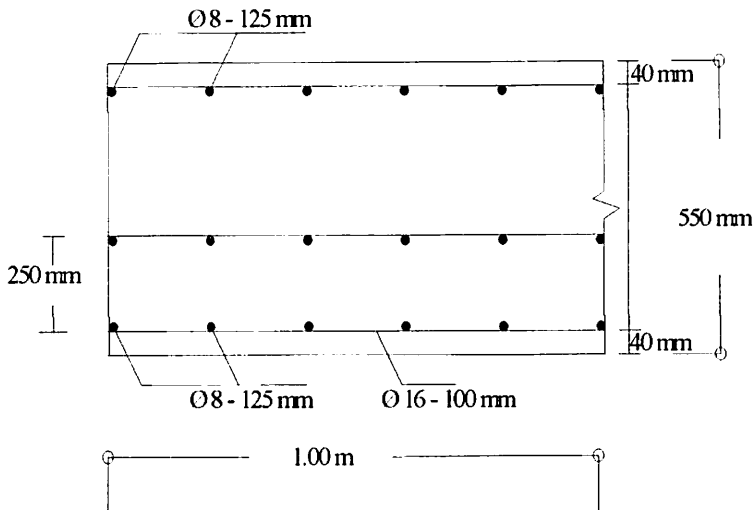
Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

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

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

Dipakai tulangan : \emptyset 8 – 200 mm

3.3.4 penulangan trotoir



Gambar 3.6 pelat lantai trotoir

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

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

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

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

Rasio penulangan keseimbangan (ρ_b)

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

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

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

Rasio penulangan perlu (ρ)

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

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

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

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

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

Jumlah tulangan selebar plat (n)

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

jarak tulangan selebar plat (S)

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

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

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

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

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

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

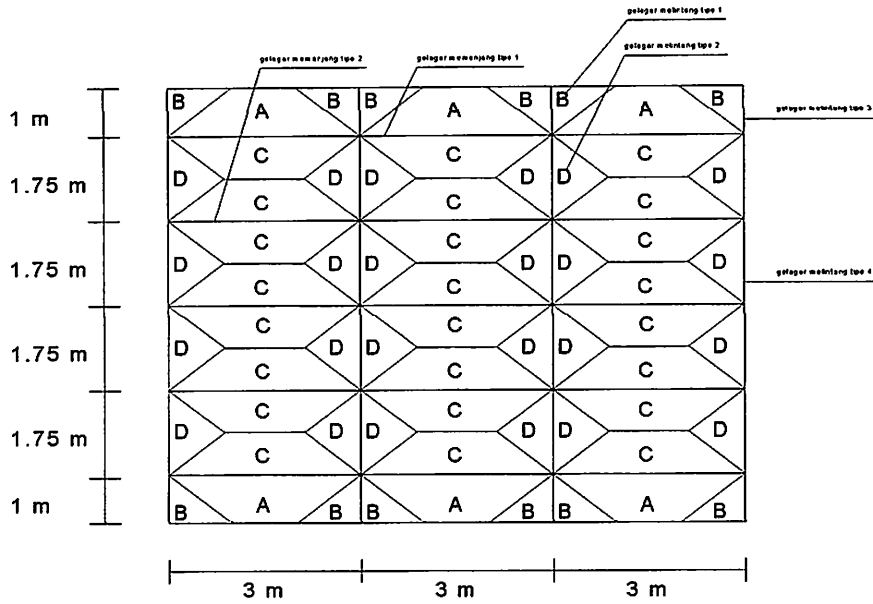
Jumlah tulangan bagi tiap meter (n)

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

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

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

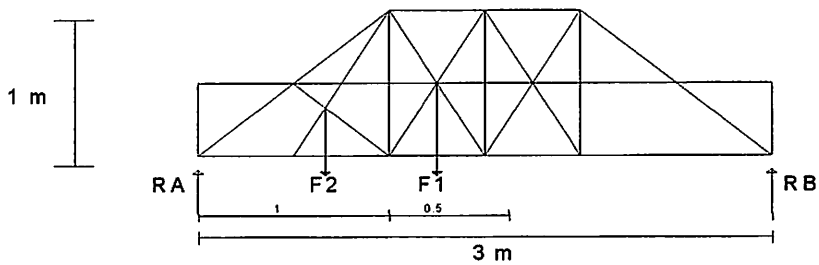
3.4 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang



Gambar 3.7 Perataan beban plat

3.4.1 Perataan Beban

Perataan beban tipe A



Gambar 3.8 Perataan beban type A

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

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

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

$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \cdot 2,5 - (F2(1/3 \cdot 1 + 1,5)) - (F1(1/2 \cdot 1,5)) \\ &= 2 \cdot 2,5 - 0,5 \cdot 1,833 - 1,5 \cdot 0,75 \\ &= 2,958 \end{aligned}$$

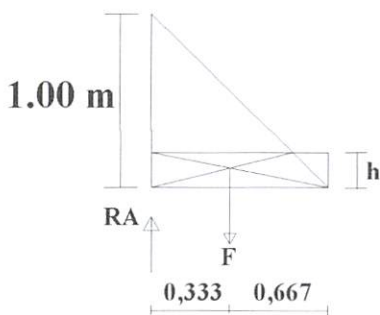
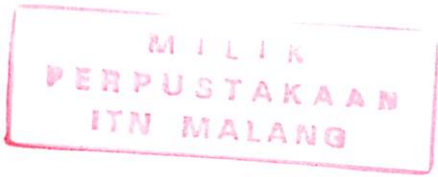
$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= 1/8 \cdot h \cdot L^2 \\ &= 1/8 \cdot h \cdot 5^2 \\ &= 3,125 h \end{aligned}$$

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

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

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

Perataan beban tipe B



Gambar 3.9 Perataan beban type B

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

$$RA = RB = F = 0,5$$

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

$$= 0,5 \cdot 1 - 0,5 \cdot 0,667$$

$$= 0,1665$$

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

$$= \frac{1}{2} \cdot h \cdot 1^2$$

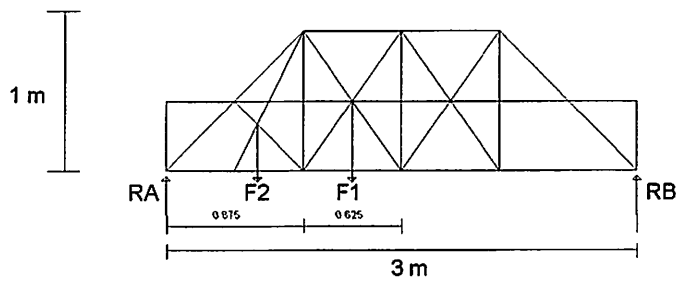
$$= 0,5 h$$

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

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

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

Perataan beban tipe C



Gambar 3.10 Perataan beban type C

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

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

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

$$M_{\max 1} = RA \cdot 2,5 - (F2(1/3 \cdot 0,875 + 1,625)) - (F1(1/2 \cdot 1,625))$$

$$= 1,805 \cdot 2,5 - 0,383 \cdot 1,917 - 1,422 \cdot 0,8125$$

$$= 2,623$$

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

$$= 1/8 \cdot h \cdot 5^2$$

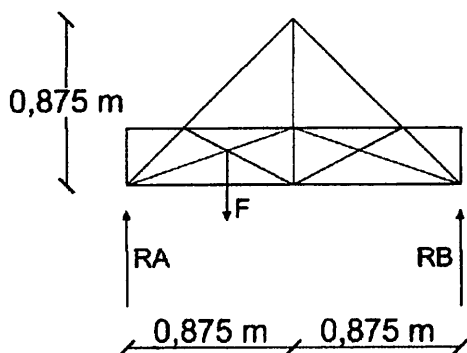
$$= 3,125 h$$

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

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

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

Perataan beban tipe D



Gambar 3.11 Perataan beban type D

$$F = 1/2 \cdot 0,875 \cdot 0,875$$

$$= 0,383$$

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

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

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

$$= 0,223$$

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

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

$$= 0,385 h$$

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

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

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

3.4.2 Perhitungan gelagar memanjang

❖ **Pembebanan**

1. Beban mati (qd)

- Gelagar memanjang type 1

$$\begin{aligned} qd &= (\text{perataan beban tipe A} \times qd \text{ trotoir}) + (\text{perataan beban tipe} \\ & \text{C} \times qd \text{ plat}) \\ &= (0,947 \times 1360) + (0,839 \times 760) \\ &= 1925,560 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Gelagar memanjang type 2

$$\begin{aligned} qd &= (\text{perataan beban tipe C} \times qd \text{ plat}) + (\text{perataan beban tipe C} \times \\ & qd \text{ plat}) \\ &= (0,839 \times 760) + (0,839 \times 760) \\ &= 1275,280 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

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

2. Beban hidup D (beban lajur)

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

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

A. Muatan terbagi rata “UDL”

Faktor beban = 2

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

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

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

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

B. Muatan beban garis “KEL”

Faktor beban = 2

Bentang jembatan 60 meter per segmen dengan faktor beban dinamis

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

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

Muatan hidup yang diterima gelagar adalah

1. Gelagar memanjang tipe 1

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

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

2. Gelagar memanjang tipe 2

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

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

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

Diambil beban terbesar yang menentukan yaitu :

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

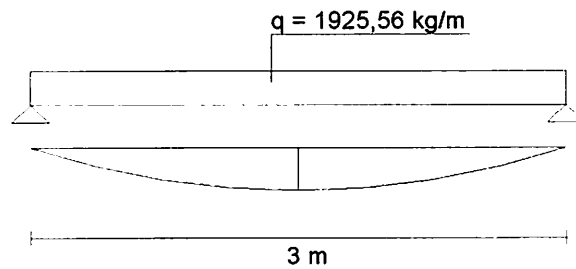
$$P_l = 3714,880 \text{ kg/m}$$

❖ Perhitungan momen pada gelagar memanjang

1. Akibat beban mati

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

PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, hal 2-14



Gambar 3.12 Momen akibat beban mati

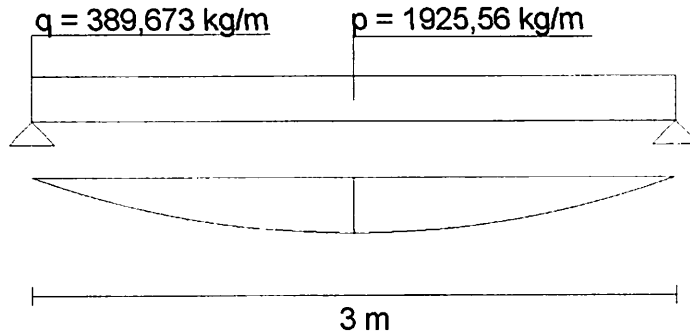
$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \times (1925,560 \times 9) \\ &= 4813,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{2} \times (1925,560 \times 9) \\ &= 4813,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{bm} &= \frac{1}{8} \cdot qd \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot 1925,560 \cdot 9^2 \\ &= 6017,375 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

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

Momen akibat beban hidup "D" (faktor beban untuk waktu transiet = 2,0)
PPTJ, BMS 1992 Bagian 2, hal 2-21



Gambar 3.13 Momen akibat beban hidup

$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot (1925,560 + (389,673 \times 3)) \\ &= 1936,963 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{1}{2} \cdot (1925,560 + (389,673 \times 3)) \\ &= 1936,963 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{bh} &= \left(\frac{1}{8} \cdot q_l \cdot L^2\right) + \left(\frac{1}{4} \cdot P \cdot L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \cdot 389,673 \cdot 5^2\right) + \left(\frac{1}{4} \cdot 1925,560 \cdot 3\right) \\ &= 3624,678 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

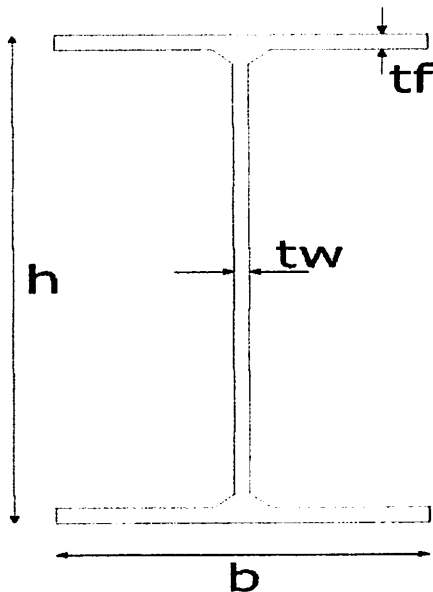
Gaya geser akibat beban mati dan hidup sebesar :

$$\begin{aligned} V_{\text{totalU}} &= V_1 + V_2 \\ &= 4813,900 + 1936,963 \\ &= 6750,863 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.4.2.1 Perhitungan dimensi gelagar memanjang

1. Dimensi gelagar memanjang

Dicoba profil W12x40



Faktor beban untuk baja = 1,1

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

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

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

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

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

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

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

Gambar 3.14 Profil W12x40

- Momen akibat berat sendiri profil

$$\begin{aligned} M_{bs \text{ profil}} &= 1/8 \times q \times L^2 \\ &= 1/8 \times 59,53 \times 3^2 \\ &= 186,031 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2. Momen total yang bekerja pada gelagar memanjang

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

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

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

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

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

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

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

Elastisitas :

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

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

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

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

- **Cek kriteria Penampang**

$$\begin{aligned} K_c &= \frac{D - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r}{t_w} \\ &= \frac{303 - 2 \cdot 13,11 - 2 \cdot 15,2}{7,47} \\ &= 32,98 \end{aligned}$$

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

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

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

- **Kontrol kelangsingan profil**

- Untuk tekuk flens

$$\lambda = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{203}{2 \cdot 13,11} = 7,742$$

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

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

- Untuk tekuk lokal badan balok

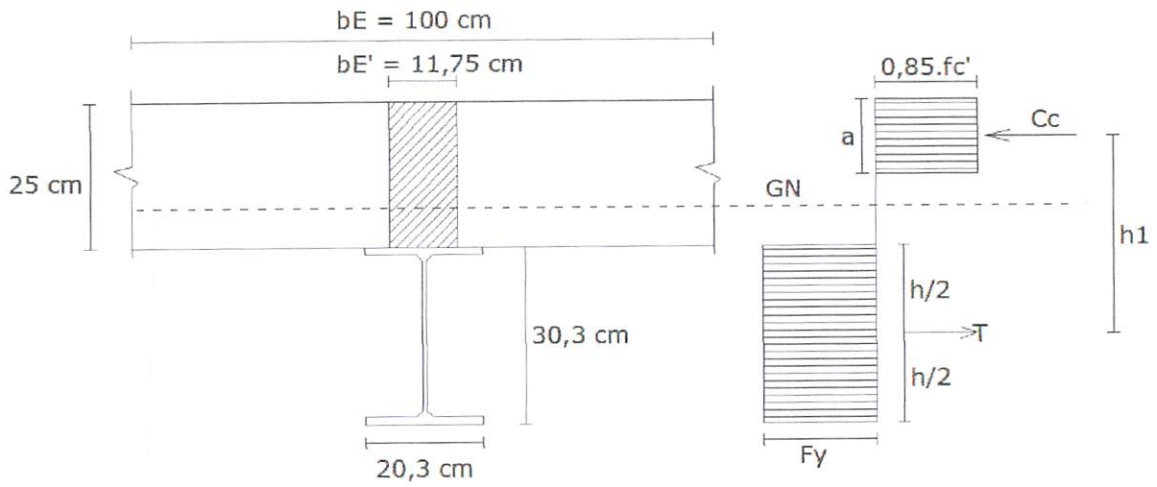
$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{d - 2(r_0 + t_f)}{t_w} = \frac{303 - 2(15,2 + 13,11)}{7,47} = 32,983$$

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

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

- **Kontrol kekuatan penampang**

-



Gambar 3.15 Diagram tegangan Komposit

Menentukan letak garis netral :

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

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

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

Momen inersia :

No.	A (cm ²)	Y (cm)	I_o (cm ⁴)	d (cm)	$I_o + Ad^2$ (cm ⁴)
1	293,75	12,5	$1/12 \times 11,75 \times 25^3$ = 15299,479	18,177 - 12,5 = 5,677	24766,551
2	75,9	40,15	12910	37,123 - (30,3/2) = 21,973	49555,486
	$\Sigma A = 2575,9$				$\Sigma I_x = 74322,037$

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

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

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

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

Tegangan tekan pada serat beton

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

Tegangan tarik pada serat baja

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

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

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

$$= 92105,330 \text{ kg.m}$$

Kuat lentur rencana :

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

Kontrol kekuatan penampang :

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

- Pemeriksaan terhadap kapasitas geser

Gaya geser rencana :

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

Kapasitas geser penampang :

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

- Pemeriksaan terhadap lendutan

1. Lendutan yang diijinkan adalah :

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{1}{400} \times L \\ &= \frac{1}{400} \times 300 = 0,75 \text{ cm} \end{aligned}$$

Lendutan yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{5 \times (q^U) \times L^4}{384 \times EI} + \frac{P^U \times L^3}{48 \times E \times I} \\ &= \frac{5 \times (19,25560 + 3,89673 + 0,5357) \times 300^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 74322,037} + \frac{3714,88 \times 300^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 74322,037} \end{aligned}$$

$$\bar{f} = 0,186 \text{ cm} < 0,75 \text{ cm} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

Jadi profil W12x40 aman digunakan sebagai gelagar memanjang.

