

ABSTRAKSI

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

Nama : Feliciano De Almeida Belo Ximenes
Nim : 10.21.082
Dosen Pembimbing I : Ir. H. Sudirman Indra, MSc.
Dosen Pembimbing II : Ir. Eding Iskak I, MT.

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

Jembatan merupakan sarana yang sangat penting untuk menghubungkan antara daerah satu dengan daerah yang lain melalui transportasi darat. Di mana pembangunan jalan dan jembatan sebagai lalu lintas kendaraan sangat perlu pembangunannya sebagai alat penyeberangan yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman untuk melalui sungai, danau, tebing dan segala penghalang. Hampir semua ruas jalan memerlukan sarana jembatan, karena hampir setiap jalan terkadang harus melalui atau melewati beberapa rintangan antara lain sungai, rawa-rawa, bahkan lembah ataupun menyilang terhadap jalan lain. Dengan adanya jembatan akan didapatkan jalur yang lebih pendek dan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan membuat jalan memutar untuk menghindari suatu rintangan.

Konstruksi Jembatan Rangka Baja merupakan salah satu jenis dari beberapa buah jenis Konstruksi Jembatan Baja yang sangat banyak dibangun untuk kepentingan lalu lintas jalan raya. Seperti halnya Jembatan Trisula merupakan salah satu Konstruksi Jembatan Rangka Baja yang ada di Indonesia yang berfungsi untuk kebutuhan arus lalu lintas khususnya di Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung. Secara umum Jembatan Rangka Baja lebih menguntungkan apabila dibandingkan dengan jembatan lainnya, penyebabnya ialah karena batang-batang utama Rangka Baja memikul gaya aksial tekan atau gaya aksial tarik, konstruksi jembatan jauh lebih ringan, bentang jembatan jauh lebih panjang, pelaksanaan di lapangan jauh lebih mudah. Dengan tinggi rangka sedemikian rupa, kekakuan potongan melintang jembatan rangka lebih besar. Bagian-bagian utama rangka batang dibuat dari komponen-komponen yang tidak terlalu besar maka pengangkutannya ke lokasi jembatan menjadi lebih mudah.

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

Dari hasil analisa diperoleh struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil W21X201 (gelagar induk), W14X342 (gelagar melintang), W12X120 (gelagar memanjang), PIPX100 (ikatan angin atas).

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Dekan FTSP ITN Malang
2. Bapak Ir Agus Santosa, MT Selaku Ketua Prodi Teknik Sipil
3. Bapak Ir.H. Sudirman Indra ,Msc dan Bapak Ir. Eding Iskak I, MT. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Kepada orang aku yang selalu membantu aku baik secara langsung maupun tidak langsung dan mendoakan aku
5. Teman – teman kami yang lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik secara langsung maupun secara tidak langsung.
6. Semua Pihak yang terlibat dalam proses penyempurnaan tugas besar ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Malang, Agustus 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Maksud Dan Tujuan	3
1.4 Lingkup Pembahasan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Jembatan Secara Umum	6
2.1.1 Macam-macam jembatan.....	6
2.2.1 Tipe jembatan Baja	7
2.2.2 Bagian-Bagian Jembatan	11
2.2. Pembebanan.....	14
2.2.1 Beban primer.....	15
2.2.2 Beban sekunder	23
2.2.3 Pembebanan Lantai Kendaraan	27
2.3. Perencana Tipe Parker.....	28
2.4 Teori desain struktur baja.....	29
2.5 Perencanaan gelagar memanjang	37
2.6 Perencanaan gelagar melintang	38
2.7 Ikatan angin	41

2.8 Konstruksi perletakan/Landasan.....	42
2.8.1 Perletakan Sendi	45
2.8.2 Perletakan Rol	47
BAB III DATA PERENCANAAN	52
3.1 Data Perencanaan dan Perhitungan	52
3.1.1 Gambar Perencanaan.....	52
3.1.2.Data Struktur.....	53
3.1.3 Data Pembebanan.....	54
3.2 Perhitungan Plat lantai kendaraan dan Trotoir.....	55
3.2.1Pembebanan.....	55
3.2.2 Pembebanan Plat Lantai Trotoir	55
3.2.3 Pembebanan Plat Lantai kendaraan.....	56
3.2.4 Beban Angin	57
3.3 Perhitungan Penulangan plat.....	62
3.3.1 Perhitungan Penulangan Plat.....	62
3.3. Perhitungan Penulangan Plat lapangan... ..	64
3.4 Perhitungan Perataan Beban.....	67
3.5 Perhitungan Gelagar Memanjang	71
3.5.1 Pembebanan	71
3.5.2. Perhitungan Pembebanan	71
3.5.3. Perhitungan Statika	75
3.5.4. Perhitungan Gelagar Memanjang	77
3.6 Perhitungan Gelagar Melintang.....	79
3.6.1 Perhitungan Statika	82
3.6.2 Perencanaan Gelagar Induk.....	86
3.6.3 Peritungang Pembebanan	87
3.7 Beban Angin.....	91
3.7.1. Statika.....	93
3.7.2. Perencanaan Dimensi profil.....	95
3.7.3 Ikatan Angin.....	101
3.8 Perencanaan Sambungan.....	103
3.8.1 Sambungan Gelagar Memanjang Dan Melintang.....	103

3.8.2 Sambungan Gelagar Melintang Dan Gelagar Induk.....	108
3.8.3 Sambungan Gelagar Induk.....	114
3.8.3.1. Perhitungan kebutuhan baut Tiap Simpul.....	114
3.8.3.2. Perhitungan Kebutuhan Baut.....	115
3.9 Perencanaan Perletakan Sendi Dan Rol.....	136
BAB IV KEBUTUHAN BAHAN	140
4.1 Profil Baja.....	140
4.2 Kebutuhan Bahan Untuk Lantai Kendaraan dan Trotoir	141
4.3 Kebutuhan Besi Tulangan	141
4.4 Kebutuhan Beton	142
BAB V PENUTUP	143
5.1 Kesimpulan	143

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

GAMBAR

DAFTAR NOTASI

L	= panjang / bentang (m)
F_c'	= tegangan lentur beton
F_y	= tegangan leleh baja
q_u	= beban merata
M_{max}	= momen maksimum
M_u	= momen ultimate
M_n	= momen nominal
ρ_b	= rho balance / rasio keseimbangan
ρ_{min}	= rasio penulangan minimum
ρ_{max}	= rasio penulangan maksimum
ρ	= rasio penulangan perlu
AS_{perlu}	= luasan tulangan pokok perlu
n	= jumlah tulangan
s	= jarak tulangan
AS_{bagi}	= luasan tulangan bagi
AS_{ada}	= luasan tulangan ada
$R_A = R_B$	= reaksi tumpuan A atau tumpuan B
$H_A = H_B = H$	= tebal perataan beban pada pelat lantai
M_{BS}	= momen akibat berat sendiri
M_D	= momen akibat beban hidup "D"
Z_x	= modulus plastis
F_y	= tegangan leleh baja profil

ϕ_b	= factor resistance
W	= weight / berat
I_x	= momen inersia terhadap x (cm ⁴)
I_y	= momen inersia terhadap y (cm ⁴)
b_f	= lebar flens profil
t_f	= tebal flens profil
E	= elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ kg/cm ²
F = f	= lendutan
$F_{ijin} = f_{ijin}$	= lendutan yang diijinkan
P	= beban aksial
Ag	= luas bruto penampang profil
r	= jari-jari profil
Ec	= modulus elastisitas beton
N	= jumlah total penghubung geser
Pu	= gaya aksial ultimate
Fu	= kekuatan tarik putus baja
Fu ^b	= kekuatan tarik putus baut
D = d	= diameter baut
Ab	= luas penampang lintang baut
$\phi_t \cdot R_{nt}$	= kekuatan tarik desain
$\phi_t \cdot R_{nv}$	= kekuatan geser desain
R _{ut}	= beban tarik factor baut
T	= tebal plat panyambung
ϕ_t	= factor resistance untuk penyambung tarik

ϕ_v	= factor resistence untuk penyambung geser pada bidang ulir
ϕ	= factor resistence untuk tipe tumpu
m	= bidang geser pada penyambung
$d_t = d$	= diameter baut
t	= tebal pelat profil
G_1	= berat sendiri gelagar induk
G_2	= berat sendiri gelagar memanjang
G_3	= berat sendiri gelagar melintang
G_4	= berat sendiri lantai kendaraan
G_5	= berat sendiri trotoir
G_6	= berat ikatan angin bawah
G_7	= berat sandaran
G_{total}	= total beban mati
T_{EW}	= beban angin
V_W	= kecepatan angin rencana
C_W	= koefisien seret
Ab	= luas koefisien bagian samping jembatan
Pass T	= gaya aksial tarik / tension
Pass C	= gaya aksial tekan / compression
F_{cr}	= tegangan kritis
ϕ_c	= factor resistence untuk kekuatan profil
Ag	= luas penampang bruto
λ_c	= parameter kerampingan
K	= factor panjang efektif

r, r_x, r_y = radius girasi

T_n = kekuatan nominal batang tarik

T_u = beban layan terfaktor pada batang tarik

A_c = luas bersih profil

ϕ_f = factor resistance

d_b = diameter baut

t_p = tebal bagian penyambung

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 .Latar Belakang

Jembatan merupakan suatu struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api, ataupun jalan raya. Dapat dikatakan bahwa perkembangan jembatan sejalan dengan waktu peradaban manusia. Dalam pemilihan struktur jembatan perlu diperhatikan beberapa aspek yang nantinya akan sangat diperlukan dalam merencanakan suatu jembatan, antara lain aspek kekuatan struktur, aspek ekonomis, aspek estetika, aspek kondisi setempat. Jembatan rangka batang merupakan gabungan dari rangka yang diikat membentuk unit segitiga. Semua elemen rangkanya memikul beban –beban yang bekerja sehingga terjadi gaya tarik maupun gaya tekan ataupun keduanya. Pada perkembangannya setelah ditemukan bahan baja, tipe rangka menggunakan rangka baja, dengan berbagai macam bentuk diantaranya *pratt, howe, lattice, Baltimore, Pennsylvania, parker, camelback, warren dan k-truss*. Keunggulan dari jembatan rangka baja diantaranya konstruksi jembatan jauh lebih ringan, bentangan jembatan jauh lebih panjang, pengangkutan bahan jauh lebih mudah dilakukan dan pelaksanaan dilapangan lebih mudah. Selain keunggulan-keunggulan tersebut, terdapat kekurangan pada jembatan rangka baja diantaranya dibutuhkan biaya pemeliharaan yang lebih besar sehubungan dengan kegagalan struktur misalnya korosi pada bahan jembatan dan dibutuhkan ketepatan serta ketelitian dalam proses

pabrikasinya, sebagai contoh pembuatan lubang pada pelat buhul maupun profil hal ini dapat menyebabkan kerugian baik dari segi biaya maupun pelaksanaan. Menyadari hal tersebut pembangunan pun terus dilakukan terutama di sektor transportasi, salah satunya yaitu Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulung Agung. Berbagai sarana dan prasarana dikembangkan yang berguna untuk memperlancar dan mempermudah arus transportasi yang ada pada daerah disekitarnya. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, Pemerintah Kabupaten Tulung Agung membangun jembatan baru di Kecamatan Kademangan. Jembatan ini merupakan jalur lalu lintas yang menghubungkan dari Blitar dengan jalan menuju Tulung Agung. Jembatan Trisula didirikan pada tahun 1980 terletak pada Sungai Brantas, mempunyai panjang bentang total 170 meter, lebar jembatan total 11 meter, memakai Profil Double Siku dengan tebal profil 1cm dan lebar 14,5cm dan memakai baut 3,5cm.