3.4.2.2 Perencanaan Shear Conector

Balok Induk memanjang

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

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

Kekuatan nominal penghubung geser

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

Perhitungan Gaya Geser Horizontal (V_h)

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

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

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

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

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

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

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

Banyaknya konektor geser yang harus dipasang pada flens gelagar melintang

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

Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, hal 296

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar melintang adalah :

- Jarak minimum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan

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

- Jarak maximum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan

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

Digunakan jarak stud = 12 cm

- Jarak transversal (jarak minimum tegak lurus sumbu longitudinal)

:

Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

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

Daerah lapangan

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

55 stud

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

3.4.3 Perhitungan gelagar melintang

❖ Pembebanan

1. Beban mati (qd)

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

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

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

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

- Akibat Beban profil gelagar memanjang (WF 12x40)

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

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

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

$$P_{u1} = 59,53 \times 5 \times 1,1$$

$$= 327,415 \text{ kg}$$

- Akibat Beban plat gelagar memanjang

$$P_{u2} = (q_d \text{ plat gelagar memajang type 1} \times L \times 1,3)$$

$$= 1925,560 \times 5 \times 1,3$$

$$= 12516,140 \text{ kg}$$

$$P_{u3} = (q_d \text{ plat gelagar memajang type 2} \times L \times 1,3)$$

$$= 1275,280 \times 5 \times 1,3$$

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

2. Beban hidup

❖ Akibat beban lajur “D”

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

A. Muatan terbagi rata “UDL”

Faktor beban = 2

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

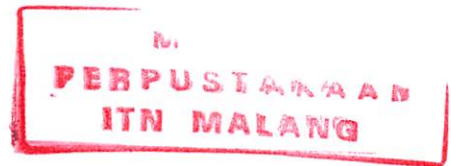
$$q = 8,0 \times \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{Kpa}$$

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

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

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

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



B. Muatan beban garis “KEL”

Faktor beban = 2

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

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

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

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

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

Sehingga akibat beban lajur “D”

$$qu_4 = [(763,636 + 4160)] \times 100\%$$

$$= 4923,636 \text{ kg/m}$$

$$qu_5 = [(763,636 + 4160)] \times 50\%$$

$$= 2461,818 \text{ kg/m}$$

❖ **Akibat muatan bebabn hidup trotoar**

$$\text{Faktor beban} = 2,0$$

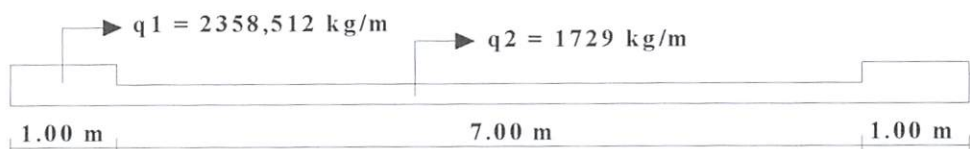
Untuk beban pejalan kaki akan didapatkan nilai sebesar = 5,0 kPa

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

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

3. Perhitungan Momen Pada Gelagar Melintang

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



Gambar 3.16 Beban mati lantai kendraan dan trotoir

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

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

$$M_1 = (R_A \times 4,5) - (q_{d2} \times 3,5 \times 1,75) - (q_{d1} \times 1 \times 4)$$

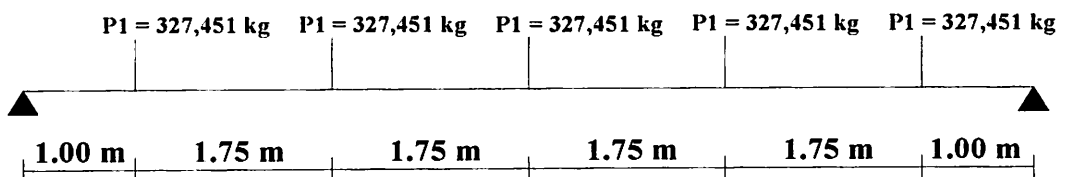
$$= (8410,012 \times 4,5) - (1729 \times 3,5 \times 1,75) - (2358,512 \times 1 \times 4)$$

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

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

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

❖ **Akibat berat gelagar memanjang**



Gambar 3.17 berat gelagar memanjang

$$R_A = \frac{1}{2} \times P_{u1} \times 5$$

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

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

$$M_2 = (R_A \times 4,5) - (P_{u1} \times 3,5) - (P_{u1} \times 1,75)$$

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

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

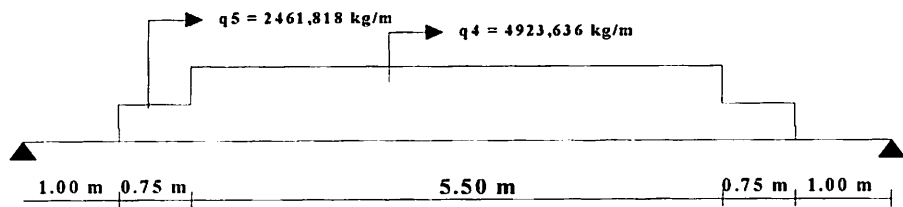
$$= 1964,708 \text{ kg.m}$$

$$V_2 = \frac{1}{2} \times P_{u1} \times 5$$

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

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

❖ Akibat beban lajur “D”



Gambar 3.18 beban lajur D

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

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

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

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

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

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

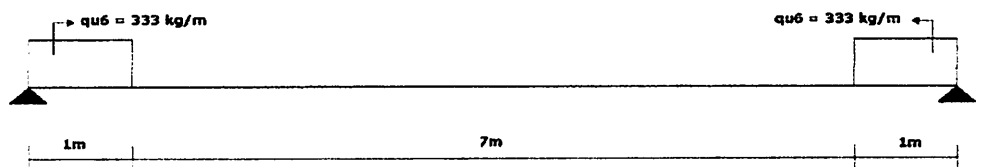
$$= 44851,249 \text{ kg.m}$$

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

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

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

❖ Akibat muatan hidup trotoir



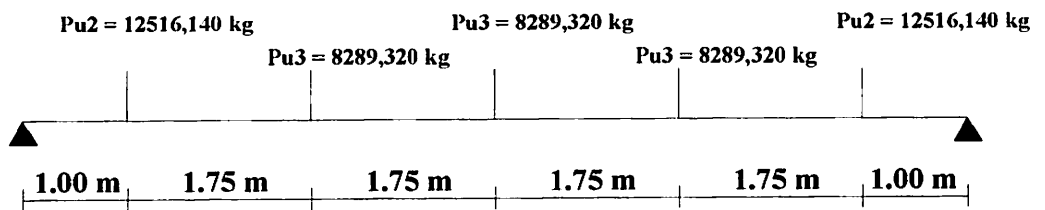
Gambar 3.19 muatan hidup trotoir

$$\begin{aligned}
 RA &= qu_6 \times 1 \\
 &= 333 \times 1 \\
 &= 333 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_4 &= (RA \times 4,5) - (qu_6 \times 1 \times 4) \\
 &= (333 \times 4,5) - (333 \times 1 \times 4) \\
 &= 166,5 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_4 &= qu_6 \times 1 \\
 &= 333 \times 1 \\
 &= 333 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

❖ **Akibat beban plat gelagar memanjang**



Gambar 3.20 beban plat gelagar memanjang

$$\begin{aligned}
 RA &= \frac{1}{2} \times ((Pu_2 \times 2) + (Pu_3 \times 3)) \\
 &= \frac{1}{2} \times ((12516,140 \times 2) + (8289,320 \times 3)) \\
 &= 24950,120 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_5 &= (RA \times 4,5) - (Pu_2 \times 3,5) - (Pu_3 \times 1,75) \\
 &= (24950,120 \times 4,5) - (12516,140 \times 3,5) - (8289,320 \times 1,75) \\
 &= 112275,540 - 43806,490 - 14506,310 \\
 &= 53962,740 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$V_5 = \frac{1}{2} \times ((Pu_2 \times 2) + (Pu_3 \times 3))$$

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

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

Momen akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

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

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

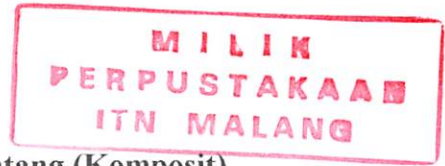
$$= 118766,078 \text{ kg.m} = 11876607,8 \text{ kg.cm}$$

Gaya geser akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

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

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

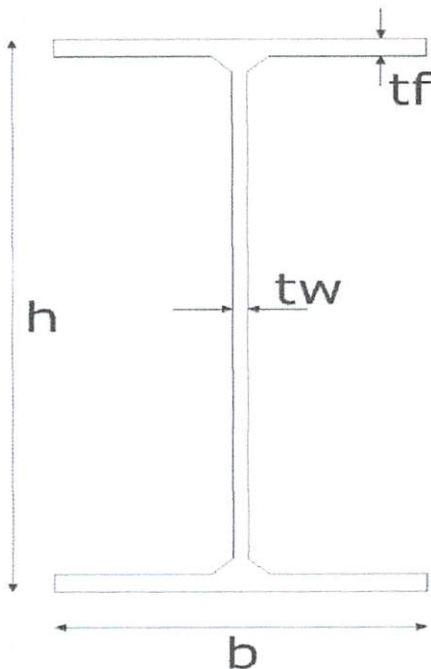
$$= 49898,123 \text{ kg}$$



3.4.3.1 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang (Komposit)

1. Dimensi gelagar melintang

Dicoba profil W24x94



Faktor beban = 1,1

- h = 617 mm
- b = 230 mm
- tw = 13,11 mm
- tf = 22,15 mm
- r = 13,8 mm
- G = 139,9 kg/m
- A = 178,3 cm²
- I_x = 111700 cm⁴

Gambar 3.21 Profil W24x94

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

Momen akibat berat sendiri profil :

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

2. Momen total yang bekerja pada gelagar melintang

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

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

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

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

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

diambil nilai bE terkecil = 225 cm

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

Elastisitas :

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

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

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

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

- **Cek kriteria Penampang**

$$Kc = \frac{D - 2.tf - 2.r}{tw}$$

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

$$= 41,579$$

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

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

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

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

- **Kontrol perubahan bentuk**

- $\frac{d}{tw} \leq 75$

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

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

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

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

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

Jadi penampang tidak berubah bentuk

- **Kontrol kelangsingan profil**

- Untuk tekuk flens

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

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

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

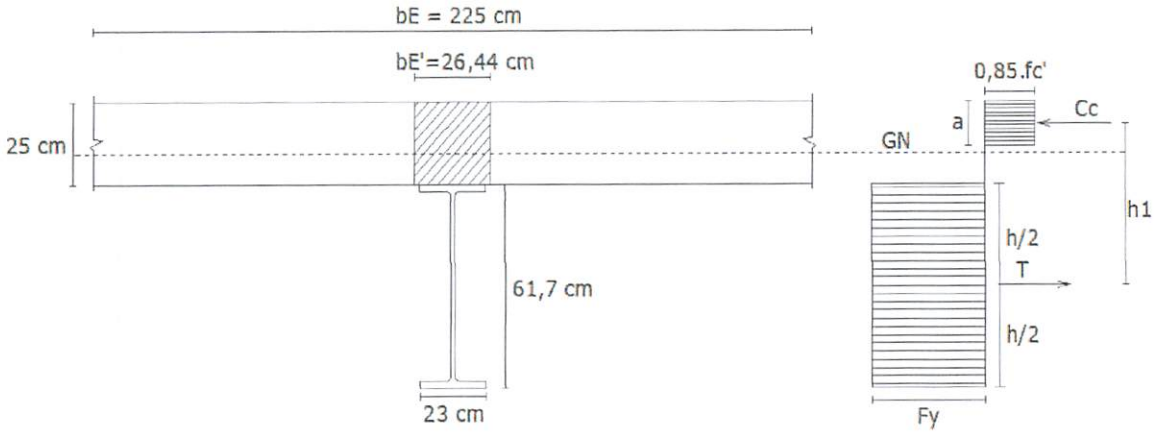
- Untuk tekuk lokal badan balok

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

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

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

- **Kontrol kekuatan penampang**



Gambar 3.22 Diagram tegangan Komposit

Menentukan letak garis netral :

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

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

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

Momen inersia :

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

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

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

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

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

Tegangan tekan pada serat beton

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

Tegangan tarik pada serat baja

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

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah :

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

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

Kuat lentur rencana :

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

Kontrol kekuatan penampang :

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &\geq M_{total}U \\ 268092,668 \text{ kg.m} &\geq 120324,214 \text{ kg.m} \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

- Pemeriksaan terhadap kapasitas geser

Gaya geser rencana :

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

Kapasitas geser penampang :

$$\begin{aligned} V_y &= 0,55 \times d \times t_w \times f_y \\ &= 0,55 \times 61,7 \times 1,311 \times 3600 \\ &= 160159,626 \text{ kg} > 49898,123 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Memenuhi}) \end{aligned}$$

- Pemeriksaan terhadap lendutan

1. Lendutan yang diijinkan adalah :

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{1}{400} \times L \\ &= \frac{1}{400} \times 900 = 2,25 \text{ cm} \end{aligned}$$

2. Lendutan yang terjadi adalah :

- Akibat beban mati

$$\begin{aligned} q_u &= q_{d1}U + q_{d2}U \\ &= 2358,512 + 1729 \\ &= 4087,512 \text{ kg/m} = 40,87512 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

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

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

- Akibat beban hidup

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

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

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

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

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

3.4.3.2 Perencanaan Shear Conector

❖ Balok Induk melintang

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

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



Kekuatan nominal penghubung geser

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

Perhitungan Gaya Geser Horizontal (V_h)

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

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

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

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

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

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

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

Banyaknya konektor geser yang harus dipasang pada flens gelagar melintang

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

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar melintang adalah :

- Jarak minimum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan

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

- Jarak maximum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud didaerah tumpuan

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

Digunakan jarak stud = 12 cm

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

Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

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

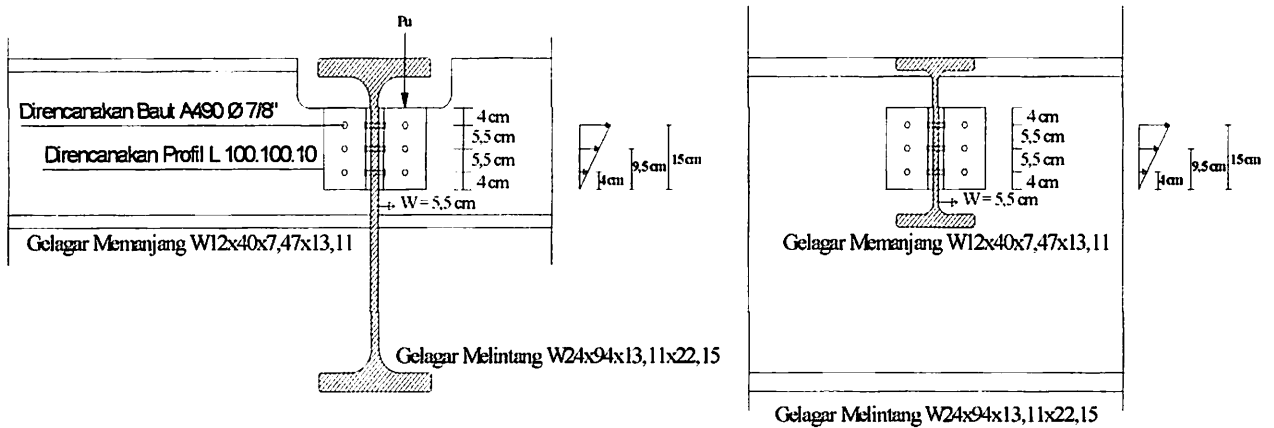
Daerah lapangan

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

= 55 stud

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

3.4.4 Perencanaan Sambungan Memanjang dan Melintang



Gambar 3.23 Sambungan Memanjang dan melintang

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

❖ **Digunakan baut A 490 Ø 7/8"**

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

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

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

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

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

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

Kuat tarik desain :

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

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned}\phi \cdot R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 460,487 \\ &= 185875,58 \text{ N} \\ &= 18587,558 \text{ kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

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

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

Momen Ultimate :

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

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut :

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

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

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

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

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

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

Diambil 5,5 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

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

$$P = \text{jarak antar baut} = 5,5 \text{ cm}$$

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

Syarat :

$$L \geq \frac{P}{\phi \cdot Fu.t}$$

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

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

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

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

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

Dimana :

$$\phi.t. Rnt = \text{kekuatan tarik desain} = 21430,889 \text{ kg}$$

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

$$\phi.t. Rnt \geq \frac{Mu.y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

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

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

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

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

Dimana :

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

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

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

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

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

3.4.4.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar memanjang)

Kuat tarik desain :

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

Kekuatan geser desain :

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

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

Kekuatan tumpu desain :

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

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

Momen Ultimate :

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

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

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

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

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

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

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

Diambil 5,5 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

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

$$P = \text{jarak antar baut} = 5,5 \text{ cm}$$

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

Syarat :

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

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

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

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

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

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

Dimana :

$$\phi t . Rnt = \text{kekuatan tarik desain} = 21430,889 \text{ kg}$$

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

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

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

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

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

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

Dimana :

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

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

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

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

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

3.5 Perhitungan Gelagar Induk

3.5.1 Akibat beban mati

- a. Berat sendiri lantai kendaraan

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

- b. Berat sendiri trotoir

$$\begin{aligned}G_2 &= 2 \cdot (q_t \cdot B \cdot L) \\ &= 2 \cdot (1360 \cdot 1 \cdot 60) \\ &= 153600 \text{ kg}\end{aligned}$$

- c. Berat gelagar induk, gelagar melintang (komposit), gelagar memanjang (komposit), ikatan angin atas dan bawah

Dalam menghitung berat sendiri gelagar induk, gelagar melintang (komposit), gelagar memanjang (komposit), ikatan angin atas dan bawah penyusun tidak menggunakan rumus pendekatan tetapi menggunakan bantuan computer (Program STAAD PRO 2004) untuk menghitung berat sendiri (selfweight = -1)

Digunakan profil :

Gelagar induk	: 428 x 407
Rangka Pengaku	: 200 x 204
Ikatan angin atas	: LD130x130x12
Ikatan angin bawah	: LD130x130x12
didapatkan berat total	= 3,15835 x 10 ⁵ kg

$$G_3 = 3,15835 \times 10^5$$

$$= 316000 \text{ kg}$$

Total beban mati yang bekerja pada jembatan adalah :

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

$$= 319200 + 153600 + 316000$$

$$= 7888000 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap gelagar induk adalah

$$G_I = \frac{788800}{2} = 394400 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap titik buhul tengah adalah

$$P_m = \frac{394400}{11} = 20757.895 \text{ Kg}$$

Beban mati yang dipikul tiap titik buhul tepi adalah

$$P_m = \frac{20757.895}{2} = 10378.947 \text{ Kg}$$

3.5.2 Akibat beban hidup(faktor beban = 1)

❖ Panjang beban yang terbebani $L = 60$ meter

Muatan terbagi rata (q):

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

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

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

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

Catatan : 1 Kpa = 100 kg/m²

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

Beban hidup yang diterima tiap gelagar induk

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

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{40909}{19} \\
 &= 2153.1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul ujung

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \frac{2153.1}{2} \\
 &= 1076.55 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

❖ Muatan garis $P = 4400 \text{ kg/m}$

$$\begin{aligned}
 P' &= \frac{P}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{P}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\
 &= \frac{4400}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{4400}{2,75} \times (2 \times 0,75) \times 50\% \\
 &= 8800 + 1200 \\
 &= 10000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban hidup yang diterima tiap gelagar induk

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

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tengah

$$P_3 = \frac{5000}{19}$$
$$= 263.15 \text{ kg}$$

Beban hidup yang diterima tiap titik buhul tepi

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

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

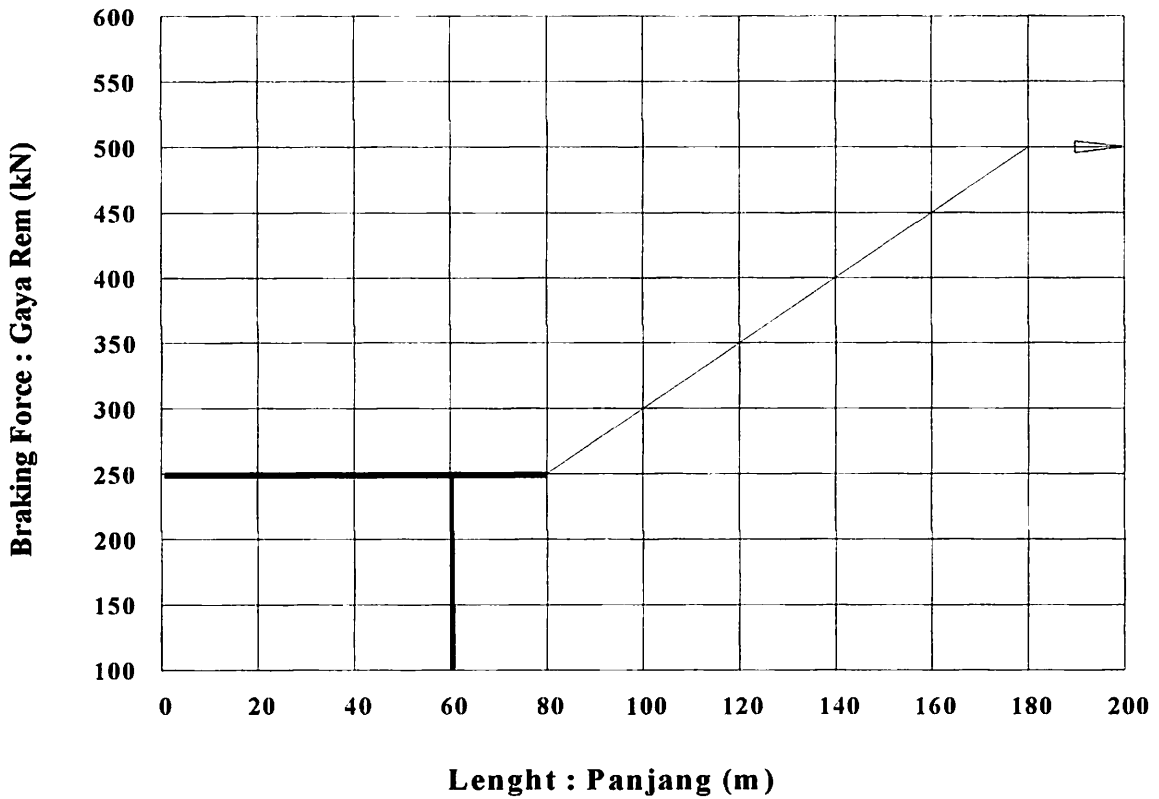
Beban D yang di terima tiap titik buhul tengah :

$$= P_1 + P_3$$
$$= 2153.1 \text{ kg} + 263.15 \text{ kg}$$
$$= 2416.26 \text{ kg}$$

Beban D yang di terima tiap titik buhul tepi :

$$= P_2 + P_4$$
$$= 1076.55 \text{ kg} + 2500 \text{ kg}$$
$$= 3576,55 \text{ kg}$$

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



Gambar 3.24 Gaya rem

Dari gambar tersebut dengan panjang beban yang terbebani adalah 60 meter didapat gaya rem yang terjadi adalah 250 kN = 25000 kg

Gaya rem yang dipikul tiap gelagar induk adalah :

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

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tengah adalah :

$$P_R = \frac{12500}{19} = 657.89 \text{ kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tepi adalah :

$$P_R = \frac{657.89}{2} = 328,945 \text{ kg}$$

3.5.4 Akibat Beban Angin

Pada sisi rangka yang terkena angin

$$T_{EW2} = 0,0006 \times c_w \times (V_w)^2 \times A_b \text{ kN}$$

Dimana :

V_w = Kecepatan angin rencana (30 m/dt)

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

A_b = Luas koefisien bagian samping jembatan, luas ekuivalen bagian samping jembatan adalah luas total bagian yang masif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan, karena jembatan rangka luas ekuivalen dianggap 30% dari luas yang dibatasi oleh batang-batang yang terluar

Beban angin jembatan tergantung pada kecepatan angin rencana :

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	>5 Km dari pantai
Daya layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

Sumber : BMS, hal 2- 44

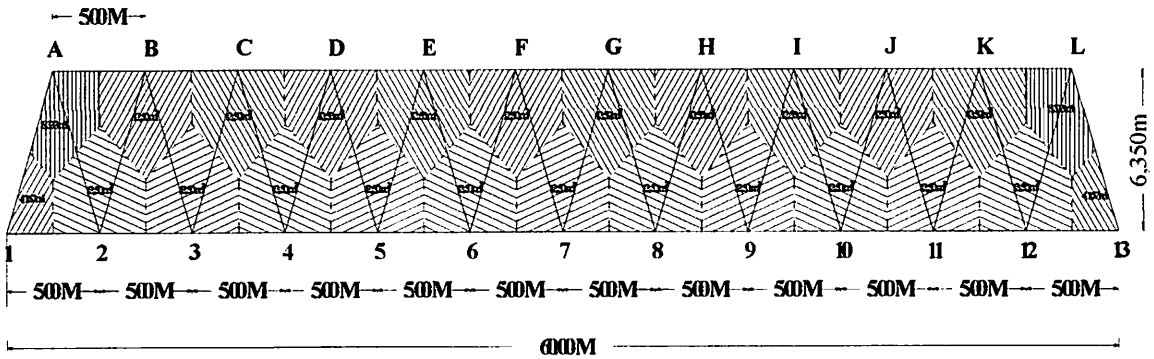
Bangunan masif	C_w
$b/d = 1$	2,1
$b/d = 2$	1,5
$b/d \geq 2$	1,25
Bangunan atas rangka	1,2

Sumber : BMS, hal 2- 44

Dimana : b = Lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar

d = tinggi bagian atas termasuk tinggi bagian yang masif

Luas beban yang terkena angin



Gambar 3.25 Luas beban yang terkena angin

Tabel 3.2 Luas Bidang Yang Terkena Angin

AREA	LUAS (M ²)	AREA	LUAS (M ²)
1	3.175	A	9.525
2	6.35	B	6.35
3	12.7	C	12.7
4	6.35	D	6.35
5	12.7	E	12.7
6	6.35	F	6.35
7	12.7	G	12.7
8	6.35	H	6.35
9	12.7	I	12.7
10	6.35	J	6.35
11	12.7	K	12.7
12	6.35	L	6.35
13	12.7	M	12.7
14	6.35	N	6.35
15	12.7	O	12.7
16	6.35	P	6.35

17	12.7	Q	12.7
18	6.35	R	6.35
19	12.7	S	12.7
20	6.35	T	9.525
21	3.175		

Total luas bidang yang terkena angin adalah 1268,389 m² (Ab)

$$\begin{aligned}
 T_{EW2} &= 0,0006 \times cw \times (Vw)^2 \times Ab \times 30 \% \\
 &= 0,0006 \times 1,2 \times 30^2 \times 1268,389 \times 0,3 \\
 &= 246,575 \text{ kN} \\
 &= 24657.5 \text{ kg (1kN = 100 kg)}
 \end{aligned}$$

Beban angin yang diterima oleh gelagar induk adalah :

Tabel 3.3 Beban angin yang diterima

AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
1	3.175	1.2	900	61.722
2	6.35	1.2	900	123.44
3	12.7	1.2	900	246.88
4	6.35	1.2	900	123.44
5	12.7	1.2	900	246.88
6	6.35	1.2	900	123.44
7	12.7	1.2	900	246.88

8	6.35	1.2	900	123.44
9	12.7	1.2	900	246.88
10	6.35	1.2	900	123.44
11	12.7	1.2	900	246.88
12	6.35	1.2	900	123.44
13	12.7	1.2	900	246.88
14	6.35	1.2	900	123.44
15	12.7	1.2	900	246.88
16	6.35	1.2	900	123.44
17	12.7	1.2	900	246.88
18	6.35	1.2	900	123.44
19	12.7	1.2	900	246.88
20	6.35	1.2	900	123.44
21	3.175	1.2	900	61.722



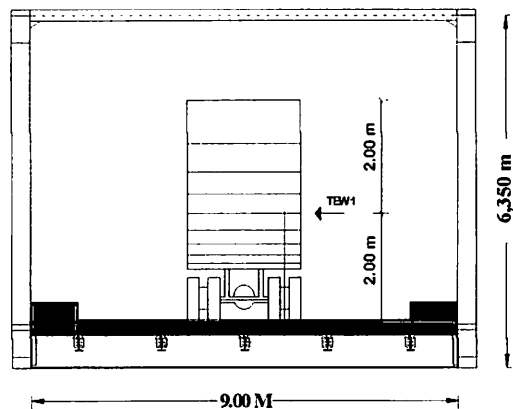
Tabel 2

AREA	Ab (M2)	CW	Vw ² 30 m/s	Tew (kg) =0.0006xCwx(Vw) ² xAbX30%
A	9.525	1.2	900	185.166
B	6.35	1.2	900	123.44
C	12.7	1.2	900	246.88
D	6.35	1.2	900	123.44
E	12.7	1.2	900	246.88
F	6.35	1.2	900	123.44
G	12.7	1.2	900	246.88
H	6.35	1.2	900	123.44
I	12.7	1.2	900	246.88

J	6.35	1.2	900	123.44
K	12.7	1.2	900	246.88
L	6.35	1.2	900	123.44
M	12.7	1.2	900	246.88
N	6.35	1.2	900	123.44
O	12.7	1.2	900	246.88
P	6.35	1.2	900	123.44
Q	12.7	1.2	900	246.88
R	6.35	1.2	900	123.44
S	12.7	1.2	900	246.88
T	9.525	1.2	900	185.166

Pada sisi kendaraan yang terkena angin :

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



Gambar 3.26 Kendraan yang terkena angin

3.6 Perhitungan Profil Baja

3.6.1 Perhitungan Dimensi Penampang Pada Gelagar induk

- ❖ Perencanaan dimensi batang tekan

- $P_u = 275287,88 \text{ kg}$ (batang no. 3) \rightarrow output Staad Pro 2004

1	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.204	11
		103217.26	T	3204.11	-8708.78	0.00
2	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1B-T	0.181	10
		84408.00	T	-4126.57	4578.12	3.00
3	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-C	0.522	10
		275287.88	C	-3170.63	-1425.23	0.00

Dimensi batang digunakan profil WF400X400:

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

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

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

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

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

Panjang batang no. 3 = $702,3 \text{ cm} = 7023 \text{ mm}$

Syarat kekuatan dalam desain faktor beban dan resistensi menurut LRFD:

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

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{Ag}} = \sqrt{\frac{119000}{360,7}} = 18,163 \text{ cm} = 181,63 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{Ag}} = \sqrt{\frac{39400}{360,7}} = 10,451 \text{ cm} = 104,51 \text{ mm}$$

- Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r_y} = \sqrt{\frac{fy}{\pi^2 E}}$$

dimana : K = faktor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

f_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{7023}{104,51} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 0,731$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c \geq 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda^2} \right] f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{0,731^2}) 360 \\ &= 266,622 \text{ Mpa} \\ &= 2666,22 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

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

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 2666,22 \cdot 360,7 \geq 275287,88 \text{ kg}$$

$$817450 \text{ kg} \geq 275287,88 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

- $P_u = 439477,38 \text{ kg}$ (batang no. 87) \rightarrow output Staad Pro 2004

Panjang batang no. 87 = 500 cm = 5000 mm

- Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{119000}{360,7}} = 18,163 \text{ cm} = 181,63 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{39400}{360,7}} = 10,451 \text{ cm} = 104,51 \text{ mm}$$

- Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = \frac{K \cdot L}{r_y} = \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

dimana : K = faktor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

f_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.5000}{104,51} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 0,631$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c \geq 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda^2} \right] f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{0,631^2}) 360 \\ &= 304,738 \text{ Mpa} \\ &= 3047,38 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

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

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 3047,38 \cdot 360,7 \geq 439477,38 \text{ kg}$$

$$934311,47 \text{ kg} \geq 439477,38 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Profil Aman})$$

❖ **Perencanaan dimensi batang tarik**

$P_u = 360809,94 \text{ kg}$ (batang no. 16) \rightarrow output Staad Pro 2004

16	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.543	11
		360809.94 T		-4004.50	3344.89	3.00
17	ST	H428X407X20	PASS	LRFD-H1-1A-T	0.269	10

Dimensi batang digunakan profil WF400X400 :

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

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

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

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

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

Panjang batang no. 16 = 300 cm = 3000 mm

Persamaan LRFD untuk batang tarik :

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

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

T_n = kekuatan nominal batang tarik

T_u = beban terfaktor pada batang tarik

Kekuatan nominal dari bahan / profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban terfaktor pada batang tarik (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung luas bersih profil

$$A_e = 0,75 \cdot A_n$$

Direncanakan menggunakan 2 baris baut pada flens

Baut yang digunakan berdiameter $7/8'' = 22,22 \text{ mm}$

$$\text{Lebar lubang} = 22,22 + 2 = 24,22 \text{ mm}$$

$$A_n = A_g - 2 (\text{lebar lubang} \times \text{tebal flens})$$

$$= 36070 - 2 (24,22 \times 35)$$

$$= 34374,60 \text{ mm}^2$$

Perencanaan desain kekuatan bahan terdiri atas 2 kriteria yaitu :

1. Didasarkan pada pelelehan penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot f_y \cdot A_g$$

$$= 0,90 \cdot 360 \cdot 36070$$

$$= 11686680 \text{ N}$$

$$= 1168668 \text{ kg}$$

Dimana : ϕ_t = faktor resistensi (0,90)

T_n = kekuatan nominal batang tarik

$f_y = \text{tegangan leleh baja} = 360 \text{ MPa}$

$A_g = \text{luas penampang bruto mm}^2$

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

$$1168668 \text{ kg} \geq 316430,53 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil aman})$$