Dalam perencanaan jembatan ada beberapa aspek yang patut diperhatikan sehingga dapat diperoleh hasil perencanaan yang baik dan ekonomis. Maka dari itu disini penyusun berusaha mengadakan perhitungan ulang mengenai perencanaan konstruksi Baja Tipe Parker pada pembangunan Jembatan Blitar – TulungAgung.

Selain dari pemilihan bentuk konstruksi, pemikiran lain yang harus diperhatikan adalah metode yang sesuai untuk diterapkan, banyak metode perencanaan yang digunakan, tetapi dalam hal ini penulis menggunakan metode ASD (Allowable Strees Design) atau metode tegangan kerja pada Jembatan Blitar – TulungAgung. Metode yang digunakan dalam studi perencanaan jembatan ini diharapkan mampu memberikan pemilihan yang bisa diterapkan dilapangan guna pencapaian kualitas yang baik, aman dan ekonomis.

Berdasarkan dari tinjauan di atas maka penulisan skripsi ini penulis menggunakan judul ***“Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Parker Truss Dengan Metode ASD DiJembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten TulungAgung.”***

1.3. Identifikasi Masalah

Pada proyek pembangunan Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung memiliki panjang jembatan 170 m dengan kondisi pembagunan dibagi dalam dua bentan yaitu : satu bentang 85 m dan dua bentang 85 m yang mana pada struktur jembatan utama menggunakan rangka baja dengan bentuk konstruksi Parker. Ada dua jembatan yang menghubungkan kedua daerah tersebut yaitu :

1. Jembatan pertama dibangun tahun 1980 dan jembatan tersebut pakai DOUBLE SIKU.
2. Jembatan kedua dibangun tahun 2013 dan jembatan tersebut pakai Profil WF

1.4. Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penulisan skripsi ini adalah untk memberikan alternatif perencanaan pada jembatan Trisula dengan menggunakan rangka baja yang berbentuk pelengkung. Dapat memberikan rincian yang lebih jelas mengenai perencanaan konstruksi jembatan baja pelengkung dengan menggunakan metode ASD, Sehingga bermanfaat untuk bidang pendidikan secara umum dan Bidang Teknik Sipil pada Khususnya.

Penyusun berharap melalui penyusunan perencanaan Jembatan Baja Pelengkung dengan menggunakan metode ASD, ini dapat membirikan masukkan yang berarti bagi

semua kalangan, sehingga nantinya dapat bermanfaat untuk pengetahuan dan perencanaan suatu proyek/pekerjaan yang akan dilaksanakan sehingga dapat diperoleh hasil perencanaan yang sesuai dengan keadaan lapangan sehingga dapat tercipta suatu konstruksi yang aman dan ekonomis.

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan struktur jembatan rangka baja yang berbentuk pelengkung yang memiliki bentang 50 m
2. Mengetahui volume bahan yang diperlukan.

1.5. Lingkup Pembahasan

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

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

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

1. Perhitungan pembebanan menggunakan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (*BMS, tahun 1992*).
2. Metode *Allowable Stress Design (ASD)*, digunakan dalam perencanaan dan sambunagn konstruksi baja.

3. SNI 03-2847-2002 digunakan dalam perencanaan konstruksi beton untuk perhitungan pelat lantai kendaraan.
4. SNI 03-1729-2002 digunakan dalam Perencanaan Konstruksi Baja untuk perhitungan profil baja.
5. Analisa struktur jembatan Tipe Parker dengan perhitungan 3-D yang menggunakan program STAAD Pro 2004.
6. Dengan pertimbangan tersebut, maka penulis mencoba merencanakan jembatan dengan Tipe Parker, dengan menggunakan metode desain elastis (metode ASD) diharapkan akan diperoleh hasil yang optimum yang sesuai dengan fungsi serta kelayakan dari segi teknik.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Jembatan Secara Umum

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

2.1.1 Macam-macam Jembatan

Secara garis besar, macam-macam jembatan antara lain :

1. Jembatan Kayu

Pada umumnya jembatan kayu adalah jembatan yang sederhana dan dapat dikerjakan tanpa peralatan canggih. Bila dibandingkan dengan bahan lain seperti baja, beton atau lainnya, bahan kayu merupakan bahan yang potensial dan telah cukup lama dikenal manusia. Kalau dimasa lampau untuk menghubungkan sungai, orang cukup dengan menggunakan bamboo atau kayu gelondongan. Namun pada saat ini telah banyak digunakan bahan baja dan beton untuk bahan jembatan, sehingga penggunaan bahan kayu sudah mulai berkurang dan mulai ditinggalkan.

2. Jembatan Beton

Beton telah banyak dikenal dalam dunia konstruksi. Dengan kemajuan teknologi beton, sehingga diperoleh bentuk penampang beton yang beragam. Dalam kenyataan sekarang, jembatan beton tidak hanya berupa beton bertulang konvensional, tetapi telah dikembangkan berupa jembatan prategang.

3. Jembatan Baja

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

2.1.2 Type-type Jembatan Baja

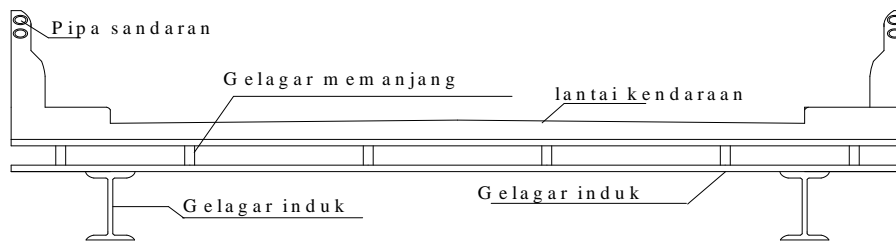
Konstruksi yang menggunakan bahan baja konstruksinya lebih ringan dari konstruksi jembatan lainnya dan tersedia berbagai macam ukuran dan bentuk. Sedangkan konstruksi jembatan baja terdiri dari berbagai macam antara lain :

1. Jembatan balok (*The Beam Bridge*)

Jembatan terletak diatas dua tumpuan dan lantai kendaraan langsung berada diatas gelagar memanjang. Pada jembatan jenis ini tidak ada gelagar melintang dan gelagar induk, hanya ada gelagar memanjang. Biasanya digunakan untuk bentang kecil yaitu 50 ft sampai 120 ft. Ciri utama dari jembatan balok adalah pada beban tegak lurus juga timbul reaksi-reaksi tumpuan tegak lurus.

2. Jembatan baja dinding penuh (*The Plate Girder Bridge*)

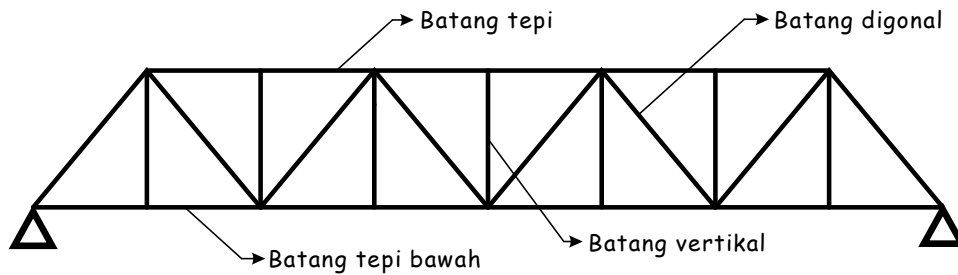
Jembatan ini terdiri dari gelagar memanjang, gelagar melintang, dan gelagar induk sedangkan lantai kendaraan umumnya terletak rendah. Biasanya digunakan pada bentang 80 ft sampai 150 ft.



Gambar 2.1. Jembatan dinding penuh

3. Jembatan rangka sederhana (*Simple Truss Bridge*)

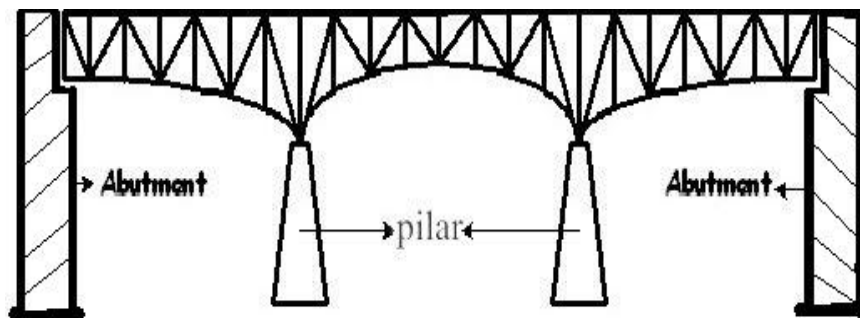
Jembatan ini terdiri dari gelagar induk, gelagar melintang, dan gelagar memanjang biasanya digunakan dalam jembatan menengah yaitu 150 ft sampai dengan 600 ft.