2. Didasarkan pada retakan penampang bersih :

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

$$= 0,75 \cdot 520 \cdot (0,75 \cdot 34374,60)$$

$$= 829565,1 \text{ N}$$

$$= 829565,1 \text{ kg}$$

Dimana : $\phi_t = \text{faktor resistensi} (0,75)$

$T_n = \text{kekuatan nominal batang tarik}$

$F_u = \text{tegangan putus baja} = 520 \text{ Mpa}$

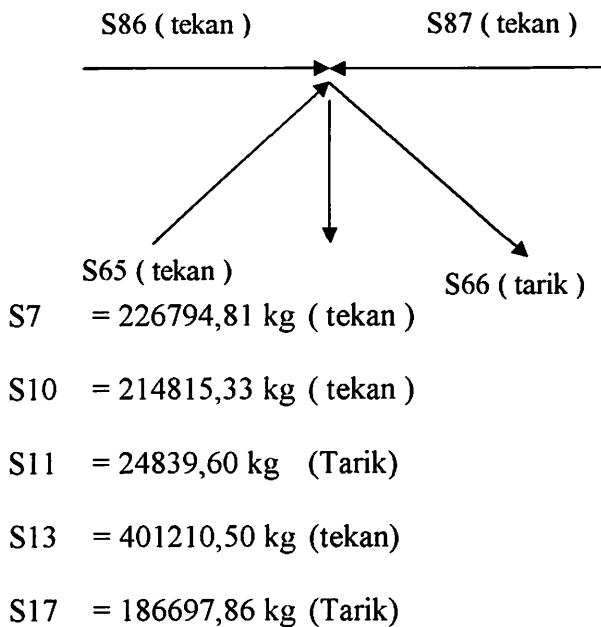
$A_e = \text{luas bersih efektif} (0,75 \cdot A_n)$

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

$$829565,1 \text{ kg} \geq 153551,66 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil aman})$$

3.6.1.1 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 44

Joint. 44



➤ Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = faktor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 22,22 mm

t = tebal plat flens = 35 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 22,22 \cdot 35$$

$$= 727927,2\text{N/baut}$$

$$= 72792,72 \text{ N/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

Dimana : $\phi = 0,65$

$$F_u^b = \text{kekuatan tarik dari bahan baut} = 150 \text{ ksi}$$

$$= 1035 \text{ MPa}$$

$m =$ banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2 = 387,58 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 387,576$$

$$= 156445 \text{ N/baut}$$

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 15644,5 kg/baut

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 7

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{86} = \frac{829565.1}{15644,5} = 53,06 \approx 72 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu / n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{829565,1/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4} \\ &\geq 0,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{829565 \cdot 1/72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

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

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

2. Batang 10

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{10} = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,09 \approx 56 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t \geq \frac{P_u/n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{829565,1/56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4}$$

$$\geq 0,76 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{439477,38/32}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,285 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

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

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66$$



$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3. Batang 11

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{11} = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,06 \approx 56 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t \geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{153411,69 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4}$$

$$\geq 0,76 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2}$$

$$\geq \frac{153411,69 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2}$$

$$\geq 1,930 \text{ cm}$$

Syarat Jarak antar baut :

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

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

4. Batang 13

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{13} = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,06 \approx 72 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t \geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$
$$\geq \frac{153551,66 / 16}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4}$$

$$\geq 0,66 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{153551,66 / 72}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

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

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

$$7 \cdot d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

5. Batang 17

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{73} = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,06 \approx 56 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3 \cdot d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{Pu / n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{153551,66 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4} \\ &\geq 0,66 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{153551,66 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

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

$$7 \cdot d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3.6.1.2 Kontrol Plat simpul Sambungan gelagar induk joint 44

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 6)

❖ Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 7

$$S_7 \sin 8^\circ = 226794,47 \sin 8^\circ = 31653,086 \text{ kg}$$

$$S_7 \cos 8^\circ = 226794,47 \cos 8^\circ = 223795,11 \text{ kg}$$

o Batang 10

$$S_{10} \sin 57^\circ = 214815,33 \sin 57^\circ = 180159,29 \text{ kg}$$

$$S_{10} \cos 57^\circ = 214815,33 \cos 57^\circ = 116996,81 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 2,222 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,422 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 166,37 \times 3 = 499,11 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 499,11 - 2 \times 2,422 \times 3$$

$$= 485,78 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 485,78 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (mm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (166,37 \times 3 \times \frac{166,37}{2}) - (2,422 \times 3 \times 20,53) - (2,422 \times 3 \times$$

34,82)

$$485,78 \times Y_a = 4151,47 - 149,17 - 253,00$$

$$485,78 \times Y_a = 4116,29$$

$$Y_a = 84,64 \text{ cm}$$

$$Y_b = 166,37 - 84,64 = 81,73 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$\begin{aligned} N_u &= S_7 \sin 8^\circ + S_{10} \sin 57^\circ \\ &= 31452,25 + 180159,28 \\ &= 211611,65 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_7 \cos 8^\circ + S_{10} \cos 57^\circ \\ &= 223795,11 + 116996,81 \\ &= 340791,92 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_7 \cos 8^\circ \cdot Z_1 - S_{10} \cos 57^\circ \cdot Z_2 \\ &= 223795,11 \cdot 65,29 - 116996,81 \cdot 45,73 \\ &= 9261318,24 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{1}{4} \cdot b \cdot h^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3 \cdot 166,37^2 \\ &= 20759,23 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$f_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{811184,98}{485,78} + \frac{31471268,24}{20759,23}$$

$$= 811,7 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$f_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{1273305,37}{485,78} = 701,54 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$f_R = \sqrt{881,705^2 + 701,542^2}$$

$$= 1126,78 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

❖ Potongan II-II

Gaya batang :

- Batang 11

$$S_{11} \sin 13^\circ = 24839,6 \sin 13^\circ = 5587,96 \text{ kg}$$

$$S_{11} \cos 13^\circ = 24839,6 \cos 13^\circ = 24202,96 \text{ kg}$$

- Batang 17

$$S_{17} \sin 12^\circ = 186697,86 \sin 12^\circ = 5587,96 \text{ kg}$$

$$S_{17} \cos 12^\circ = 186697,86 \cos 12^\circ = 182618,06 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} : 2,222 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} : 2,422 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 112,31 \times 3 = 336,93 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dimana : } b = \text{Panjang potongan (cm)}$$

$$t = \text{tebal plat (cm)}$$

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 336,93 - 2 \times 2,422 \times 3$$

$$= 323,59 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 261,468 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (mm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (112,31 \times 3 \times \frac{112,31}{2}) - (2,422 \times 3 \times 27,6)$$

$$- (2,422 \times 3 \times 22,16)$$

$$323,59 \times Y_a = 189,3 - 216,24 - 240,07$$

$$323,59 \times Y_a = 18463,99$$

$$Y_a = 57,06 \text{ cm}$$

$$Y_b = 112,31 - 57,06 = 55,25 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{11} \sin 13^\circ - S_{17} \sin 12^\circ$$

$$= 5587,69 - 3881,67$$

$$= 44404,36 \text{ Kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S_{11} \cos 13^\circ + S_{17} \cos 12^\circ$$

$$= 24202,96 + 182619,06$$

$$= 1584415,11 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}
 M_u &= S_{11} \cos 13^\circ \cdot Z_1 - S_{13} \cos 12^\circ \cdot Z_2 \\
 &= 24202,96 \cdot 29,76 - 182618,06 \cdot 33,04 \\
 &= 6753980,99 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

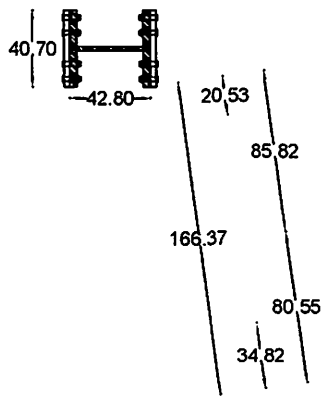
$$\begin{aligned}
 Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\
 &= 1/4 \cdot 3 \cdot 112,31^2 \\
 &= 9460,15 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_y &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{44404,36}{323,59} + \frac{6753980,99}{9460,15} \\
 &= 851,16 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

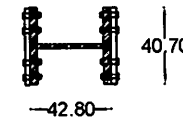
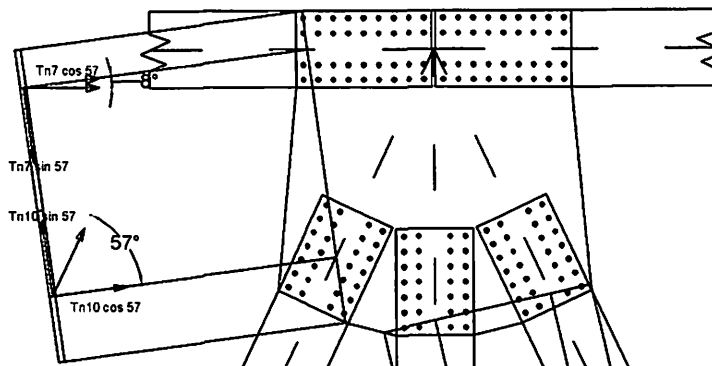
$$f_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{158415,11}{323,59} = 489,54 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$f_R = \sqrt{851,16^2 + 489,54^2} = 981,55 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

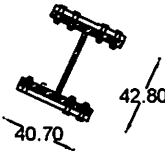
S7



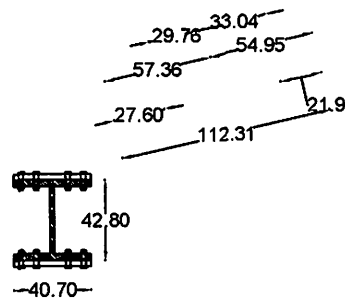
S7 = 226794.47 kg
 S10 = 214815.33 kg
 S11 = 24839.60 kg
 S13 = 401210.50 kg
 S17 = 186697.86 kg



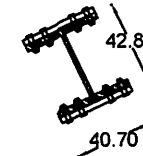
S13



S10



S11

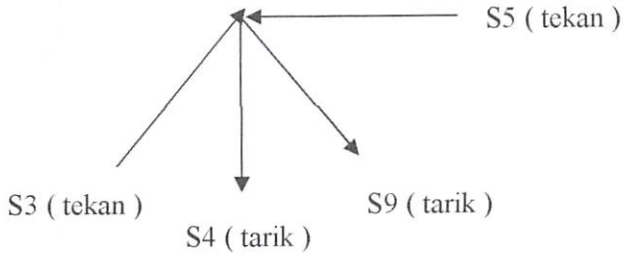


S17

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : RAHMAD HARI KURNIANTO		NIM:05.21.79	
		NAMA GAMBAR	SAMBUNGAN GELAGAR INDUK JOINT 6	DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 1
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK		TANGGAL	23 JANUARI 2012		
		NO. GAMBAR	1		
		SKALA	1 : 25		

3.6.1.3 Perhitungan Sambungan gelagar induk joint 42

Joint. 42

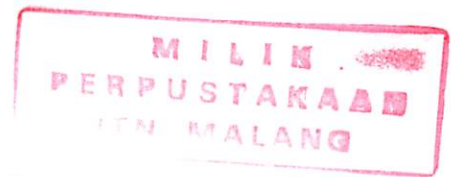


$$S3 = 278284,88 \text{ kg (tekan)}$$

$$S4 = 25505,50 \text{ kg (tekan)}$$

$$S5 = 225544,73 \text{ kg (tarik)}$$

$$S9 = 224455,44 \text{ kg (tarik)}$$



➤ Sambungan pada flens profil

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = factor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 22,22 mm

t = tebal plat flens = 35 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 22,22 \cdot 35$$

$$= 727927,2 \text{ N/baut}$$

$$= 72792,72 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

Dimana : $\phi = 0,65$

$$F_u^b = \text{kekuatan tarik dari bahan baut} = 150 \text{ ksi}$$

$$= 1035 \text{ MPa}$$

$m =$ banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

$$A_b = \text{luas penampang lintang baut} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22,22^2$$

$$= 387,576 \text{ mm}^2$$

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 1035) \cdot 1 \cdot 387,576$$

$$= 156445 \text{ N/baut}$$

$$= 15644,5 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser
 $= 15644,5 \text{ kg/baut}$

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 3

▪ Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{61} = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,06 \approx 56 \text{ baut}$$

▪ Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{829565,1 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4} \\ &\geq 0,388 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{829565,1 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 1,758 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

2. Batang 5

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_5 = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,06 \approx 56 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

Jadi : $1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$

$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned}
 t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\
 &\geq \frac{829565,1 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4} \\
 &\geq 0,775 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\
 &\geq \frac{829565,1 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\
 &\geq 2,404 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

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

Jadi : $3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$

$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$

Diambil 8 cm

3. Batang 9

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_9 = \frac{829565,1}{15644,5} = 53,06 \approx 56 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{P_u / n}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{829565,1 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 4} \\ &\geq 0,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 3 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{829565,1 / 56}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} + \frac{2,222}{2} \\ &\geq 2,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

3.6.1.4 Kontrol Plat Simpul Sambungan gelagar induk joint 3

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 3)

❖ Potongan I-I

Gaya batang :

- Batang 3

$$S_3 \sin 12^0 = 275287,82 \sin 12^0 = 57235,55 \text{ kg}$$

$$S_3 \cos 12^0 = 275287,82 \cos 12^0 = 269272,10 \text{ kg}$$

- Batang 4

$$S_4 \sin 13^0 = 25505,50 \sin 13^0 = 5737,49 \text{ kg}$$

$$S_4 \cos 13^0 = 25505,50 \cos 13^0 = 24851,80 \text{ kg}$$

Luas Plat (A_g) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang baut} \quad : 2,422 \text{ cm} = 24,22 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 111,23 \times 3 = 333,69 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (mm)

t = tebal plat (mm)

Luas bersih plat (A_n)

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - n \times d \times t \\
 &= 333,69 - 2 \times 2,422 \times 3 \\
 &= 307,03 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_n = A_e = 307,03 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (mm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned}
 A_n \times Y_a &= (111,23 \times 3 \times \frac{111,23}{2}) - (2,422 \times 3 \times 20,83) - (2,422 \times 3 \\
 &\times 27,61)
 \end{aligned}$$

$$307,03 \times Y_a = 18558,17 - 151,35 - 200,61$$

$$307,03 \times Y_a = 18206,20$$

$$Y_a = 59,30 \text{ cm}$$

$$Y_b = 111,23 - 59,3 = 51,93 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_3 \sin 12^\circ + S_4 \sin 13^\circ$$

$$= 57235,55 + 5737,49$$

$$= 627,04 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$V_u = S \cos 46^\circ + S \cos 9^\circ$$

$$= 269727,1 + 24851,8$$

$$= 294123,9 \text{ kg}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} Mu &= S_3 \cos 12^\circ \cdot Z1 - S_4 \cos 13^\circ \cdot Z2 \\ &= 269272,1 \cdot 38,47 - 24851,8 \cdot 24,33 \\ &= 478409,586 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Zx &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3 \cdot 111,23^2 \\ &= 9279,08 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} fy &= \frac{Nu}{An} + \frac{Mu}{Zx} = \frac{62973,04}{307,03} + \frac{9754253,54}{9279,08} \\ &= 1256,32 \text{ kg/cm}^2 < fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

$$fv = \frac{Vu}{An} = \frac{294123,9}{307,03} = 957,98 \text{ kg/cm}^2 < fv = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} fR &= \sqrt{1256,32^2 + 957,98^2} \\ &= 1579,89 \text{ kg/cm}^2 < fy = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

❖ Potongan II-II

Gaya batang :

- o Batang 5

$$S_5 \sin 10^\circ = 225544,73 \sin 10^\circ = 39165,43 \text{ kg}$$

$$S_5 \cos 10^\circ = 225544,73 \cos 10^\circ = 222118,20 \text{ kg}$$

- o Batang 62

$$S_9 \sin 55^\circ = 224455,44 \sin 55^\circ = 183863,13 \text{ kg}$$

$$S_9 \cos 55^\circ = 225544,44 \cos 55^\circ = 128742,35 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

$$\text{Diameter baut} \quad : 2,222 \text{ cm} = 22,22 \text{ mm}$$

Diameter lubang baut : 2,422 cm = 24,22 mm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 167,62 \times 3 = 502,86 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$A_n = A_g - n \times d \times t$$

$$= 502,86 - 3 \times 2,422 \times 3$$

$$= 489,53 \text{ cm}^2$$

$$A_n = A_e = 489,53 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (mm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = \left(167,62 \times 3 \times \frac{167,22}{2} \right) - (2,422 \times 3 \times 20,68) - (2,422 \times 3 \times$$

33,09)

$$489,53 \times Y_a = 42144,7 - 150,26 - 240,43$$

$$489,53 \times Y_a = 41754,00$$

$$Y_a = 85,29 \text{ cm}$$

$$Y_b = 167,62 - 85,29 = 82,33 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = -S_5 \cos 10^\circ + S_{62} \cos 10^\circ$$

$$= -39165,43 + 183863,13$$

$$= -223028,56 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned} V_u &= S_5 \sin 10^\circ - S_9 \sin 55^\circ \\ &= 222118,20 - 12874,35 \\ &= 350860,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_u &= S_5 \sin 5^\circ \cdot Z1 - S_5 \sin 5^\circ \cdot Z2 \\ &= 222118,20 \cdot 64,61 - 128742,35 \cdot 49,24 \\ &= -11218755,41 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