Gambar 2.2. Jembatan rangka sederhana

4. Jembatan rangka menerus (*Continuous Bridge Trusses*)

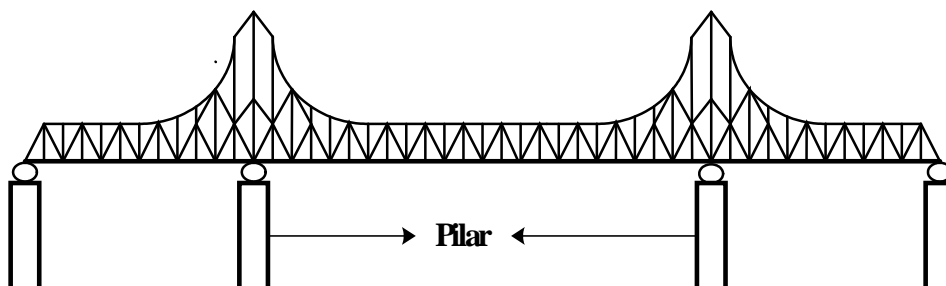
Jembatan ini terdiri dari rangka / truss yang menerus dimana tumpuan berada ditengah bentang yang tidak terpisah, jembatan ini biasanya digunakan pada bentang 150 ft sampai dengan 600 ft.



Gambar 2.3. Jembatan rangka menerus

5. Jembatan kantilever (*Cantilever Bridge*)

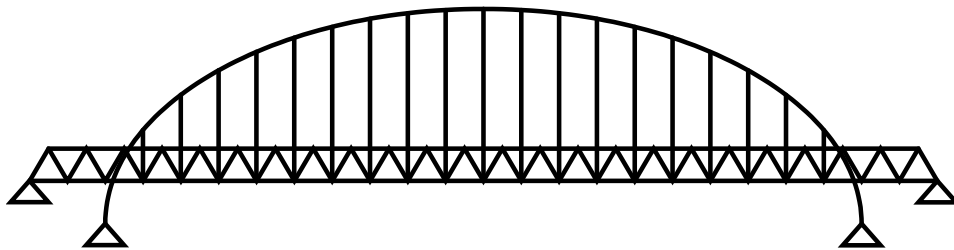
Jembatan ini terdiri dari dua bentang kantilever dengan satu bentang lain diantaranya, dimana bentang tersebut ditumpu pada bentang 250 ft sampai 1800 ft.



Gambar 2.4. Jembatan kantilever

6. Jembatan lengkung (*Steel Arches Bridge*)

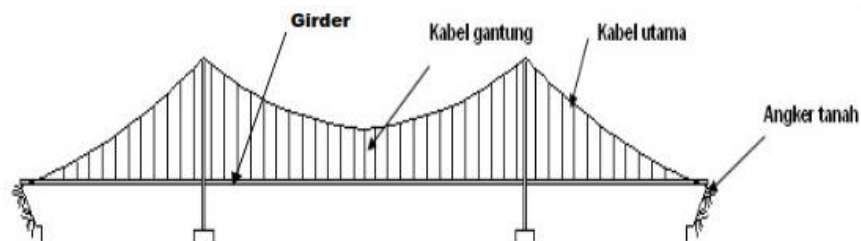
Konstruksi jembatan ini terdiri dari batang penggantung, batang dan gelagar pengaku, jembatan ini biasanya digunakan pada bentang 100 ft sampai dengan 1800 ft. Jembatan ini mengadakan reaksi tumpuan yang searah pada beban tegak lurus.



Gambar 2.5. Jembatan lengkung (arch)

7. Jembatan gantung (*Suspension Bridge*)

Konstruksi utama dari jembatan ini terdiri dari kabel yang terbentang diatas menara atau tiang penegar, kabel penggantung / hanger, balok-balok penegar gelagar, angker, jembatan ini biasanya digunakan pada bentang 400 ft sampai 10000 ft.



Gambar 2.6. Jembatan gantung (suspension bridge)

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 :

a. Lantai Keandaraan

Pada jembatan, lantai umumnya kendaraan harus mempunyai lebar minimum 3,5 meter untuk lalu lintas tunggal dan lebar 5,5 meter untuk lalu lintas rangkap. Lantai kendaraan ini dapat terdiri dari plat baja, beton dan kayu. Sebagai lapisan penutup biasanya diberi aspal.

Lantai kendaraan umumnya dipikul gelagar-gelagar memanjang yang diletakan searah dengan bentang jembatan. Gelagar memanjang ini dipikul oleh gelagar-gelagar melintang.

Adakalanya lantai kendaraan itu langsung dipikul oleh gelagar melintang tanpa memakai gelagar memanjang

b. Gelagar memanjang

Gelagar memanjang menerima beban dari lantai kendaraan dan selanjutnya beban tersebut diteruskan kepada gelagar melintang.

Beban yang diterima oleh gelagar memanjang yaitu :

1. Beban sendiri lantai kendaraan
2. Beban hidup atau beban guna diatas lantai kendaraan yaitu beban lalu lintas

3. Berat sendiri gelagar memanjang

c. Gelagar melintang

Gelagar melintang biasanya terdiri dari suatu profil I atau profil tersusun. Tapi untuk suatu jembatan yang lebar, dapat pula berupa sebuah rangka batang (trusses).

Dalam merencanakan gelagar melintang untuk jembatan jalan raya, biasanya beban yang bekerja :

- a) Beban mati yaitu : berat sendiri gelagar melintang, berat sendiri gelagar memanjang, berat sendiri lantai kendaraan + trotoir.
- b) Beban hidup yaitu : beban guna lalu lintas (D dan P), beban hidup trotoir, beban truk "T" (dibandingkan dengan beban guna lalu lintas)

d. Gelagar induk

Gelagar induk adalah gelagar yang dipasang pada kedua sisi jembatan dan terpasang searah gelagar memanjang. Gelagar induk ini berfungsi menerima semua pengaruh gaya ataupun beban-beban jembatan bagian atasnya melalui gelagar melintang. Beban-beban yang bekerja pada gelagar induk ini adalah :

- Beban mati.
Terdiri dari lantai kendaraan, berat sendiri gelagar induk, gelagar melintang, gelagar memanjang.
- Beban hidup.
Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban lalu lintas "D"
- Ikatan angin
 - Tekanan angin pada bidang sisi jembatan

- Tekanan angin pada bidang kendaraan

e. Ikatan angin

Untuk mendapatkan kekakuan dalam arah melintang dan untuk menjaga kemungkinan adanya torsi, maka diperlukan adanya ikatan-ikatan(bracings). Meskipun sebuah jembatan dalam keseluruhannya merupakan struktur ruang, tapi dalam perhitungan setiap komponennya dihitung sendiri-sendiri sebagai suatu komponen yang linier dan sebidang.

a. Ikatan Angin Atas

Ikatan Angin atas pada dasarnya berfungsi :

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

b. Ikatan Angin Bawah

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

2.2 Pembebanan

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

Pada perencanaan jembatan ini, semua beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan : “Bridge Managemen System (BMS) bagian II.”

Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

2.2.1 Beban Primer

Beban primer adalah beban utama dalam perhitungan tegangan perencanaan jembatan .

Beban primer terdiri dari :

a. Beban berat sendiri

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

Tabel 2.1. Faktor Beban untuk berat sendiri

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

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

b. Beban mati

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

Tabel 2.2. Faktor beban untuk beban mati tambahan

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

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

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

- Gelagar induk

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

Diubah menjadi satuan kg menjadi

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

Dimana :

G = berat gelagar induk

L = panjang jembatan

a = lebar jembatan

- Berat sendiri gelagar melintang

$$G2 = n \times L \times g \quad (2)$$

Dimana :

G = berat beban dalam kg

n = jumlah gelagar

g = berat profil

L = panjang bentang

a = lebar jembatan

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

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

Dalam satuan menjadi

$$G4 = (10.a).L.a \quad (\text{kg}) \quad (3)$$

- Berat lantai kendaraan

$$G5 = 2400 \times L \times a \times t \quad (4)$$

- Berat trotoar

$$G6 = 2400 \times L \times a \times t$$

Dimana :

G = berat beban dalam kg

n = jumlah gelagar

g = berat profil

L = panjang bentang

a = lebar jembatan

t = tebal plat

c. Beban lajur “D”

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

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

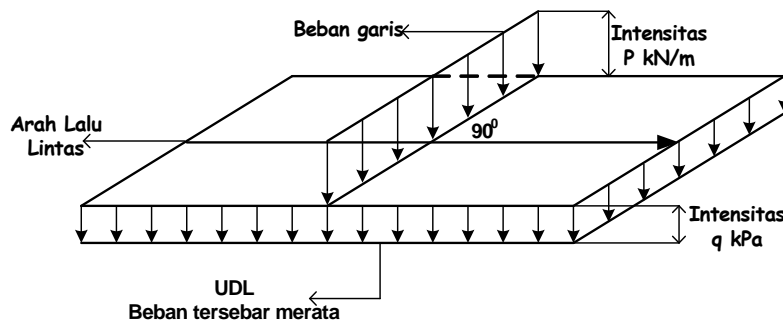
$$L > 30 \text{ m ; } q = 8.0 [0.5 + 15 / L] \text{ kPa} \quad (5)$$

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

Tabel 2.3. Faktor Beban lajur “D”

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban	
Sementara	1,0	2,0

Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-21



Gambar 2.7. Beban Lajur “D”

Besar “q” ditentukan berdasarkan peraturan perencanaan Teknik Jembatan (BMS 1992 hal.22) sebagai berikut (6)

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

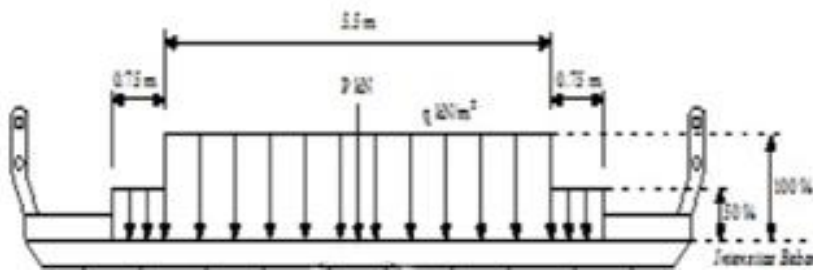
$$L > 30 \text{ m ; } q = 8.0 [0.5 + 15 / L] \text{ kPa}$$

Dimana : L= panjang jembatan dalam meter

Kpa = kilo pascal (1Pa=1N/m²)

Ketentuan menggunakan beban “D” dalam arah menlintang jembatan adalah sebagai berikut :

- Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan sama atau lebih kecil dari 5,50meter, beban “D” sepenuh (100%) harus dibebankan pada seluruh lebar jembatan.
- Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih dari 5,50meter, beban “D” sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5,5meter sedangkan lebar selebihnya hanya separuh beban “D” Lihat gambar 2.8



Gambar 2.8 ketentuan penggunaan Beban “D”

Dalam menentukan beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut :

$$\text{Beban terbagi rata} = \frac{q_{\text{ton}} / \text{meter}}{2,75\text{meter}} \quad (7)$$

$$\text{Beban garis} = \frac{P_{\text{ton}}}{2,75\text{meter}} \quad (8)$$

Angka pembagi 2,75 meter diatas selalu tetap dan tidak tergantung pada lebar jalur lalu lintas.

d. Beban Kejut

Untuk memperhitungkan pengaruh – pengaruh getaran – getaran dan pengaruh – pengaruh dinamis lainnya, tegangan-tegangan akibat beban garis “P” harus dikalikan dengan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum, sedangkan beban merata “q” dan beban “T” tidak dikalikan dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

$$K = 1 + \frac{20}{(50 + L)} \quad (9)$$

Dimana : K = Koefisien kejut

L = Panjang bentang dalam meter, ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan

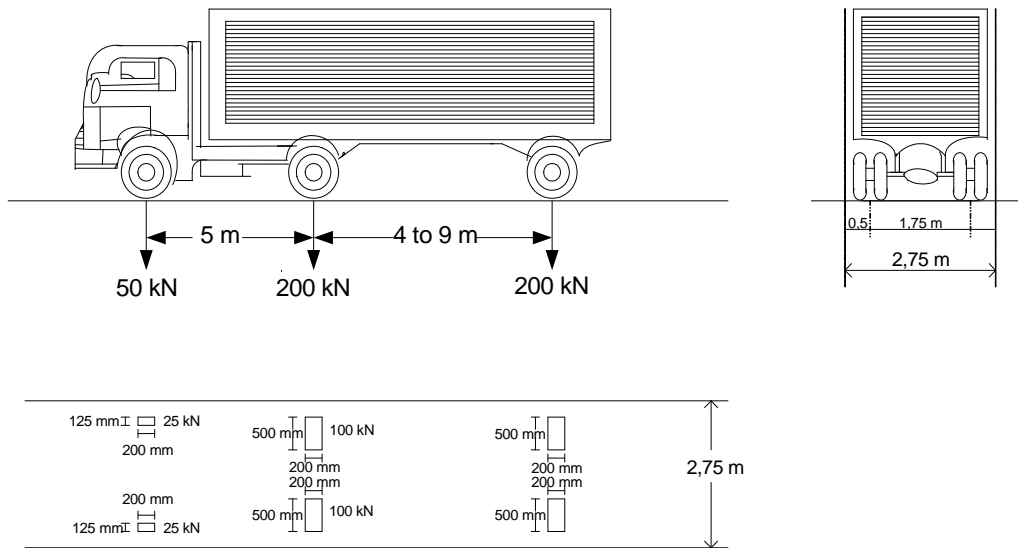
e. Beban truk “T”

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

Tabel 2.4. Faktor beban untuk beban truk “T”

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban	
Sementara	1,0	2,0

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



Gambar 2.9. Pembebanan Truk “T”

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

(10)

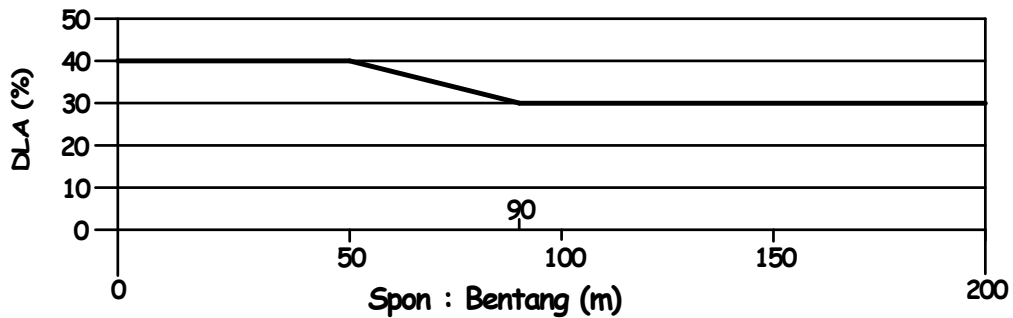
$b_1 = 12,5 \text{ cm}$

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

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

e. Faktor beban dinamis

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



Gambar 2.10. Faktor beban dinamis

f. Beban trotoar

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

Tabel 2.5. Faktor beban untuk beban trotoar / untuk pejalan kaki

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban	
	$k_M^s A$	$k_M^s A$
Tetap	Keadaan Umum	2.0 0.7
	Keadaan khusus	1.4 0.8

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

2.2.2 Beban Sekunder

Beban sekunder adalah merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Pada umumnya beban sekunder ini mengakibatkan tegangan-tegangan relatif lebih kecil dari tegangan-tegangan akibat beban primer kecuali gaya akibat gempa bumi dan gaya gesekan yang kadang-kadang menentukan dan biasanya tergantung dari bentang, bahan, sistem konstruksi, tipe jembatan serta keadaan setempat. Yang termasuk dalam beban sekunder beban diantaranya adalah :

a. Gaya rem

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

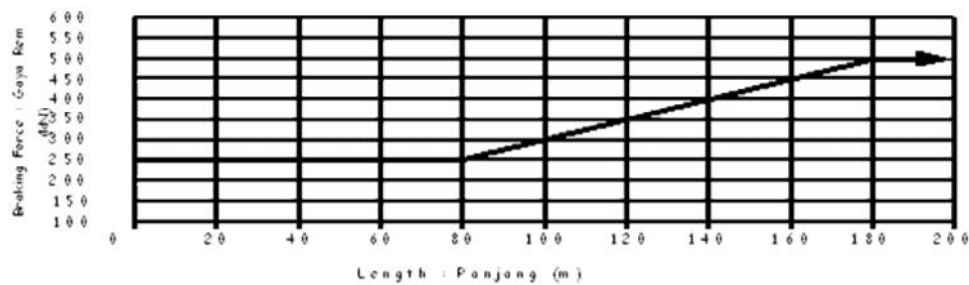
horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter di atas permukaan lantai kendaraan.

Tabel 2.6. Faktor Beban untuk gaya rem

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban	
Sementara	1,0	2,0

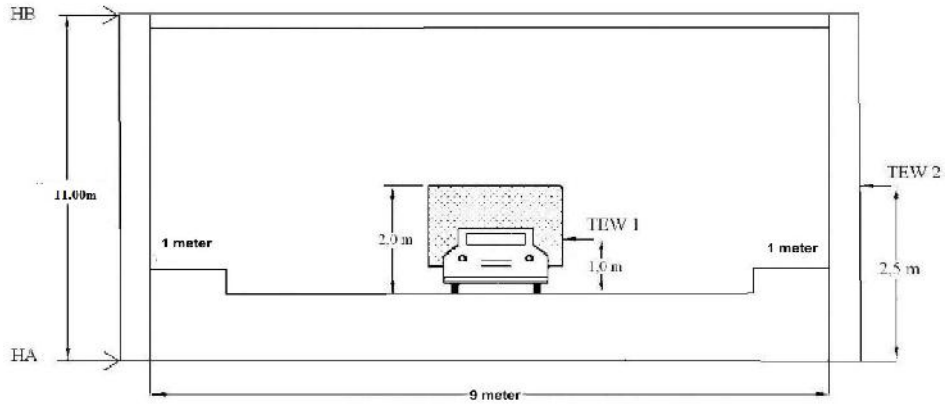
Sumber : Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan; BMS 1992; hal : 2-30

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



Gambar 2.11. Grafik Gaya rem

b. Gaya Angin



Gambar 2.12 Gaya angin

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

$$Tew_2 = 0.0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot Ab(KN) \quad (11)$$

Dimana :

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

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

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

Apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus : $Tew_1 = 0.0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot Ab$ (12)

Tabel 2.7. Faktor beban untuk beban angin

Jangka waktu	Load factor / Faktor beban	
	$k_M^s A$	$k_M^s A$
Tetap	Keadaan Umum	2.0 0.7
	Keadaan khusus	1.4 0.8

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

c. kombinasi beban

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

Tabel 2.8. Kombinasi beban

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

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

Keterangan :

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

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

2.2.3 Pembebanan Lantai kendaraan

Beban yang dipakai dalam perhitungan terdiri dari :

1. Beban lantai kendaraan

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

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

berat jenis aspal = 2200 kg/m^3

berat jenis plat lantai = 2400 kg/m^3

2. Beban hidup "T"

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

3. Beban trotoir.

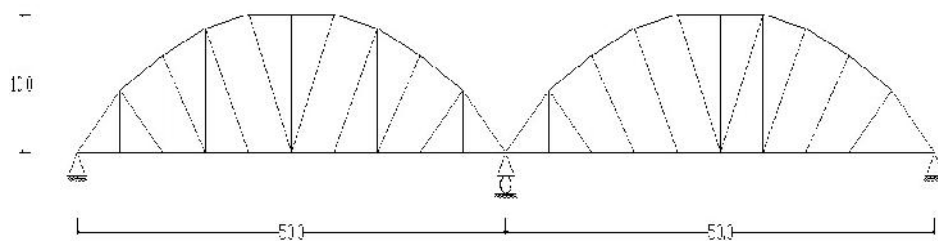
Yang terdiri dari plat trotoir, serta tegel dan spesi, berat air hujan dan beban hidup / guna trotoir sebesar 500 kg/m^2

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

berat jenis aspal = 2200 kg/m^3

berat jenis plat lantai = 2400 kg/m^3

2.3 Perencanaan Tipe Parker



Gambar 2.13 Perencanaan Jembatan Tipe Parker

Prinsip dasar dalam perencanaan jembatan tipe Parker ini adalah bahwa beban kerja dari lantai trotoir, lantai kendaraan, beban hidup kendaraan dan gaya angin dialihkan kepada titik simpul bagian bawah dari rangka jembatan. Gaya-gaya yang bekerja selanjutnya

akan didistribusikan dan diterima oleh masing-masing batang rangka berupa gaya tekan atau tarik dan yang akhirnya disalurkan ke masing-masing tumpuan jembatan.