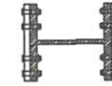
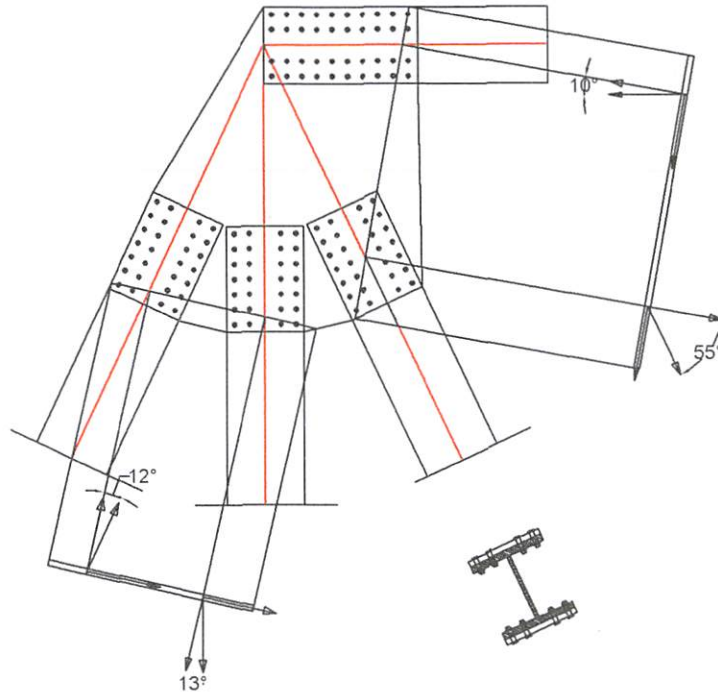
$$\begin{aligned} Z_x &= 1/4 \cdot b \cdot h^2 \\ &= 1/4 \cdot 3 \cdot 167,03^2 \\ &= 21072,35 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{223028,56}{489,46} + \frac{11218755,41}{21073,35} \\ &= 987,99 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK} \end{aligned}$$

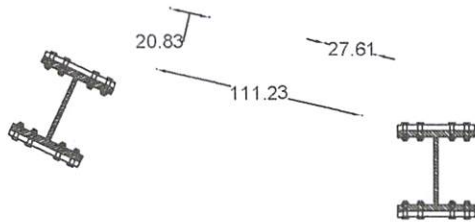
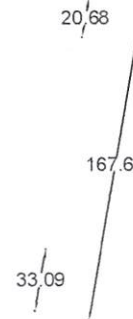
$$f_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{350860,55}{489,53} = 716,73 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} f_R &= \sqrt{987,099^2 + 716,73^2} \\ &= 1220,59 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

S3 = 275287.88 kg
 S4 = 25505.50 kg
 S5 = 225544.73 kg
 S9 = 224455.44 kg



s13



s10

s17

s11

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK	URAIAN :	DIGAMBAR : RAHMAD HARI KURNIANTO		NIM:05.21.79	
		NAMA GAMBAR	SAMBUNGAN GELAGAR INDUK JOINT 3	DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 1
		TANGGAL	23 JANUARI 2012		
		NO. GAMBAR	2		
		SKALA	1 : 40		

3.6.2 Perhitungan Ikatan Angin Atas

3.6.2.1 Perhitungan Dimensi Ikatan Angin Atas

❖ Perencanaan dimensi batang tekan

$P_u = 419,98 \text{ kg}$ (batang no. 350) \rightarrow output Staad Pro 2004

293	LD	L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.013	11
			528.88 C	-0.83	-25.20	5.41
294	LD	L130X130X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.013	10
			528.88 C	0.83	-25.20	5.41

Dimensi batang digunakan profil LD L130.130.12 :

$$H = 130 \text{ mm} \quad G = 23,6 \text{ kg/m}$$

$$B = 130 \text{ mm} \quad I_x = 472 \text{ cm}^4$$

$$T_w = 12 \text{ mm}$$

$$A_g = 30 \text{ cm}^2$$

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

Panjang batang no. 350 = 540,8 cm = 5408 mm

Syarat kekuatan dalam desain faktor beban dan resistensi menurut LRFD :

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

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

$$P_n : \text{Kekuatan nominal} = A_g \cdot F_{cr}$$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{472}{30}} = 3,966 \text{ cm} = 39,66 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{472}{30}} = 3,966 \text{ cm} = 39,66 \text{ mm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r_y} \sqrt{\frac{I_y}{\pi^2.E}}$$

dimana : K = faktor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.6730}{39,66} \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 2,237$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

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

$$\begin{aligned}
 &= (0,658^{2,237^2}) 360 \\
 &= 44,33 \text{ Mpa} \\
 &= 443,3 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Maka :

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

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 443,3 \cdot 30 \geq 528,88 \text{ kg}$$

$$11304,15 \text{ kg} \geq 528,88 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

❖ **Perencanaan dimensi batang tekan**

$P_u = 242,67 \text{ kg}$ (batang no. 234) → output Staad Pro 2004

255	ST	H200X204X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.040	11
		385.03 C		97.37	127.52	0.00
256	ST	H200X204X12	PASS	LRFD-H1-1B-C	0.040	10
		385.03 C		97.37	127.52	4.50

Dimensi batang digunakan profil WF200X200:

$$H = 200 \text{ mm} \quad A_g = 63,53 \text{ cm}^2$$

$$B = 200 \text{ mm} \quad G = 49,9 \text{ kg/m}$$

$$T_w = 8 \text{ mm} \quad I_x = 4720 \text{ cm}^4$$

$$T_f = 13 \text{ mm} \quad I_y = 1600 \text{ cm}^4$$

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

Panjang batang no. 234 = 450 cm = 4500 mm

Syarat kekuatan dalam desain faktor beban dan resistensi menurut LRFD:

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

Dimana : ϕ_c : faktor resistensi 0,85

P_n : Kekuatan nominal = $A_g \cdot F_{cr}$

P_u : beban layan terfaktor

Kekuatan nominal dari bahan atau profil yang digunakan harus lebih besar atau sama dengan beban layan terfaktor (beban aksial) yang bekerja pada penampang tersebut.

- Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{4720}{63,53}} = 8,619 \text{ cm} = 86,19 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{1600}{63,53}} = 5,018 \text{ cm} = 50,18 \text{ mm}$$

- Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

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

dimana : K = faktor panjang efektif untuk sendi-sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau (mm)

r_y = radius girasi arah sumbu y

F_y = tegangan leleh baja = 360 MPa

E = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^5$ MPa

$$\lambda_c = \frac{1.4500}{50,18} \cdot \sqrt{\frac{360}{\pi^2 \cdot 2,1 \times 10^5}} = 1,18$$

- Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr)

$$\lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y$$

$$\lambda_c \geq 1,5 \rightarrow F_{cr} = \left[\frac{0,887}{\lambda^2} \right] f_y$$

$$\begin{aligned} \lambda_c \leq 1,5 \rightarrow F_{cr} &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{1,18^2}) 360 \\ &= 201 \text{ Mpa} \\ &= 2010 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

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

$$\phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \cdot 2010 \cdot 63,53 \geq 385,03 \text{ kg}$$

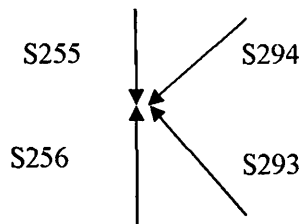
$$108541 \text{ kg} \geq 385,03 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{Profil Aman})$$

3.6.2.2 Perhitungan Sambungan Ikatan Angin Atas

Sambungan pada ikatan angin menggunakan baut mutu tinggi A325 dengan data sebagai berikut :

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) = 120 Ksi = 827,371 MPa
- Kekuatan geser = 35,1 Ksi = 242,006 MPa
- Diameter baut $\phi 1/2''$ = 1,27 cm = 12,7 mm
- Diameter lubang baut = 1,27 + 0,2 = 1,47 cm = 14,7 mm
- Luas baut (A_b) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 126,6 \text{ mm}^2$

Joint 186



S255 = 385,03 kg (tekan)

S256 = 385,03 kg (tekan)

S293 = 528,88 kg (tekan)

S294 = 528,88 kg (tekan)

➤ *Sambungan pada flens profil*

Sambungan diperhitungkan terhadap kekuatan tumpu dan geser maka :

- Kekuatan desain tumpu :

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

Dimana : ϕ = faktor resistensi 0,75 untuk tumpu

F_u = kekuatan tarik dari bahan plat = 520 MPa

d = dimensi baut = 12,7 mm

t = tebal plat = 9 mm

$$\phi R_n = 0,75 (2,4 \cdot 520) \cdot 12,7 \cdot 9$$

$$= 106984,8 \text{ N/baut}$$

$$= 10698,48 \text{ kg/baut}$$

- Kekuatan desain geser :

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

Dimana : ϕ = 0,65

F_u^b = kekuatan tarik dari bahan baut = 120 ksi = 827,371 MPa

m = banyaknya bidang geser yang terlibat (1 untuk geser tunggal)

A_b = luas penampang lintang baut = 126,6 mm²

$$\phi R_n = 0,65 (0,60 \cdot 827,371) \cdot 1 \cdot 126,6$$

$$= 40850,61 \text{ N/baut}$$

$$= 4085,061 \text{ kg/baut}$$

Jadi kekuatan desain yang menentukan adalah kekuatan geser = 4302,307

kg/baut

➤ **Perhitungan sambungan**

- Menentukan jumlah baut

1. Batang 293

- Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{293} = \frac{528,88}{4085,061} = 0,10 \approx 4 \text{ baut}$$

- Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{528,88 / 4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,089 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{528,88 / 4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,65 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

2. Batang 294

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{294} = \frac{528,88}{4085,061} = 0,10 \approx 4 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

1,5.d s/d 3.d

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{528,88/4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \end{aligned}$$

$$\geq 0,089 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{528,88 / 4}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,65 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

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

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

3. Batang 255

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{255} = \frac{385,03}{4085,061} = 0,09 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

$$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi.Fu.L} \\ &\geq \frac{385,03/8}{0,75.5200.3} \\ &\geq 0,025 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{385,03/8}{0,75.5200.1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,64 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

4. Batang 256

Jumlah baut yang diperlukan

$$S_{256} = \frac{385,03}{4085,061} = 0,09 \approx 8 \text{ baut}$$

Menentukan jarak minimum antar baut

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

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

$3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$

Diambil 3 cm

Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} t &\geq \frac{Pu/n}{\phi \cdot Fu \cdot L} \\ &\geq \frac{385,03/8}{0,75 \cdot 5200 \cdot 3} \\ &\geq 0,026 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam perencanaan digunakan plat dengan ketebalan 1,5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut} &\geq \frac{Rn}{Fu \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{385,03/8}{0,75 \cdot 5200 \cdot 1,5} + \frac{1,27}{2} \\ &\geq 0,64 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat Jarak antar baut :

$3.d \leq 7.d$

Jadi : $3.d = 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$

$$7.d = 7 \cdot 1,27 = 8,89 \text{ cm}$$

Diambil 6 cm

3.6.2.3 Perhitungan Kontrol plat Simpul Ikatan Angin Atas

- Kontrol plat simpul

Cek kekuatan terhadap gaya tarik aksial yang bekerja (lihat gambar simpul joint 186)

Potongan I-I

Gaya batang :

o Batang 293

$$S_{293} \sin 42^0 = 419,98 \sin 42^0 = 281,021 \text{ kg}$$

$$S_{293} \cos 42^0 = 419,98 \cos 42^0 = 312,106 \text{ kg}$$

o Batang 294

$$S_{294} \sin 42^0 = 419,98 \sin 42^0 = 281,021 \text{ kg}$$

$$S_{294} \cos 42^0 = 419,98 \cos 42^0 = 312,106 \text{ kg}$$

Luas Plat (Ag) :

Diameter baut : 1,27 cm

Diameter lubang baut : 1,47 cm

$$A_g \text{ plat} = b \times t = 69 \times 1,5 = 103,50 \text{ cm}^2$$

Dimana : b = Panjang potongan (cm)

t = tebal plat (cm)

Luas bersih plat (A_n)

$$\begin{aligned} A_n &= A_g - n \times d \times t \\ &= 103,50 - 2 \times 1,47 \times 1,5 \\ &= 99,09 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_n = A_e = 99,09 \text{ cm}^2$$

Dimana : A_g = Luas penampang (cm^2)

t = tebal plat (cm)

d = diameter lubang baut (cm)

n = banyaknya jumlah baut dalam satu potongan

- Menentukan letak titik berat

$$A_n \times Y_a = (69 \times 1,5 \times \frac{69}{2}) - (1,47 \times 1,5 \times 13,9) - (1,47 \times 1,5 \times 13,9)$$

$$99,09 \times Y_a = 3570,750 - 30,65 - 30,65$$

$$99,09 \times Y_a = 3509,451$$

$$Y_a = 37,9 \text{ cm}$$

$$Y_b = 69 - 37,9 = 31,10 \text{ cm}$$

- Gaya Normal

$$N_u = S_{293} \sin 42^\circ + S_{294} \sin 42^\circ$$

$$= 281,021 + 281,021$$

$$= 562,042 \text{ kg}$$

- Gaya Geser

$$\begin{aligned}
 V_u &= S_{350} \cos 42^\circ + S_{351} \cos 42^\circ \\
 &= 312,106 + 312,106 \\
 &= 624,212 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}
 M_u &= -S_{293} \cos 42^\circ \cdot Z_1 - S_{294} \cos 42^\circ \cdot Z_2 \\
 &= -312,106 \cdot 24 - 312,106 \cdot 17 \\
 &= -12796,346 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

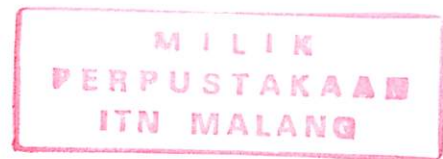
$$\begin{aligned}
 Z_x &= 1/6 \cdot b \cdot h^2 \\
 &= 1/6 \cdot 1,5 \cdot 69^2 \\
 &= 1190,250 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$f_y = \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} = \frac{562,042}{99,09} + \frac{12796,346}{1190,250} = 164,23 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

g/cm²... OK

$$f_v = \frac{V_u}{A_n} = \frac{624,212}{99,09} = 62,99 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 2100 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned}
 f_R &= \sqrt{164,23^2 + 62,99^2} \\
 &= 175,895 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$



3.7 Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang dengan Gelagar induk

Besarnya gaya lintang yang bekerja pada gelagar melintang adalah :

- Akibat berat lantai kendaraan dan trotoir

$$= \frac{1}{2} \cdot (7 \cdot 1729) + (2 \cdot 2358,512) = 10768,524 \text{ kg}$$

- Akibat berat profil memanjang

$$= \frac{1}{2} \cdot (327,415 \cdot 5) = 818,537 \text{ kg}$$

- Akibat beban hidup trotoir

$$= \frac{1}{2} \cdot (2 \cdot 333) = 333 \text{ kg}$$

- Akibat berat sendiri profil melintang

$$= \frac{1}{2} \cdot (139,9 \cdot 1,1 \cdot 9) = 692,505 \text{ kg}$$

- Akibat beban "D"

$$= \frac{1}{2} \cdot (4620,58 \cdot 5,5 + 2310,29 \cdot 0,75 \cdot 1,5) = \underline{14006,133 \text{ kg}}$$

$$P_u = 26618,699 \text{ kg}$$

Digunakan baut A490 ϕ 7/8"

- Kekuatan bahan tarik (F_u^b) = 150 Ksi = 1035 MPa

- Diameter baut ϕ 7/8" = 2,222 cm = 22,22 mm

- Diameter lubang baut = 2,222 + 0,2 = 2,422 cm

$$= 24,22 \text{ mm}$$

- Luas baut (A_b) = 3,875 cm²

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

3.7.1 Sambungan irisan tunggal (baut sambungan gel. Melintang dengan gelagar induk)

Kuat tarik desain :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 1035) . 387,5 \\ &= 225597,65 \text{ N} \\ &= 22559,765 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 1035) . 1 . 387,5 \\ &= 156414,37 \text{ N} \\ &= 15641,437 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar induk yaitu 35 mm.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u^p) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 22,22 \cdot 35 \cdot 520) \\ &= 727927,2 \text{ N} \\ &= 72792,72 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned}M_u &= P_u \cdot w \\ &= 26618,699 \cdot 5,5 \\ &= 146402,844 \text{ kg.cm}\end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3 \cdot d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

3.d s/d 7.d

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

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

$$P = \text{jarak antar baut} = 8 \text{ cm}$$

$$n = \sqrt{\frac{6.146402,844}{15641,437.8}} = 2,65 \approx 12 \text{ buah}$$

Syarat :

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

$$4 \text{ cm} \geq \frac{26618,699/12}{0,75.5200.1}$$

$$4 \text{ cm} \geq 0,568 \text{ cm} \dots\dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

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

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

Dimana :

$$\phi_t \cdot R_{nt} = \text{kekuatan tarik desain} = 22559,765 \text{ Kg}$$

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

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

$$22559,765 \text{ Kg} \geq \frac{146402,844 \times 53,7}{(4^2 + 13^2 + 27,7^2 + 35,9^2 + 45,7^2 + 53,7^2)}$$

$$22559,765 \text{ kg} \geq 1089,910 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