2.4. Teori Desain Struktur Baja

2.4.1 Karakteristik Baja Bangunan

Baja Sebagai bahan konstruksi terus berkembang penggunaannya, baik sebagai bahan konstruksi untuk rumah tinggal, jembatan, gudang, maupun untuk gedung-gedung bertingkat.

Dari sifat-sifat umum baja, maka baja struktur harus memiliki sifat-sifat utama guna memberikan jaminan kekuatan untuk melayani beban dan aksi lain yang timbul pada suatu struktur.

Sifat-sifat utama dari baja itu sendiri adalah :

1. Keteguhan (Solidity)

Yaitu batas dari tegangan-tegangan dalam, dimana perpatahan mulai berlangsung, ini berarti daya lawan baja terhadap tarikan, tekanan dan lentur.

2. Elastisitas (Elasticity)

Yaitu Kesanggupan untuk berubah bentuk dalam batas-batas pembebanan tertentu dan apabila sesudah pembebanan ditiadakan, akan kembali pada bentuk semula.

3. Kekenyalan/keliatan (tenacity)

Yaitu kesanggupan untuk menerima perubahan-perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian berupa cacat-cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar dan dalam jangka pendek sebelum patah masih bisa merubah bentuknya dengan banyak.

4. Kemungkinan ditempa (Malleability)

Yaitu dalam keadaan merah pijar, baja menjadi lembek dan plastis, sehingga dalam keadaan ini, tanpa merugikan sifat-sifat keteguhannya, dapat berubah bentuk dengan banyak.

5. Kemungkinan di-Las (Weldability)

Yaitu sifat baja bila dalam keadaan panas dapat digabungkan satu sama lain dengan memakai atau tidak memakai bahan tambahan, tanpa merugikan sifat-sifat keteguhannya.

6. Kekerasan (Hardness)

Yaitu kekuatan melawan terhadap masuknya benda lain kedalamnya.

Sedangkan keuntungan dan kerugian bahan baja sebagai bahan konstruksi antara lain:

a. Keuntungan.

- Berats endirinya kecil
- Mudah diubah, mudah diperkuat, mudah dirombak atau dipindahkan

- Pada perombakan, baja masih bisa dipergunakan.
 - Karena pekerjaan penting dilakukan didalam bengkel, pada tempat pembangunan diperlukan waktu yang pendek dengan sedikit pekerja yang terampil
- b. Kerugian.
- Tidak tahan terhadap karat, lebih-lebih pada konstruksi yang menyokong terjadinya karat, seperti misalnya konstruksi menara air yang terkena pengaruh udara luar, uap air, air embun, uap-uap asam, dan lain sebagainya.
 - Tidak tahan terhadap bahaya kebakaran, walaupun baja itu sendiri tidak dapat dibakar, tetapi sifat-sifat keteguhannya akan hilang pada suhu yang tinggi. Dan daya muatnya 500°C akan turun kira-kira seperdua.

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

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

Secara umum, persamaan untuk persyaratan keamanan dapat ditulis sebagai berikut (Struktur Baja Desain dan Perilaku, CG salmon, JE Johnson, Jilid I, hal. 30) :

$$\frac{w R_n}{\phi} \geq \sum Q$$

Dimana : ϕ = faktor resistensi (factor reduksi kekuatan)

R_n = kekuatan nominal (kekuatan)

w = efek beban (untuk tiap-tiap jenis bahan)

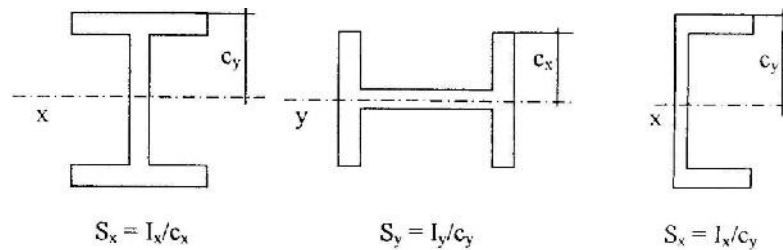
Dimana ruas kiri dari persamaan tersebut mewakili resistensi, atau kekuatan dari komponen atau sistem, sedangkan sisi kanan mewakili beban yang diharapkan akan ditanggung. Pada sisi kekuatan, harga nominal resistensi R_n dikalikan dengan faktor resistensi (*reduksi kekuatan*) w untuk mendapatkan kekuatan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

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

a. Stabilitas Batang Lentur

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

pusat gesernya sehingga mengalami momen lentur dalam arah sembarang, komponen M_{xx} dan M_{yy} pada arah utama dapat diperoleh, sehingga tegangan dihitung sebagai berikut :



Gambar 2.14 Penampang batang lentur

$$f = \frac{M_{xx}}{S_x} = \frac{M_{yy}}{S_y} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid I, 1992 : 421}) \quad (13)$$

Dimana : f = tegangan lentur

S = modulus elastisitas

b. Hubungan Antara Tegangan dan Regangan pada Konstruksi Baja

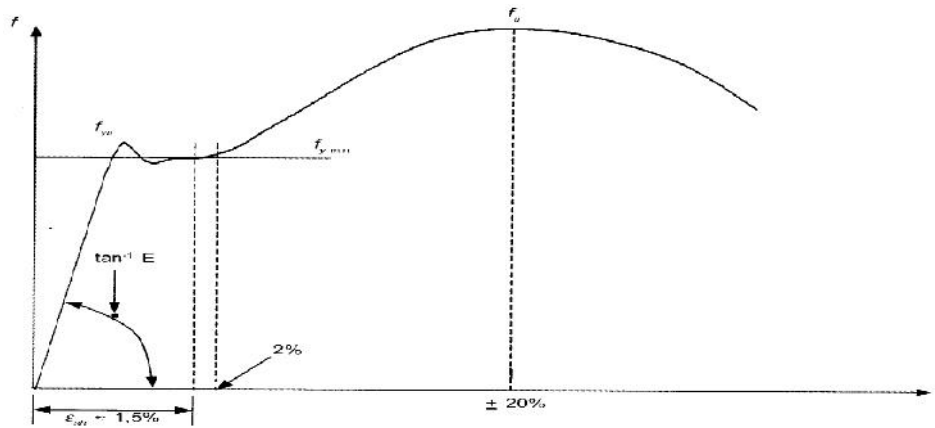
Model pengujian yang paling tepat untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik dari material baja adalah dengan melakukan uji tarik terhadap suatu benda uji baja. Uji tekan tidak dapat memberikan data yang akurat terhadap sifat-sifat mekanik material baja, karena disebabkan beberapa hal antara lain adanya potensi tekuk pada benda uji yang mengakibatkan ketidakstabilan benda uji tersebut, selain itu perhitungan tegangan yang terjadi di dalam benda uji lebih mudah dilakukan untuk tarik daripada uji tekan. Gambar 2.15.a dan Gambar 2.15.b menunjukkan suatu hasil uji

tarik material baja yang dilakukan pada suhu kamar serta memberikan laju regangan yang normal. Tegangan nominal (f) yang terjadi dalam benda uji diplot pada sumbu vertikal, sedangkan regangan (ϵ) yang merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula (L/L_0) diplot pada sumbu horizontal. Gambar 2.15.a merupakan hasil uji tarik dari suatu benda uji baja yang dilakukan hingga benda uji mengalami keruntuhan, sedangkan Gambar 2.15.b menunjukkan gambaran yang lebih detail dari perilaku benda uji hingga mencapai regangan sebesar $\pm 2\%$.

Perencanaan Tegangan Kerja / *Allowable Stress Design (ASD)*

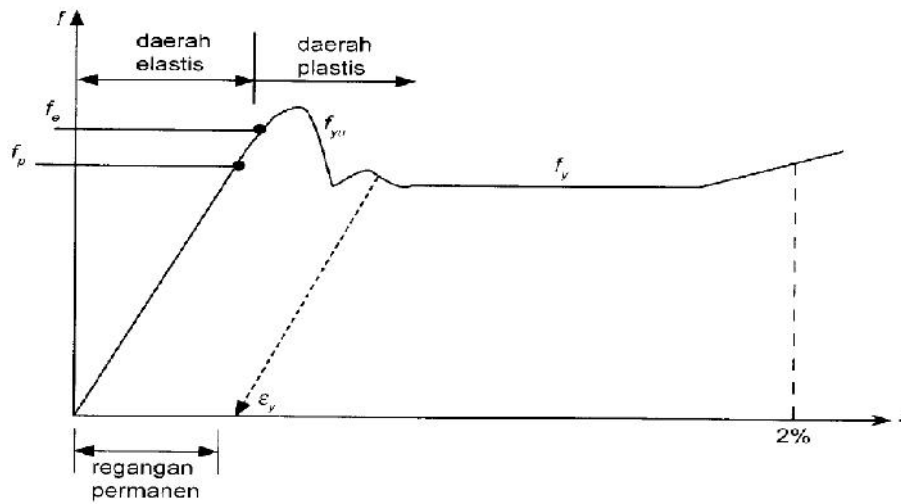
Di dalam metode ini, elemen struktur pada bangunan (pelat/balok/kolom/pondasi) harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tegangan yang timbul akibat beban kerja/layan tidak melampaui tegangan ijin yang telah ditetapkan.

Tegangan ijin ini ditentukan oleh peraturan bangunan atau spesifikasi (seperti *American Institute of Steel Construction (AISC) Specification 1978*) untuk mendapatkan faktor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas, seperti tegangan leleh minimum atau tegangan tekuk (*buckling*). Tegangan yang dihitung akibat beban kerja/layan harus berada dalam batas elastis, yaitu tegangan sebanding dengan regangan seperti ditunjukkan pada grafik kurva tegangan-regangan baja di bawah.



Gambar 2.15.a Kurva hubungan tegangan (f) dan regangan (ϵ).

(Sumber : *Setiawan. A, 2008 : Hal 19*)



Gambar 2.15.b Kurva hubungan tegangan (f) dan regangan (ϵ) yang diperbesar.

(Sumber : *Setiawan. A, 2008 : Hal 18*)

Titik-titik penting dalam kurva tegangan-regangan antara lain :

f_p = batas proposional

f_e = batas elastis

f_y, f_y = tegangan leleh atas dan bawah

f_u = tegangan putus

sh = regangan saat mulai terjadi efek *strain-hardening*

(penguatan regangan)

sh = regangan saat tercapainya tegangan putus.

Pada kondisi beban kerja, tegangan yang terjadi dihitung dengan menganggap struktur bersifat elastis, dengan memenuhi syarat keamanan (kekuatan yang memadai) untuk struktur. Pada dasarnya, tegangan ijin pada baja sesuai kualitasnya yang diberikan dalam spesifikasi AISC ditentukan berdasarkan kekuatan yang bisa dicapai bila struktur dibebani lebih dari semestinya (faktor beban tambahan jagaan). Bila penampang bersifat daktail dan tekuk (*buckling*) tidak terjadi, regangan yang lebih besar daripada regangan saat leleh dapat diterima oleh penampang tersebut.

Pada metode tegangan kerja (ASD) ini, tegangan ijin disesuaikan ke atas bila kekuatan plastis merupakan keadaan batas yang sesungguhnya. Jika keadaan batas yang sesungguhnya adalah ketidak-stabilan tekuk (*buckling*) atau kelakuan lain yang mencegah pencapaian regangan leleh awal, maka tegangan ijin harus diturunkan.

Syarat-syarat daya layan lainnya seperti lendutan biasanya diperiksa pada kondisi beban kerja.

2.5. Perencanaan Gelagar Memanjang

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

Beban-beban yang bekerja pada gelagar memanjang adalah :

a. Beban mati lantai kendaraan

Untuk beban mati lantai kendaraan diambil pengaruh beban lantai yang membebani gelagar memanjang.

b. Beban hidup "D"

Dalam perhitungan kekuatan gelagar-gelagar, beban hidup yang harus dipertimbangkan adalah beban "D" atau beban jalur. Beban "D" terdiri dari beban terbagi rata "q" tanpa koefisien kejut dan beban garis "P" yang harus dikalikan dengan koefisien kejut.

Setelah gelagar memanjang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan dan lendutan yang terjadi. Rumus-rumus yang digunakan untuk kontrol tegangan dan lendutan adalah :

➤ Lendutan

(14)

$$f_{ada} = \frac{5.Q.L^4}{384.E.I_x} + \frac{P.L^3}{48.E.I_x}$$

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

Q = beban mati (kg/cm)

L = panjang gelagar (cm)

I_x = momen inersia (cm⁴)

➤ Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

$$\bar{f} = \frac{1}{500} \cdot L \quad (\text{Laboratorium mekanika struktur, pusat penelitian antar universitas}$$

bidang ilmu rekayasa, institute teknologi bandung, 2000 hal 15 dari 184)

2.6 Perencanaan Gelagar Melintang

Gelagar melintang adalah konstruksi jembatan yang melintang dibawah lantai kendaraan. Beban yang bekerja gelagar melintang adalah :

a. Beban Mati

Terdiri dari berat lantai kendaraan, trotoar dan berat sendiri gelagar melintang.

b. Beban hidup

Beban yang harus diperhitungkan yaitu beban “D” yang terdiri dari beban terbagi rata “q” tanpa koefisien kejut dan beban garis “P” yang harus dikalikan dengan koefisien kejut. Setelah gelagar melintang ditentukan, maka harus dikontrol terhadap tegangan dan lendutan yang terjadi. Rumus-rumus yang digunakan untuk kontrol tegangan dan lendutan adalah :

➤ Lendutan (15)

$$f_{ada} = \frac{5.Q.L^4}{384.E.Ix} + \frac{P.L^3}{48.E.Ix}$$

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

Q = beban mati (kg/cm)

L = panjang gelagar (cm)

Ix = momen inersia (cm⁴)

➤ Besarnya lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup adalah :

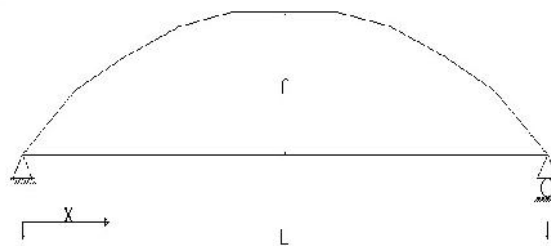
$$\bar{f} = \frac{1}{500}.L \text{ (Laboratorium mekanika struktur, pusat penelitian antar universitas)}$$

bidang ilmu rekayasa, institute teknologi bandung, 2000 hal 15 dari 184)

2.7 Gelagar Induk

Pada perencanaan bentuk jembatan ini ditentukan bentuk pelengkung parabolik dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = \frac{4fxX(L - X)}{L^2} \quad (16)$$



Dimana :

f = tinggi maksimum pelengkung

L = Bentang pelengkung

Penentuan tinggi lengkung jembatan didasarkan rumus pendekatan. Untuk memperoleh bentuk yang baik, dimana lantai kendaraan berada dibawah busur dapat digunakan persamaan $f = \frac{1}{5}$ sampai $\frac{1}{8}l$ dan $h = \frac{1}{25}$ sampai $\frac{1}{45}l$

$$(17)$$

Gelagar induk atau gelagar utama pada perencanaan jembatan rangka baja Trisula ini direncanakan dengan menggunakan profil WF. Adapun untuk penentuan besarnya dimensi profil WF, maka dalam perhitungan nantinya menggunakan program STAAD PRO. Hal ini dengan pertimbangan selain untuk lebih memudahkan perhitungan, juga untuk mendapatkan dimensi profil seekonomis mungkin.

Setelah diketahui dari hasil output STAAD PRO, besarnya dimensi profil WF yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan rangka baja tersebut harus dikontrol tegangannya.

1. Kontrol Tegangan Untuk Batang Tarik.

Besar tegangan yang terjadi pada batang tarik harus memenuhi persyaratan berikut ini:

$$\sigma_{tr} = \frac{P}{Ax0,85} \leq 0,75 \cdot \bar{\sigma} \quad (18)$$

Dimana : σ_{tr} = Tegangan tarik yang terjadi (Kg/cm²)

P = Besarnya gaya tarik yang bekerja (Kg)

A = Luas penampang (cm²)

\bar{f} = Tegangan ijin (Kg/cm²)

2. Kontrol Tegangan Untuk Batang Tekan.

Besar tegangan yang terjadi pada batang tekan harus memenuhi persyaratan berikut ini :

$$f = S \frac{P}{A} \leq \bar{f} \quad (19)$$

Dimana : f = Tegangan yang terjadi

P = Besarnya gaya tarik yang bekerja

A = Luas penampang

S = Faktor tekuk, yang besarnya tergantung pada $l_k = \frac{lK}{i_{\min}}$

l_k = Panjang tekuk dari batang

i_{\min} = Jari-jari kelembaman

2.8 Ikatan Angin

Ikatan angin adalah salah satu sisi komponen jembatan yang fungsi utamanya memberikan kekuatan konstruksi dalam bidang horizontal. Ikatan angin dapat terletak diatas, ditengah atau dibawah. Ikatan angin yang terletak diatas disebut ikatan angin atas, yang terletak ditengah disebut ikatan angin tengah sedangkan yang terletak dibawah disebut ikatan angin bawah.

2.9 .Konstruksi Perletakan / Landasan

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

2.9.1 Sambungan Gelagar

Pertemuan antara gelagar memanjang dan gelagar melintang memerlukan sambungan. Sambungan antara gelagar memanjang dan gelagar melintang terdiri dari dua(2) jenis, yaitu :

- Sambungan dimana gelagar memanjang dianggap seolah-olah sebagai balok yang berada diatas 2 tumpuan. Sambungan sistem ini mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah bahwa sambungan lebih sederhana. Sedangkan kerugiannya adalah balok lebih berat(karena hanya berada diatas 2 tumpuan saja).
- Sambungan dimana gelagar memanjang dianggap sebagai balok menerus atas beberapa tumpuan (banyak dipergunaka). Sambungan sistem inipun mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungannya adalah bahwa berat balok lebih kecil/ringan. Kerugiannya adalah bahwa sambungannya menjadi lebih sulit.

Sambungan yang akan direncanakan disini adalah menggunakan baut. Langkah awal dalam perencanaan perhitungan sambungan antara gelagar memanjang dan gelagar melintang adalah menentukan besarnya gaya lintang yang terjadi pada gelagar

memanjang. Selanjutnya ditentukan besarnya plat penyambung dan diameter baut yang akan digunakan.

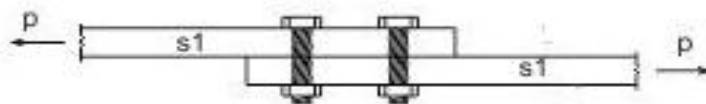
Sambungan-sambungan harus direncanakan sesuai dengan beban-beban yang bekerja pada batang-batang yang akan disambung, sehingga didapat suatu kesetimbangan pada sambungan.

Pada prinsipnya sambungan direncanakan hanya dengan memakai satu macam alat penyambung. Pada sambungan baut jumlah baut minimum sebanyak 2 baut, dimana dalam menentukan jumlah baut, haruslah diketahui terlebih dahulu gaya dan daya pikul 1 baut. Kekuatan baut biasanya ditulis dengan notasi \bar{N} :

Kekuatan baut memikul geser maka ditulis \bar{N}_{geser}

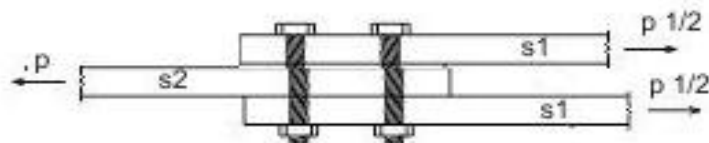
Gaya geser : $\bar{N}_{geser \text{ 1 irisan}} = 1/4 \cdot d^2 \cdot \bar{f}$

$$\bar{f} = 0,6 s/d \text{ 0,8 } \bar{f}_t$$



Gambar 2.16 (Sambungan Irisan Tunggal)

Gaya geser $\bar{N}_{geser \text{ 2 irisan}} = 2 \frac{f}{4} \cdot d^2 \bar{f}$ (untuk sambungan Irisan Ganda)



Gambar 2.17(Sambungan Irisan Ganda)

Kekuatan baut memikul gaya tumpuan ditulis N_{tumpu} .

$$\bar{N}_{\text{tp}} = d \cdot s \cdot \bar{\tau}_{\text{tp}} \quad \text{Dimana : } d = \text{diameter lubang}$$

s = tebal plat yang terkecil S_1 atau S_2 .

$$\bar{\tau}_{\text{tp}} = 1,5 \cdot s/d \cdot 2 \cdot \bar{\tau}_{\text{t}}$$

Setelah diketahui daya piku baut maka kita dapat menentukan jumlah baut dengan menggunakan rumus :

$$n = \frac{P}{\bar{N}} \quad \text{Dimana : } n = \text{jumlah baut}$$

P = besar gaya

\bar{N} = Kekuatan baut

Dalam sambungan baut akan terjadi macam-macam tegangan antara lain tegangan geser, tegangan tarik dan tegangan kombinasi.