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

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

Dimana :

$$\phi_v \cdot R_{nv} = \text{kekuatan geser desain} = 15641,437 \text{ Kg}$$

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

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

$$15641,437 \text{ Kg} \geq \frac{26618,699}{12}$$

$$15641,437 \text{ Kg} \geq 2218,224 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.7.2 Sambungan irisan ganda (baut gelagar melintang)

Kuat tarik desain :

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,75 . Fu^b) Ab \\ &= 0,75 . (0,75 . 1035) . 387,5 \\ &= 225597,65 \text{ N} \\ &= 22559,765 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan geser desain :

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

$$\begin{aligned}\phi.Rn &= \phi . (0,60 . Fu^b) . m . Ab \\ &= 0,65 . (0,60 . 1035) . 2 . 387,5 \\ &= 312828,75 \text{ N} \\ &= 31282,875 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu desain :

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

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

$$= 27266,073 \text{ Kg}$$

Momen Ultimate :

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= \text{Pu} \cdot w \\ &= 26618,699 \cdot 5,5 \\ &= 146402,844 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Jarak baut :

Syarat Penyusunan baut

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

Syarat Jarak baut tepi ke tepi plat :

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

$$\text{Jadi : } 1,5.d = 1,5 \cdot 2,222 = 3,33 \text{ cm}$$

$$3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

Diambil 4 cm

Syarat Jarak antar baut :

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

$$\text{Jadi : } 3.d = 3 \cdot 2,222 = 6,66 \text{ cm}$$

$$7.d = 7 \cdot 2,222 = 15,55 \text{ cm}$$

Diambil 8 cm

Menentukan jumlah baut (n) :

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

dimana : Mu = momen ultimit

R = ϕ Rn (kekuatan desain yang menentukan)

P = jarak antar baut = 8 cm

$$n = \sqrt{\frac{6.146402,844}{15641,437.8}} = 2,65 \approx 6 \text{ buah}$$

Syarat :

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

$$4 \text{ cm} \geq \frac{26618,699/6}{0,75.5200.1}$$

$$4 \text{ cm} \geq 1,137 \text{ cm} \dots \dots \text{OK}$$

Maka digunakan plat penyambung L 100.100.10

Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung :

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

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

Dimana :

$$\phi t . Rnt = \text{kekuatan tarik desain} = 22559,765 \text{ Kg}$$

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

$$\phi. Rnt \geq \frac{Mu.y}{\sum y^2} \text{ Kg}$$

$$22559,765 \text{ Kg} \geq \frac{146402,844 \times 53,7}{(4^2 + 13^2 + 27,7^2 + 35,9^2 + 45,7^2 + 53,7^2)}$$

$$22559,765 \text{ kg} \geq 1089,910 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

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

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

Dimana :

$$\phi v. Rnv = \text{kekuatan geser desain} = 31282,875 \text{ Kg}$$

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

$$\phi v. Rnv \geq \frac{Pu}{\sum n} \text{ Kg}$$

$$31282,875 \text{ Kg} \geq \frac{26618,699}{6}$$

$$31282,875 \text{ Kg} \geq 4436,449 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.8 Perhitungan Perletakan

Data perencanaan :

Bentang jembatan = 60 meter

Tegangan ijin BJ-52 = 3600 kg/cm^2

Tegangan ijin bantalan baja = 100 kg/cm^2

Support reaksi :

Perletakan rol :

Joint 40 = 266598,75 kg

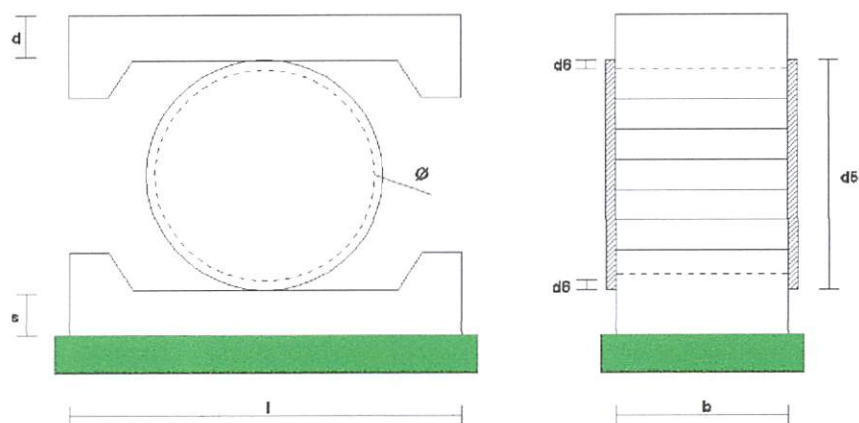
Joint 166 = 267233,41 kg

Perletakan sendi :

Joint 1 = 269358,16 kg

Joint 146 = 266598,75 kg

3.8.1 Perhitungan Perletakan Rol



Gambar 3.27 Perletakan rol

Direncanakan tumpuan rol sebagai berikut :

$$\sigma d = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\sigma d}$$
$$= \frac{266598,75}{100} = 2665,875 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{luas} = 50 \times 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 266598,75 \text{ kg}$$

$$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Mutu baja BJ-52)}$$



A. Tebal Bantalan

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

Dimana : d = Tebal kursi

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

P = gaya yang bekerja

$$d = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3.266598,75.100}{50.3600}}$$

$$= 10,22 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

B. Tebal Kursi

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

Dimana : s = Tebal bantalan

l = pancang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm²)

P = gaya yang bekerja

$$s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3.266598,75.100}{50.3600}}$$

$$= 10,22 \approx 10 \text{ cm}$$

C. Garis Tengah Rol

$$d_4 = 0,75.10^6 \cdot \frac{P}{L(\phi.f_u)^2}$$

Dimana : d₄ = Garis tengah rol (cm)

φ = 0,9

f_u = tegangan putus untuk A529 = 8500 kg/cm²

P = gaya yang bekerja (kg)

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{266598,75}{100(0,9.8500)^2}$$
$$= 32,17 = 32 \text{ cm}$$

D. Tebal Bibir Rol

d_6 = direncanakan 2,5 cm

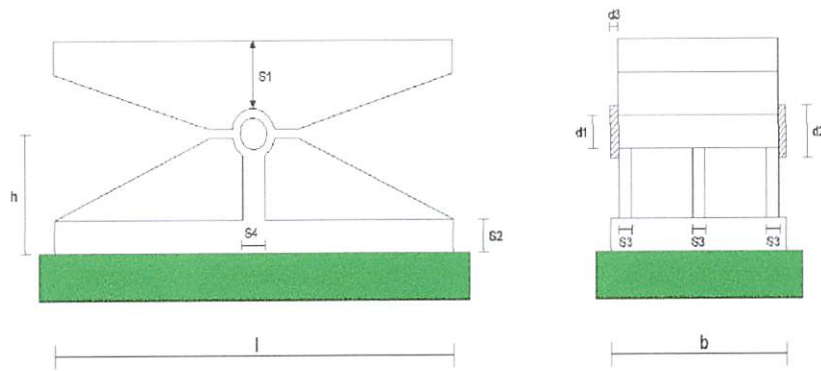
E. Tinggi Total Rol

$$d_5 = d_4 + 2 \cdot d_6$$
$$= 32 + 2 \cdot 2,5$$
$$= 37 \text{ cm}$$

F. Kontrol Tegangan

$$\sigma = \frac{P}{A}$$
$$= \frac{266598,75}{5000}$$
$$= 50,20 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

3.8.2 Perhitungan Perletakan Sendi



Gambar 3.28 Perletakan sendi

Direncanakan tumpuan rol sebagai berikut :

$$\sigma_d = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = \frac{P}{\sigma_d}$$

$$= \frac{266598,75}{100} = 2514,935 \text{ cm}^2$$

Dicoba :

$$b = 50 \text{ cm}$$

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

$$\text{luas} = 50 \times 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 266598,75 \text{ kg}$$

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Mutu baja BJ-52)}$$

A. Tebal Bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot L}{b \cdot f_y}}$$

Dimana : s = Tebal bantalan (cm)

l = panjang bantalan rancangan (cm)

b = lebar bantalan rancangan (cm)

f_y = Mutu baja (kg/cm^2)

P = gaya yang bekerja

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 266598,75 \cdot 100}{50 \cdot 3600}}$$

$$= 10,24 \approx 10 \text{ cm}$$

B. Mencari Nilai S_2, S_3, S_4, S_5

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot P_u \cdot L$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 266598,75 \cdot 100$$

$$= 3143669,50 \text{ kg.cm}$$

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

$$= \frac{3143669,50}{0,9 \cdot 3600}$$

$$= 970,268 \text{ cm}^3$$

Untuk harga S_2, S_3, S_4 , dipakai Muller Breslaw :

Tabel 3.4 Muller Breslaw

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

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

Diambil, $\frac{h}{S_2} = 4, \frac{b}{a \cdot S_3} = 4,2$

Dipakai jumlah rusuk (a) = 4

$$\frac{h}{S_2} = 4$$

$$\frac{b}{a \cdot S_3} = 4,2$$

$$S_3 = \frac{50}{4 \cdot 4,2} = 2,38 \approx 3 \text{ cm}$$

$$S_2 = \frac{h}{4}$$

Mencari nilai h dipakai rumus :

$$W = 0,2251 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$$

$$= 0,2251 \cdot 4 \cdot h^2 \cdot 3$$

$$W = 2,701 \cdot h^2$$

$$1639,932 = 2,701 \cdot h^2$$

$$h^2 = \frac{1639,932}{2,701} = 607,158$$

$$h = \sqrt{607,158} = 24,64 \approx 25 \text{ cm}$$

Maka :

$$S_2 = \frac{h}{4} = \frac{25}{4} = 6,25 \approx 7 \text{ cm}$$

$$S_4 = \frac{h}{6} = \frac{25}{6} = 4,16 \approx 5 \text{ cm}$$

C. Jari-jari sumbu sedi

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

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

F_y = Tegangan ijin bantalan baja (kg/cm²)

$$\phi = 0,9$$

L = Panjang bantalan rancangan (cm)

P = gaya yang bekerja (kg)

$$r = \frac{0,8 \cdot 266598,75}{0,9 \cdot 3600 \cdot 100}$$

$$= 0,621$$

$$d_1 = 2 \cdot r = 2 \cdot 0.621 = 2,621 \text{ cm, karena } d_1 \text{ minimal} = 7 \text{ cm, maka dipakai } d_1 \\ = 7 \text{ cm}$$

$$d_3 = \frac{1}{4} \cdot d_1 \\ = \frac{1}{4} \cdot 7 \\ = 1,75 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

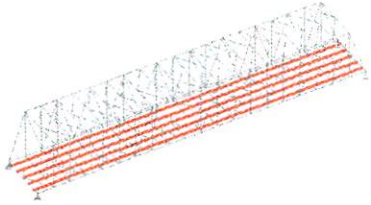
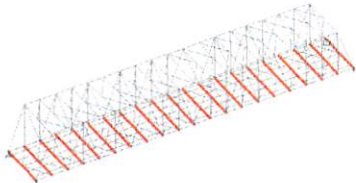
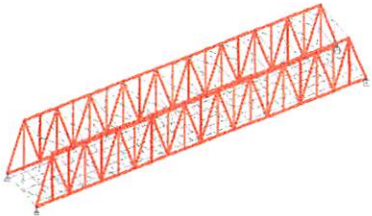
$$d_2 = d_1 + 2 \cdot 2 \\ = 7 + 4 \\ = 11 \text{ cm}$$

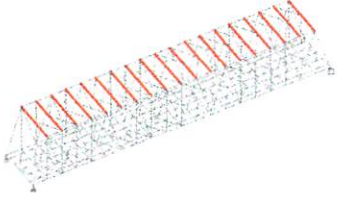
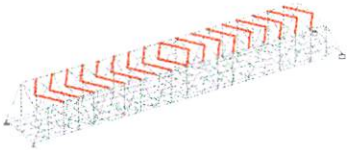
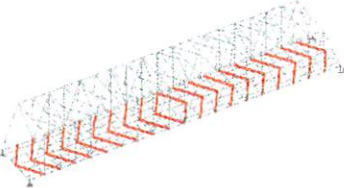
D. Kontrol tegangan kursi

$$\sigma = \frac{P}{A} \\ = \frac{266598,75}{5000} \\ = 50,29 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

BAB IV
PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN

4.1 PROFIL BAJA

Nama	Jenis Profil/ Diameter	Berat Profil (kg/m)	Panjang Bentang (m)	Berat (kg)
Gelagar Memanjang 	W12x40	59,53	300	17890,45
Gelagar Melintang 	W24x94	139,9	189	26458,17
Gelagar Induk 	WF428x407x20	283	750,22	211975,44

<p>Gelagar Pengaku</p> 	WF200x200x8	49,9	171	9581,535
<p>Ikatan Angin Atas</p> 	LD 130x130x12	23,6	255,65	9557,275
<p>Ikatan Angin Bawah</p> 	LD 130x130x12	23,6	255,65	9557,275
<p>Berat Total</p>				285069,79

4.2 Kebutuhan Baut

a. Sambungan gelagar memanjang dan melintang

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 7/8''$
- Jumlah titik simpul = 105

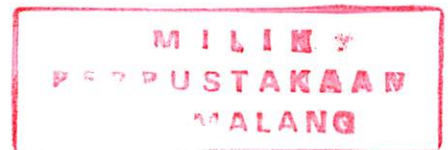
- Jumlah baut tiap simpul = $3 + (3 \times 2)$
- Jumlah baut = 105×9
= 945 buah

b. Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk (rangka warena)

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 7/8''$
- Jumlah titik simpul = 42
- Jumlah baut tiap simpul = $6 + (6 \times 2) = 18$
- Jumlah baut = 42×18
= 756 buah

c. Sambungan simpul ikatan angin atas

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 19
- Jumlah baut tiap simpul = $4 \times 4 = 16$
- Jumlah baut = 19×16
= 304 buah



d. Sambungan simpul ikatan angin bawah

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 1/2''$
- Jumlah titik simpul = 19
- Jumlah baut tiap simpul = $4 \times 4 = 16$
- Jumlah baut = 19×16
= 304 buah

e. Sambungan gelagar induk

▪ **Gelagar Pengaku (Tipe Waren)**

- Ukuran baut yang digunakan = $\phi 7/8''$
- Jumlah titik simpul = 8 (tepi) dan 84(tengah)
- Jumlah baut tiap simpul = 52 dan 96
- Jumlah baut = $(8 \times 52) + (84 \times 96)$
= 8480 buah

4.3 Kebutuhan Beton

a. Volume beton

- Lantai kendaraan = $0,25 \times 7 \times 60 = 105 \text{ cm}^3$
- Trotoir = $0,55 \times 1 \times 60 \times 2 = 66 \text{ cm}^3$
- Tegel dan spesi = $0,05 \times 1 \times 60 \times 2 = 6 \text{ cm}^3$
- Aspal = $0,05 \times 7 \times 60 = 21 \text{ cm}^3$

b. Kebutuhan tulangan

1 lonjor = 12 m

- Tulangan pokok D16 – 150 mm

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{60}{0,15} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,15} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,15} \times 2 \right) \right]$$

$$= 8000 \text{ meter}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan} = \frac{8000}{12}$$

$$= 667 \text{ lonjor}$$

- Tulangan bagi $\emptyset 8 - 200$ mm

$$\text{Panjang total tulangan} = \left[\left(\frac{60}{0,20} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,20} \times 9 \right) + \left(\frac{60}{0,20} \times 2 \right) \right]$$

$$= 6000 \text{ meter}$$

$$\text{Kebutuhan tulangan} = \frac{6000}{12}$$

$$= 500 \text{ lonjor}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan Jembatan Kelutan Nganjuk dengan profil baja tipe Waren dengan lantai kendaraan diatasnya, dan dengan menggunakan metode LRFD dihasilkan konstruksi yang kuat didalam menahan beban ultimate karena ratio antara tegangan baja dan tegangan ijin yang paling maksimum adalah $0,904 < 1$.
2. Perencanaan jembatan Kelutan Nganjuk dengan profil baja tipe Waren dengan lantai kendaraan diatasnya, adalah sebagai berikut :
 - ❖ Perencanaan plat lantai kendaraan :
 - Tabal plat beton : 250 mm
 - Dipakai tulangan pokok : D16 – 150 mm
 - Dipakai tulangan bagi : ϕ 8 – 200 mm
 - ❖ Perencanaan gelagar memanjang :
 - Dipakai profil : WF 12 x 40
 - Berat total profil : 17890,45 kg
 - ❖ Perencanaan gelagar melintang :
 - Dipakai profil : WF 24 x 94
 - Berat total profil : 26458,17 kg

❖ Perencanaan gelagar induk :

- Dipakai profil : WF 428x407x35
- Berat total profil : 211975,44 kg

❖ Perencanaan ikatan angin atas :

- Dipakai profil : LD 130x130x12
- Berat total profil : 9582,1 kg

❖ Perencanaan ikatan angin bawah :

- Dipakai profil : LD 130x130x12
- Berat total profil : 9582,1 kg

❖ Perhitungan perletakan jembatan :

Sendi :

- b : 50 cm
- l : 100 cm

❖ Rasio tegangan Baja :

- Batang tekan :
Maksimum : 0,904
Minimum : 0,005
- Batang tarik :
Maksimum : 0,854
Minimum : 0,034



3. Perencanaan jembatan Kelutan Nganjuk dengan profil baja tipe Waren dengan lantai kendaraan di atasnya, digunakan program Staad Pro 2004 dalam menganalisa struktur, dari hasil analisa diperoleh hasil output yang lengkap berupa gaya batang, dan momen yang terjadi serta reaksi tumpuan, sehingga dapat dipakai untuk perencanaan yang aman dan efisien dan dapat dihasilkan gambar desain untuk pelaksanaan di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Penulis menyarankan untuk menggunakan profil baja tipe Waren pada konstruksi struktur jembatan rangka baja.
2. Analisa struktur jembatan sebaiknya dilakukan dengan 3D dan menggunakan program bantu STAAD PRO 2004.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim., (2000). *Departemen Pekerjaan Umum, peraturan perencanaan jembatan (BMS 1992)*, Direktorat Bina Program Jalan Binamarga.