Adapun tegangan-tegangan yang terjadi menurut PPBBI antara lain adalah :

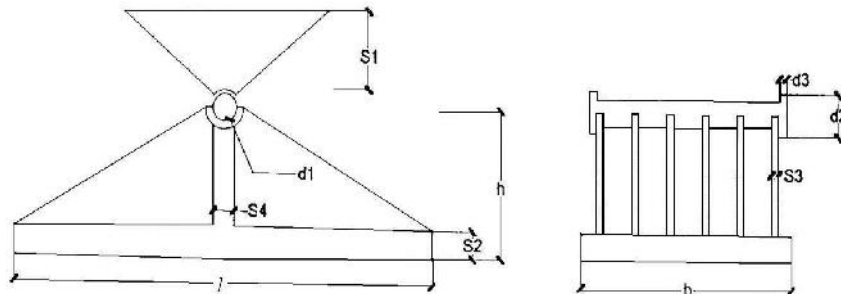
a) Tegangan Geser yang diijinkan

$$\bar{\tau} = 0,6 \cdot \bar{\tau} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

b) Tegangan tarik yang diijinkan

$$\bar{\tau} = 0,7 \cdot \bar{\tau} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

2.9.1 Perletakan Sendi



Gambar 2.18 Konstruksi Perletakan Sendi

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$= L+40 \quad (20)$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

= Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan (21)

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot \ell}{b \cdot \uparrow}}$$

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

w = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

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

- Selanjutnya untuk ukuran S_2 , S_3 , h dan W dapat direcanakan dengan melihat tabel

Muller Breslaw, sebagai berikut :

Tabel 2.6 Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{h}{a \cdot S_3}$	W
3	4	$0,2222 \cdot a \cdot h^2 \cdot S_3$
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

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

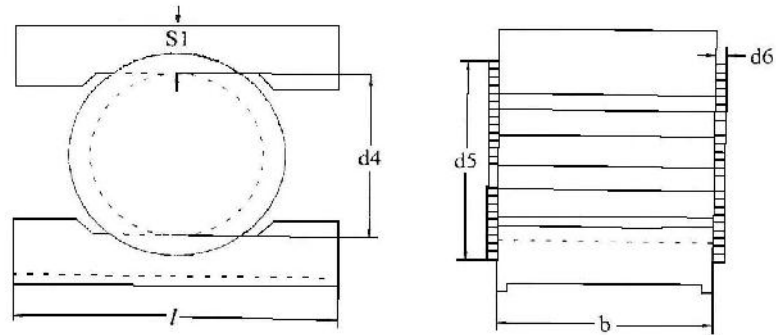
$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot Pu \cdot \quad W = \frac{M_{\max}}{w \cdot fy} \quad (22)$$

- Jari- Jari garis tengah sendi

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_1 \quad (23)$$

$$= \frac{0,8 \cdot P}{w \cdot fy \cdot \ell} \quad (24)$$

2.9.2 Perletakan Rol



Gambar 2.19 Konstruksi Perletakan Rol

Untuk menghitung perletakan rol digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$= L+40 \quad (25)$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

= Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan (26)

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3.Pu.l}{b.w.fy}}$$

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

w = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

$$F_y = \text{Mutu baja st 52} = 240 \text{ Mpa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

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

- Jari- Jari garis tengah rol

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_4 \quad (27)$$

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

- Diameter rol (28)

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{l \cdot w \cdot f_y} \quad f_y = \text{tegangan tarik putus baja}$$

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

(29)