Anonim., (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI T 02-2002*.

Anonim., (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI T O2-2002.*, Penerbit ITSpress.

Salmon C. G dan Johnson J. e, (1994). *Struktur Baja Disain Dan Perilaku I dan II*, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama,

Salmon C. G dan Johnson J. e, (1994). *Struktur Baja Disain Dan Perilaku*, edisi kedua, Jakarta : Erlangga.

Struyk, H. J. dan Van Der Ven, K. H. C. W. Prof. Ir. 1995. *Jembatan*, terjemahan Soemargono, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Oentoeng, Ir. *Konstruksi Baja*, Yogyakarta : Penerbit Andi

Shodek, L. Daniel (1986). *Struktur*, Jakarta : Erlangga

LAMPPIRAN

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 06-Jan-12

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KG

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 3 0 0; 3 3 6.35 0; 4 6 0 0; 5 6 6.35 0; 6 9 6.35 0; 7 9 0 0;
 8 12 0 0; 9 12 6.35 0; 10 15 6.35 0; 11 15 0 0; 12 18 0 0; 13 18 6.35 0;
 14 21 6.35 0; 15 21 0 0; 16 24 0 0; 17 24 6.35 0; 18 27 6.35 0; 19 27 0 0;
 20 30 0 0; 21 30 6.35 0; 22 33 6.35 0; 23 33 0 0; 24 36 0 0; 25 36 6.35 0;
 26 39 6.35 0; 27 39 0 0; 28 42 0 0; 29 42 6.35 0; 30 45 6.35 0; 31 45 0 0;
 32 48 0 0; 33 48 6.35 0; 34 51 6.35 0; 35 51 0 0; 36 54 0 0; 37 54 6.35 0;
 38 57 6.35 0; 39 57 0 0; 40 60 0 0; 41 0 0 1; 42 3 0 1; 43 6 0 1; 44 9 0 1;
 45 12 0 1; 46 15 0 1; 47 18 0 1; 48 21 0 1; 49 24 0 1; 50 27 0 1; 51 30 0 1;
 52 33 0 1; 53 36 0 1; 54 39 0 1; 55 42 0 1; 56 45 0 1; 57 48 0 1; 58 51 0 1;
 59 54 0 1; 60 57 0 1; 61 60 0 1; 62 0 0 2.75; 63 3 0 2.75; 64 6 0 2.75;
 65 9 0 2.75; 66 12 0 2.75; 67 15 0 2.75; 68 18 0 2.75; 69 21 0 2.75;
 70 24 0 2.75; 71 27 0 2.75; 72 30 0 2.75; 73 33 0 2.75; 74 36 0 2.75;
 75 39 0 2.75; 76 42 0 2.75; 77 45 0 2.75; 78 48 0 2.75; 79 51 0 2.75;
 80 54 0 2.75; 81 57 0 2.75; 82 60 0 2.75; 83 0 0 4.5; 84 3 0 4.5; 85 6 0 4.5;
 86 9 0 4.5; 87 12 0 4.5; 88 15 0 4.5; 89 18 0 4.5; 90 21 0 4.5; 91 24 0 4.5;
 92 27 0 4.5; 93 30 0 4.5; 94 33 0 4.5; 95 36 0 4.5; 96 39 0 4.5; 97 42 0 4.5;
 98 45 0 4.5; 99 48 0 4.5; 100 51 0 4.5; 101 54 0 4.5; 102 57 0 4.5;
 103 60 0 4.5; 104 0 0 6.25; 105 3 0 6.25; 106 6 0 6.25; 107 9 0 6.25;
 108 12 0 6.25; 109 15 0 6.25; 110 18 0 6.25; 111 21 0 6.25; 112 24 0 6.25;
 113 27 0 6.25; 114 30 0 6.25; 115 33 0 6.25; 116 36 0 6.25; 117 39 0 6.25;
 118 42 0 6.25; 119 45 0 6.25; 120 48 0 6.25; 121 51 0 6.25; 122 54 0 6.25;
 123 57 0 6.25; 124 60 0 6.25; 125 0 0 8; 126 3 0 8; 127 6 0 8; 128 9 0 8;
 129 12 0 8; 130 15 0 8; 131 18 0 8; 132 21 0 8; 133 24 0 8; 134 27 0 8;
 135 30 0 8; 136 33 0 8; 137 36 0 8; 138 39 0 8; 139 42 0 8; 140 45 0 8;
 141 48 0 8; 142 51 0 8; 143 54 0 8; 144 57 0 8; 145 60 0 8; 146 0 0 9;
 147 3 0 9; 148 6 0 9; 149 9 0 9; 150 12 0 9; 151 15 0 9; 152 18 0 9;
 153 21 0 9; 154 24 0 9; 155 27 0 9; 156 30 0 9; 157 33 0 9; 158 36 0 9;
 159 39 0 9; 160 42 0 9; 161 45 0 9; 162 48 0 9; 163 51 0 9; 164 54 0 9;
 165 57 0 9; 166 60 0 9; 167 3 6.35 9; 168 6 6.35 9; 169 9 6.35 9;
 170 12 6.35 9; 171 15 6.35 9; 172 18 6.35 9; 173 21 6.35 9; 174 24 6.35 9;
 175 27 6.35 9; 176 30 6.35 9; 177 33 6.35 9; 178 36 6.35 9; 179 39 6.35 9;
 180 42 6.35 9; 181 45 6.35 9; 182 48 6.35 9; 183 51 6.35 9; 184 54 6.35 9;
 185 57 6.35 9; 186 3 6.35 4.5; 187 6 6.35 4.5; 188 9 6.35 4.5; 189 12 6.35 4.5;
 190 15 6.35 4.5; 191 18 6.35 4.5; 192 21 6.35 4.5; 193 24 6.35 4.5;
 194 27 6.35 4.5; 195 30 6.35 4.5; 196 33 6.35 4.5; 197 36 6.35 4.5;
 198 39 6.35 4.5; 199 42 6.35 4.5; 200 45 6.35 4.5; 201 48 6.35 4.5;
 202 51 6.35 4.5; 203 54 6.35 4.5; 204 57 6.35 4.5;

MEMBER INCIDENCES

1 1 2; 2 2 4; 3 1 3; 4 3 2; 5 3 5; 6 4 5; 7 5 6; 8 4 7; 9 3 4; 10 4 6; 11 6 7;
 12 7 8; 13 6 9; 14 8 9; 15 9 10; 16 8 11; 17 6 8; 18 8 10; 19 10 11; 20 11 12;
 21 10 13; 22 12 13; 23 13 14; 24 12 15; 25 10 12; 26 12 14; 27 14 15; 28 15 16;
 29 14 17; 30 16 17; 31 17 18; 32 16 19; 33 14 16; 34 16 18; 35 18 19; 36 19 20;
 37 18 21; 38 20 21; 39 21 22; 40 20 23; 41 18 20; 42 20 22; 43 22 23; 44 23 24;
 45 22 25; 46 24 25; 47 25 26; 48 24 27; 49 22 24; 50 24 26; 51 26 27; 52 27 28;
 53 26 29; 54 28 29; 55 29 30; 56 28 31; 57 26 28; 58 28 30; 59 30 31; 60 31 32;
 61 30 33; 62 32 33; 63 33 34; 64 32 35; 65 30 32; 66 32 34; 67 34 35; 68 35 36;
 69 34 37; 70 36 37; 71 37 38; 72 36 39; 73 34 36; 74 36 38; 75 38 39; 76 39 40;
 77 38 40; 78 41 42; 79 42 43; 80 43 44; 81 44 45; 82 45 46; 83 46 47; 84 47 48;
 85 48 49; 86 49 50; 87 50 51; 88 51 52; 89 52 53; 90 53 54; 91 54 55; 92 55 56;
 93 56 57; 94 57 58; 95 58 59; 96 59 60; 97 60 61; 98 62 63; 99 63 64;
 100 64 65; 101 65 66; 102 66 67; 103 67 68; 104 68 69; 105 69 70; 106 70 71;
 107 71 72; 108 72 73; 109 73 74; 110 74 75; 111 75 76; 112 76 77; 113 77 78;
 114 78 79; 115 79 80; 116 80 81; 117 81 82; 118 83 84; 119 84 85; 120 85 86;
 121 86 87; 122 87 88; 123 88 89; 124 89 90; 125 90 91; 126 91 92; 127 92 93;
 128 93 94; 129 94 95; 130 95 96; 131 96 97; 132 97 98; 133 98 99; 134 99 100;
 135 100 101; 136 101 102; 137 102 103; 138 104 105; 139 105 106; 140 106 107;
 141 107 108; 142 108 109; 143 109 110; 144 110 111; 145 111 112; 146 112 113;
 147 113 114; 148 114 115; 149 115 116; 150 116 117; 151 117 118; 152 118 119;
 153 119 120; 154 120 121; 155 121 122; 156 122 123; 157 123 124; 158 125 126;
 159 126 127; 160 127 128; 161 128 129; 162 129 130; 163 130 131; 164 131 132;
 165 132 133; 166 133 134; 167 134 135; 168 135 136; 169 136 137; 170 137 138;
 171 138 139; 172 139 140; 173 140 141; 174 141 142; 175 142 143; 176 143 144;
 177 144 145; 178 146 147; 179 147 148; 180 148 149; 181 149 150; 182 150 151;
 183 151 152; 184 152 153; 185 153 154; 186 154 155; 187 155 156; 188 156 157;
 189 157 158; 190 158 159; 191 159 160; 192 160 161; 193 161 162; 194 162 163;
 195 163 164; 196 164 165; 197 165 166; 198 146 167; 199 167 147; 200 167 168;
 201 148 168; 202 168 169; 203 167 148; 204 148 169; 205 169 149; 206 169 170;
 207 150 170; 208 170 171; 209 169 150; 210 150 171; 211 171 151; 212 171 172;
 213 152 172; 214 172 173; 215 171 152; 216 152 173; 217 173 153; 218 173 174;
 219 154 174; 220 174 175; 221 173 154; 222 154 175; 223 175 155; 224 175 176;
 225 156 176; 226 176 177; 227 175 156; 228 156 177; 229 177 157; 230 177 178;
 231 158 178; 232 178 179; 233 177 158; 234 158 179; 235 179 159; 236 179 180;
 237 160 180; 238 180 181; 239 179 160; 240 160 181; 241 181 161; 242 181 182;
 243 162 182; 244 182 183; 245 181 162; 246 162 183; 247 183 163; 248 183 184;
 249 164 184; 250 184 185; 251 183 164; 252 164 185; 253 185 165; 254 185 166;

255 3 186; 256 186 167; 257 5 187; 258 187 168; 259 6 188; 260 188 169;
261 9 189; 262 189 170; 263 10 190; 264 190 171; 265 13 191; 266 191 172;
267 14 192; 268 192 173; 269 17 193; 270 193 174; 271 18 194; 272 194 175;
273 21 195; 274 195 176; 275 22 196; 276 196 177; 277 25 197; 278 197 178;
279 26 198; 280 198 179; 281 29 199; 282 199 180; 283 30 200; 284 200 181;
285 33 201; 286 201 182; 287 34 202; 288 202 183; 289 37 203; 290 203 184;
291 38 204; 292 204 185; 293 186 168; 294 186 5; 295 187 169; 296 187 6;
297 188 170; 298 188 9; 299 189 171; 300 189 10; 301 190 172; 302 190 13;
303 191 173; 304 191 14; 305 192 174; 306 192 17; 307 193 175; 308 193 18;
309 194 176; 310 194 21; 311 176 196; 312 196 21; 313 177 197; 314 197 22;
315 178 198; 316 198 25; 317 179 199; 318 199 26; 319 180 200; 320 200 29;
321 181 201; 322 201 30; 323 182 202; 324 202 33; 325 183 203; 326 203 34;
327 184 204; 328 204 37; 329 1 41; 330 41 62; 331 62 83; 332 83 104;
333 104 125; 334 125 146; 335 2 42; 336 42 63; 337 63 84; 338 84 105;
339 105 126; 340 126 147; 341 4 43; 342 43 64; 343 64 85; 344 85 106;
345 106 127; 346 127 148; 347 7 44; 348 44 65; 349 65 86; 350 86 107;
351 107 128; 352 128 149; 353 8 45; 354 45 66; 355 66 87; 356 87 108;
357 108 129; 358 129 150; 359 11 46; 360 46 67; 361 67 88; 362 88 109;
363 109 130; 364 130 151; 365 12 47; 366 47 68; 367 68 89; 368 89 110;
369 110 131; 370 131 152; 371 15 48; 372 48 69; 373 69 90; 374 90 111;
375 111 132; 376 132 153; 377 16 49; 378 49 70; 379 70 91; 380 91 112;
381 112 133; 382 133 154; 383 19 50; 384 50 71; 385 71 92; 386 92 113;
387 113 134; 388 134 155; 389 20 51; 390 51 72; 391 72 93; 392 93 114;
393 114 135; 394 135 156; 395 23 52; 396 52 73; 397 73 94; 398 94 115;
399 115 136; 400 136 157; 401 24 53; 402 53 74; 403 74 95; 404 95 116;
405 116 137; 406 137 158; 407 27 54; 408 54 75; 409 75 96; 410 96 117;
411 117 138; 412 138 159; 413 28 55; 414 55 76; 415 76 97; 416 97 118;
417 118 139; 418 139 160; 419 31 56; 420 56 77; 421 77 98; 422 98 119;
423 119 140; 424 140 161; 425 32 57; 426 57 78; 427 78 99; 428 99 120;
429 120 141; 430 141 162; 431 35 58; 432 58 79; 433 79 100; 434 100 121;
435 121 142; 436 142 163; 437 36 59; 438 59 80; 439 80 101; 440 101 122;
441 122 143; 442 143 164; 443 39 60; 444 60 81; 445 81 102; 446 102 123;
447 123 144; 448 144 165; 449 40 61; 450 61 82; 451 82 103; 452 103 124;
453 124 145; 454 145 166; 455 83 147; 456 83 2; 457 84 148; 458 84 4;
459 85 149; 460 85 7; 461 86 150; 462 86 8; 463 87 151; 464 87 11; 465 88 152;
466 88 12; 467 89 153; 468 89 15; 469 90 154; 470 90 16; 471 91 155; 472 91 19;
473 92 156; 474 92 20; 475 20 94; 476 94 156; 477 23 95; 478 95 157; 479 24 96;
480 96 158; 481 27 97; 482 97 159; 483 28 98; 484 98 160; 485 31 99;
486 99 161; 487 32 100; 488 100 162; 489 35 101; 490 101 163; 491 36 102;
492 102 164; 493 39 103; 494 103 165;

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC STEEL

E 2.09042e+010

POISSON 0.3

DENSITY 7833.41

ALPHA 1.2e-005

DAMP 0.03

END DEFINE MATERIAL

CONSTANTS

BETA 90 MEMB 1 TO 77 178 TO 254

BETA 180 MEMB 455 TO 494

MATERIAL STEEL MEMB 1 TO 494

START GROUP DEFINITION

MEMBER

_INDUK 1 TO 77 178 TO 254

_MEMANJANG 78 TO 177

_MELINTANG 329 TO 454

_PENGAKU 255 TO 292

_IKATAN_ATAS 293 TO 328

_IKATAN_BAWAH 455 TO 494

END GROUP DEFINITION

MEMBER PROPERTY JAPANESE

1 TO 77 178 TO 254 TABLE ST H428X407X20

MEMBER PROPERTY AMERICAN

78 TO 177 TABLE ST W12X40

329 TO 454 TABLE ST W24X94

MEMBER PROPERTY JAPANESE

255 TO 292 TABLE ST H200X204X12

293 TO 328 455 TO 494 TABLE LD L130X130X12

SUPPORTS

1 146 PINNED

40 166 FIXED BUT FX MZ

LOAD 1 MATI

JOINT LOAD

2 4 7 8 11 12 15 16 19 20 23 24 27 28 31 32 35 36 39 147 TO 165 FY -20753.6

1 40 146 166 FY -10376.8

LOAD 2 BEBAN HIDUP

JOINT LOAD

2 4 7 8 11 12 15 16 19 20 23 24 27 28 31 32 35 36 39 147 TO 165 FY -2416.26

1 40 146 166 FY -3576.55

LOAD 3 GAYA REM

JOINT LOAD

2 4 7 8 11 12 15 16 19 20 23 24 27 28 31 32 35 36 39 147 TO 165 FY -657.89

1 40 146 166 FY -328.945

LOAD 4 BEBAN ANGIN U-S

JOINT LOAD

1 40 FZ 61.722

3 38 FZ 185.166

2 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 FZ 123.444

4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 FZ 246.888

LOAD 5 BEBAN ANGIN S-U

JOINT LOAD

146 166 FZ -61.722

167 185 FZ -185.166

147 149 151 153 155 157 159 161 163 165 168 170 172 174 176 178 180 182 -

184 FZ -123.444

148 150 152 154 156 158 160 162 164 169 171 173 175 177 179 181 183 FZ -246.888

LOAD COMB 6 COMB MATI HIDUP

1 1.1 2 1.0

LOAD COMB 7 COMB MATI HIDUP REM

1 1.1 2 1.0 3 2.0

LOAD COMB 8 COMB MATI ANGIN U-S

1 1.1 4 1.0

LOAD COMB 9 COMB MATI ANGIN S-U

1 1.1 5 1.0

LOAD COMB 10 COMB MATI HIDUP REM ANGIN U-S

1 1.1 2 1.0 3 2.0 4 1.0

LOAD COMB 11 COMB MATI HIDUP REM ANGIN S-U

1 1.1 2 1.0 3 2.0 5 1.0

PERFORM ANALYSIS

PARAMETER

CODE LRFD

FYLD 0.36 ALL

CHECK CODE ALL

PARAMETER

CODE LRFD

STEEL TAKE OFF ALL

PARAMETER

CODE LRFD

STEEL MEMBER TAKE OFF ALL

FINISH

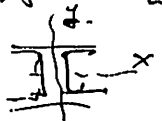

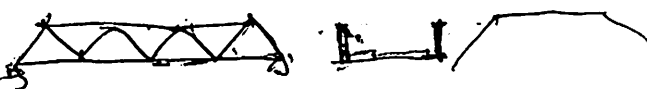



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

JL. Bend. Sigura-gura No. 2
 MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rahmad Hari Kurnianto
 Nim : 05.21.079
 Jurusan : Teknik Sipil S-1
 Dosen Pembimbing : Ir.H. Sudirman Indra, MSc
 Judul : STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL K DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL CANNAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT KOPPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
	25 / 06 011	<p>Carikan ke kor. Pili Amin \rightarrow ASD - LRFD </p>	
	28 / 011 011	<p><u>Call:</u>  Karena Mbs. Ybs. meyelekan masalah penyelesaian skripsi \rightarrow hasil a rotas tetap. type of member type jebat Rayki Hamilton, dan konsultasi Neg & Publin ke Yb lain yg suka blesah <u>Scapri & Absorment / Pan.</u></p>	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rahmad Hari Kurnianto
Nim : 05.21.079
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing : Ir.H. Sudirman Indra, MSc
Judul : STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA
ATAS JEMBATAN BAJA DENGAN MENAMBAH BATANG
TEGAK PADA GELAGAR INDUK PADA PROYEK
JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
		kontrol plat smpul	
		Sambungan	
		Kebutuhan bahan	
		acee digambarkan acee maha semina	



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

Jl. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rahmad Hari Kurnianto
Nim : 05.21.079
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing : Ir. Ester Priskasari, MT
Judul : STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN
BAJA MODEL K DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL
CANNAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT
KOPPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
		<p>- belajar tentang mengenai sambungan plat</p> <p>- gambar - ket 1/9 telah mengenai sambungan stud</p>	
		<p>Sambungan ke samb.</p>	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
JL. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rahmad Hari Kurnianto
Nim : 05.21.079
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing : Ir. Ester Priskasari, MT
Judul : STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL K DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL CANNAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT KOPPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

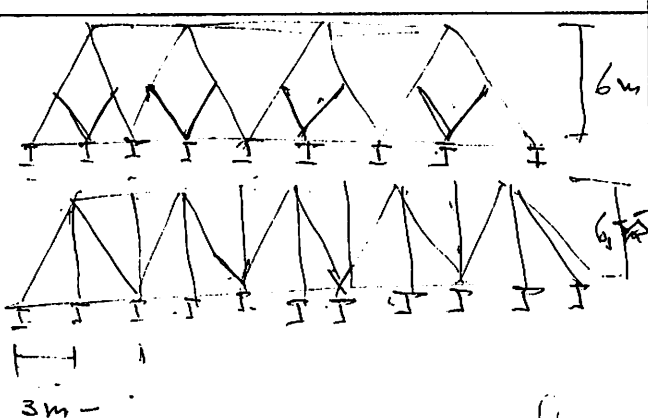


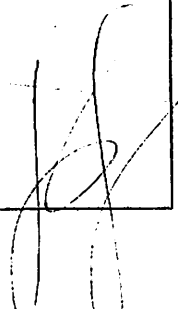
NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
JL. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rahmad Hari Kurnianto
Nim : 05.21.079
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing : Ir. Ester Priskasari, MT
Judul : STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA MODEL K DENGAN MENGGUNAKAN PROFIL CANNAL GANDA YANG DISATUKAN DENGAN PLAT KOPPEL PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
		 <p>Sampulnya ini lebih kuat dari sebelumnya karena jadi lebih aman dan tidak akan goyah karena dibantu oleh profil atau berdasarkan <u>Tn</u></p>	  
		<p>gambar perencanaan</p>	



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama RAHMAD H K

NIM 05 21 079

Hari tanggal :

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Syarat kontrol plat Supul

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 STRUKTUR

Nama : RAHMAD

NIM :

Hari tanggal :

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

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, 9 - 02 - 2012
Dosen Pembahas

Malang, 2 - 02 - 2012
Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : RAHMAD

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- > Or per letakan sendi 2 Ral ✓
- > Macam² Sambungan ? ✓
- > Di Konstruksi yg kamu Renc., Pakai Sambu. apa? ✓
- > Prinsip Struktur Rangka ✓

[Handwritten signature]

Perbaiki Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2011

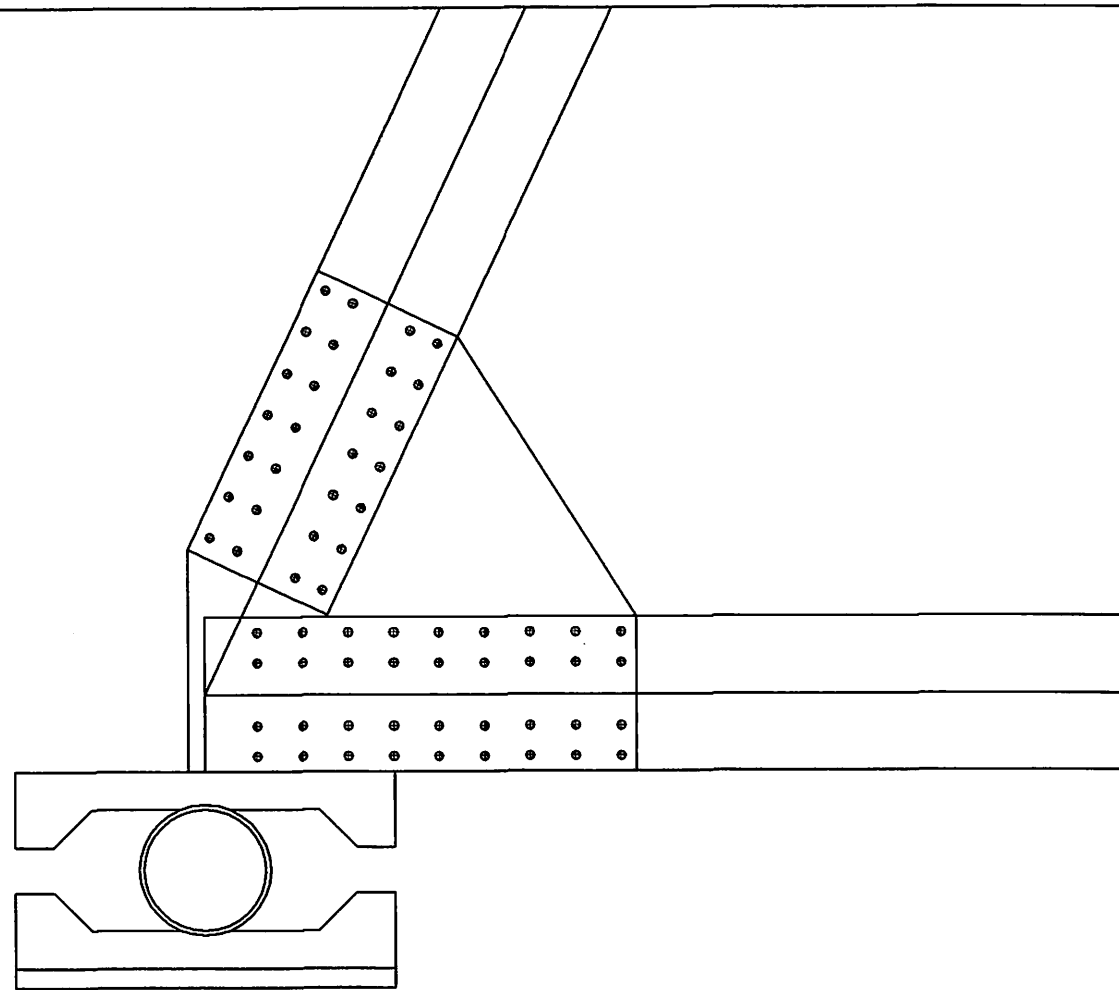
Dosen Penguji

[Handwritten signature]

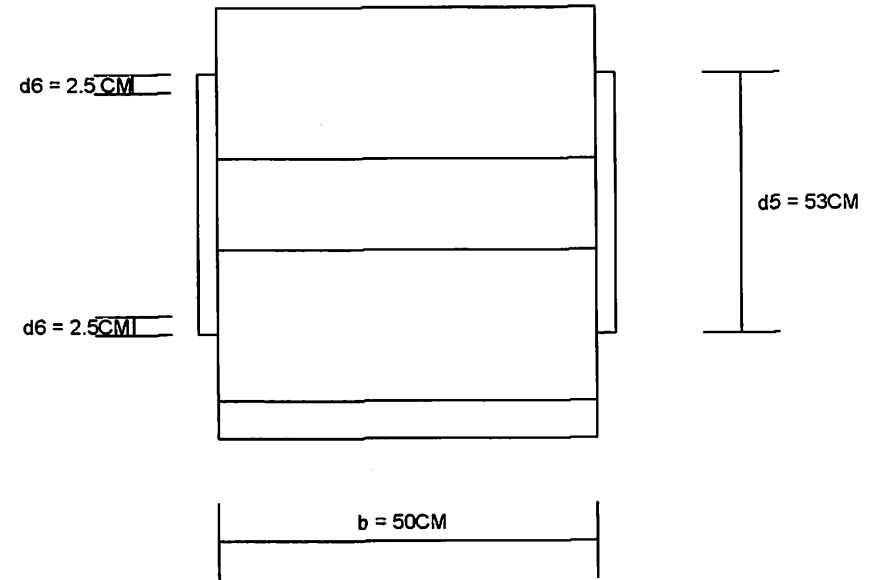
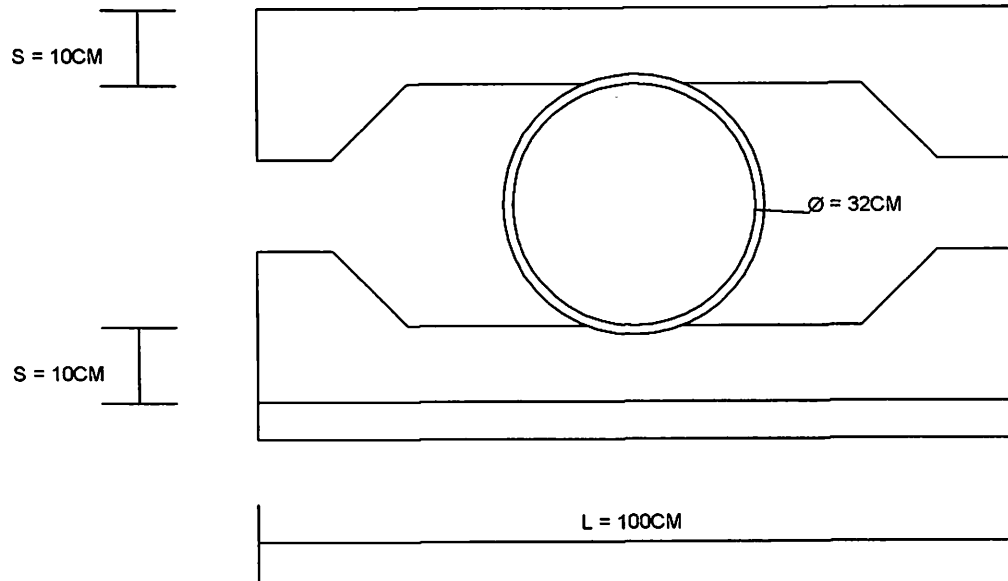
Malang, _____ 2011

Dosen Penguji

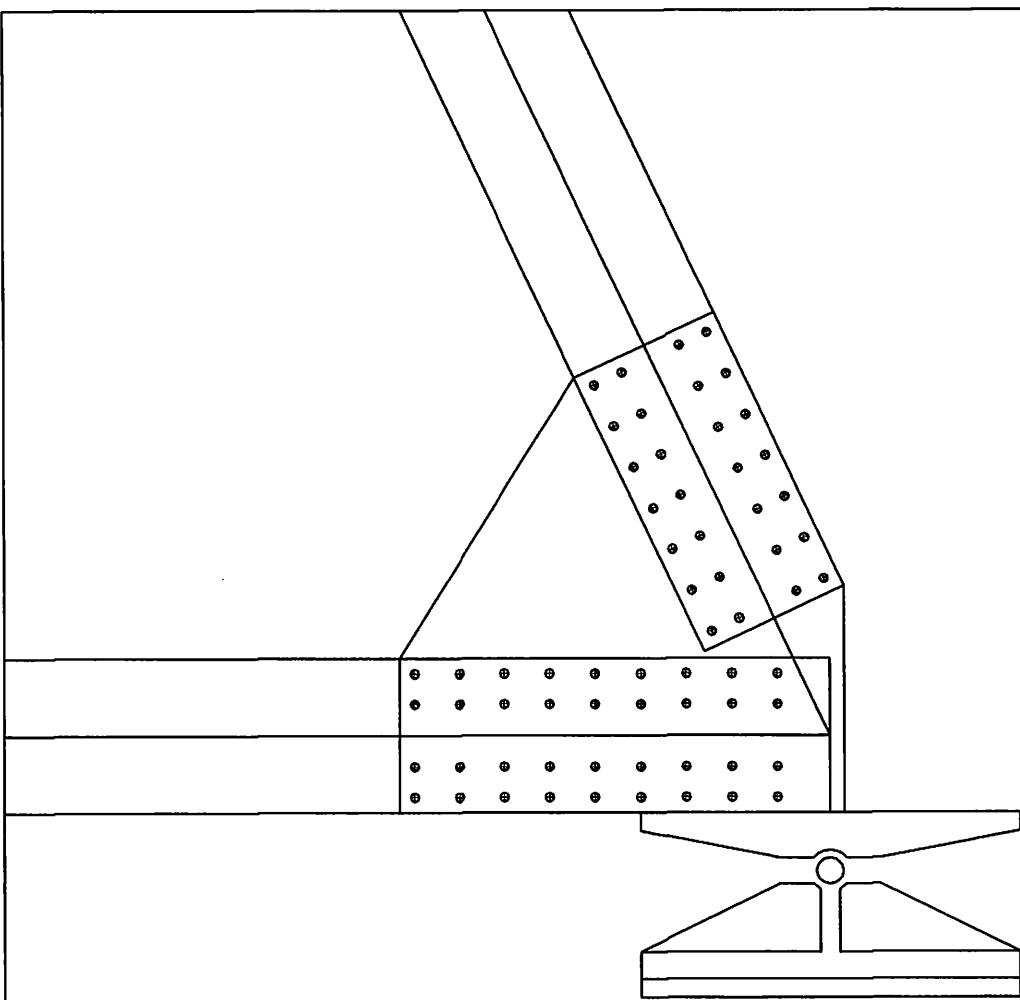
[Handwritten signature]
Bambang Widyambada



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : RAHMAD HARI KURNIANTO		NIM:05.21.79	
		NAMA GAMBAR	detail perletakan	DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 1
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK		TANGGAL	23 JANUARI 2012		
		NO. GAMBAR	2		
		SKALA	1 : 20		



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : RAHMAD HARI KURNIANTO NIM:05.21.79	
		NAMA GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING 1
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK		TANGGAL	DOSEN PEMBIMBING 1
		NO. GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING 1
		SKALA	DOSEN PEMBIMBING 1
		23 JANUARI 2012	
		1	
		1 : 10	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URAIAN :	DIGAMBAR : RAHMAD HARI KURNIANTO NIM:05.21.79		DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 1
		NAMA GAMBAR	detail perletakan		
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA ATAS JEMBATAN BAJA PADA PROYEK JEMBATAN KELUTAN NGANJUK		TANGGAL	23 JANUARI 2012		
		NO. GAMBAR	2		
		SKALA	1 : 20		