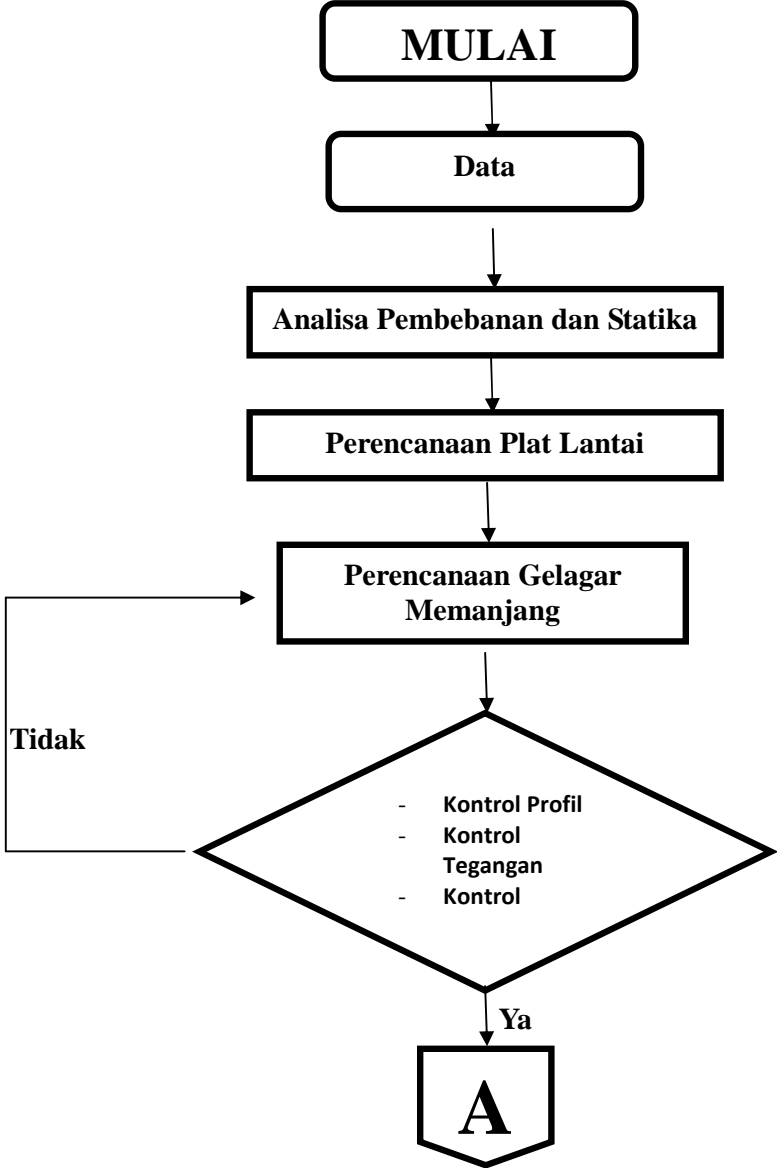
$$d_5 = d_4 + 2 \cdot d_6$$

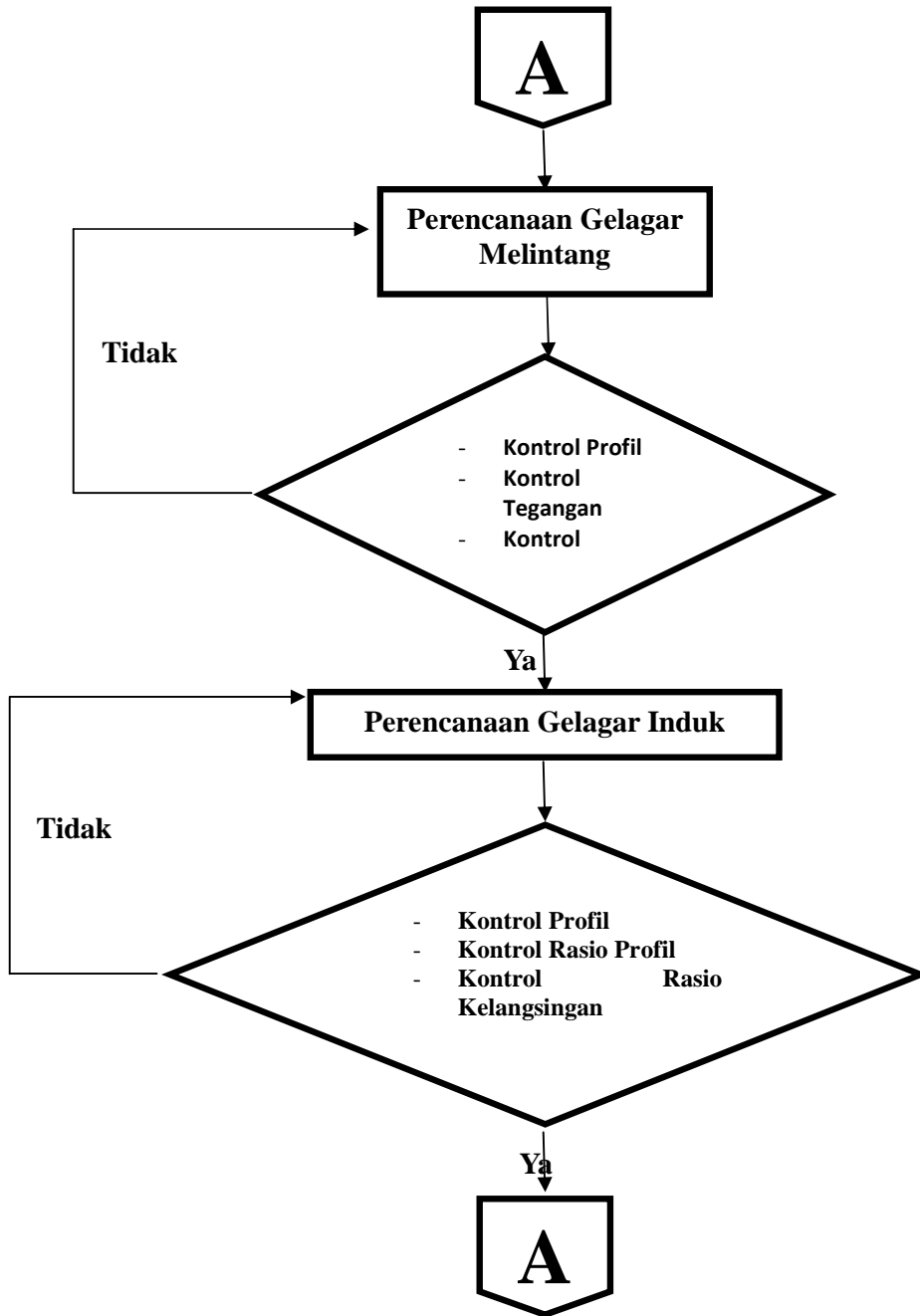
- Tebal bibir rol

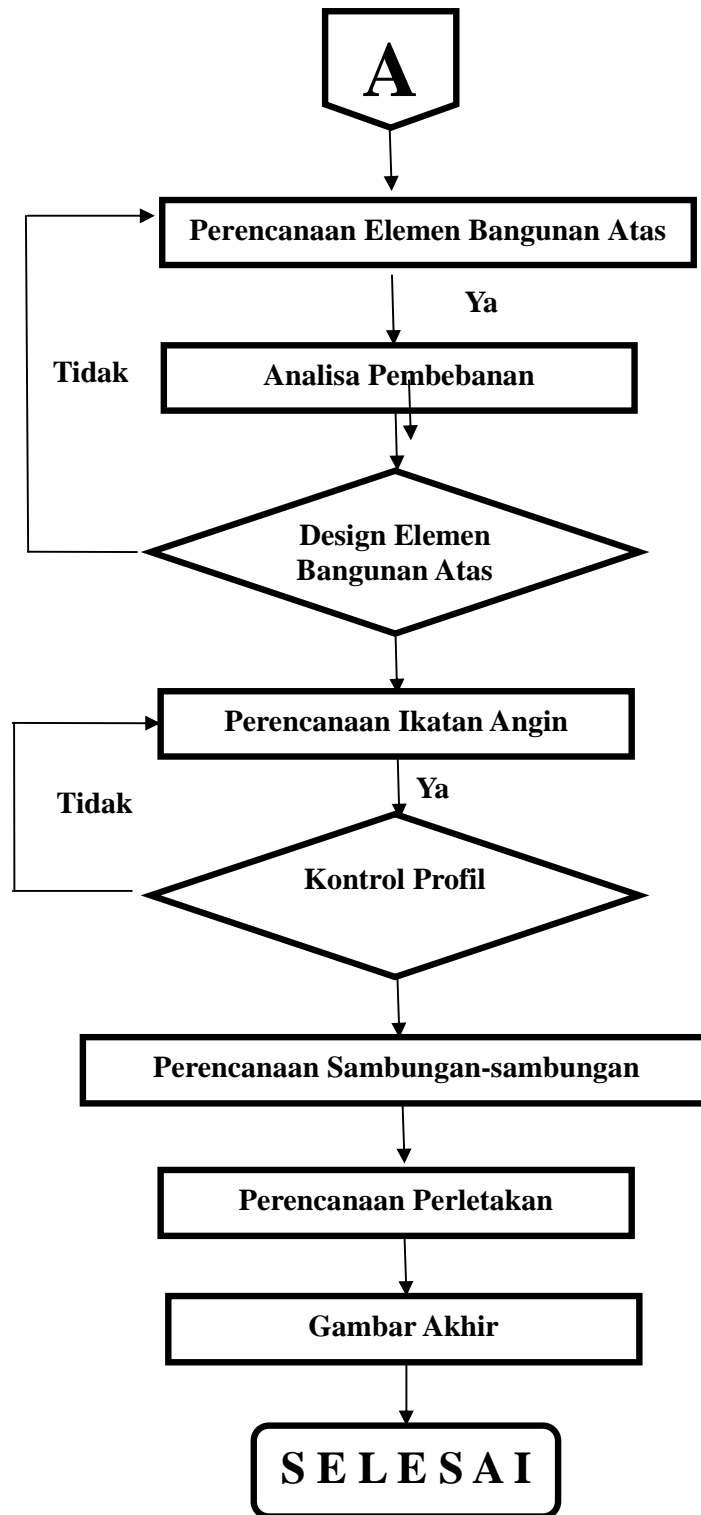
$$d_6 = \text{diambil sebesar } 2,5 \text{ cm}$$

2.9.3 Diagram Alir Perencanaan Stuktur Atas

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







BAB III

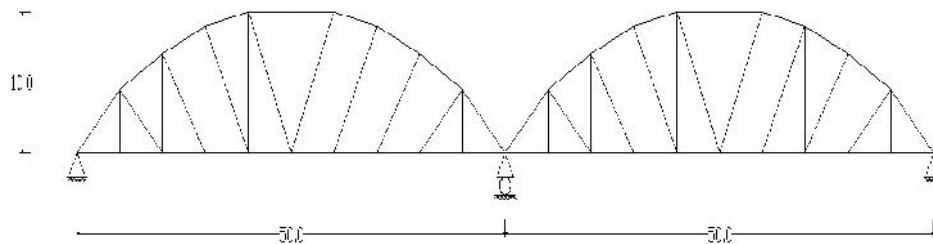
KRITERIA DAN DASAR PERENCANAAN

3.1. DATA PERENCANAAN

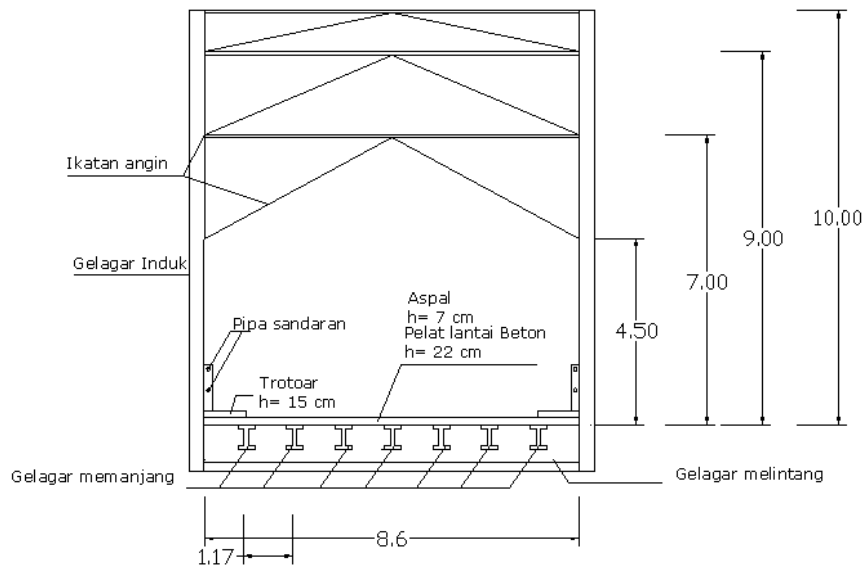
Data-data perencanaan untuk struktur atas meliputi data pembebanan dan data struktur konstruksi. Data yang diberikan merupakan bahan perencanaan yang disesuaikan dengan kondisi proyek yang bersangkutan dengan tidak merubah data-data proyek misalnya panjang bentang jembatan, lebar jembatan dan lebar trotoir.

3.1.1 Gambar Perencanaan

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



Gambar 3.1 Potongan Memanjang Jembatan



Gambar 3.2 Potongan Melintang Jembatan

3.1.2 Data Struktur

1. Kelas Jembatan : II(Dua)
2. Panjang Jembatan : 100,00meter ; L1=L2=50,00meter
3. Lebar Jembatan : 8,600 meter
4. Lebar trotoir : 2 x 0,80meter
5. Tipe Jembatan : Rangka baja tipe Parker
6. Mutu Baja Tulangan : U-36
7. Mutu Beton : K-300
8. Jarak gelagar memanjang : 1,17m
9. Panjang gelagar melintang : 5 m
10. tebal pelat lantai : 0,22 m

3.1.3 Data Pembebanan

Lapisan aspal lantai kendaraan

- Tebal lapisan = (tinggi aspal tertinggi + tinggi aspal terendah) / 2

$$= (0,05 + 0,09) / 2 \quad : 0,07 \text{ m}$$

- Berat jenis aspal = 2200 kg/m³

Pelat beton trotoir

- Tebal pelat beton = 0,37 m

- Spesi+Tegel = 0,05 m

Pelat beton lantai kendaraan

- Tebal pelat beton = 0,22 m

- Berat jenis beton bertulang = 2500 kg/m³

Air hujan

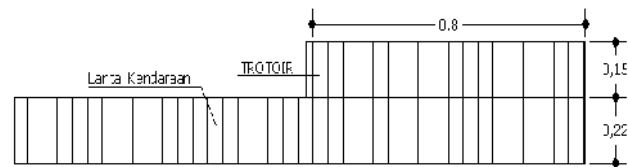
- Tinggi air hujan = 0,05 m

- Berat air hujan = 1000 kg/m³

3.2. Perhitungan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoir

3.2.1. Pembebanan

3.2.1.1 Pembebanan Plat Lantai Trotoir



A. Beban mati

- Beban Mati

- Bs. Plat beton = $0,37 \times 1,0 \times 2500 = 925 \text{ kg/m}^2$

- Tegel = $0,03 \times 1,0 \times 2200 = 66 \text{ kg/m}^2$

- Spesi = $0,02 \times 1,0 \times 2000 = 40 \text{ kg/m}^2 +$

$$q_1 = 1031 \text{ kg/m}^2$$

B. Beban Hidup

- Beban Hidup Trotoir

Konstruksi trotoir harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar

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

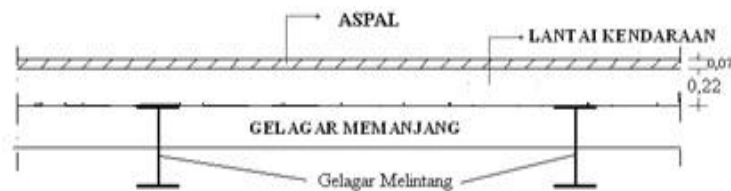
$$q = 500 \times 1 = 500 \text{ kg/m}$$

- Beban Hidup pada KERB

Sepanjang bagian atas lantai trotoir harus diperhitungkan terhadap beban yang bekerja secara horizontal sebesar $q = 15 \text{ kN/m} = 1500 \text{ kg/m}$ (RSNI T-02-2005 halaman 55)

$$P = 1,0 \times 1500 = 1500 \text{ kg}$$

3.2.1.1. Pembebanan Plat Lantai Kendaraan



A. Beban Mati

$$\text{- Bs. Plat beton} = 0,22 \times 1,0 \times 2500 = 550 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Bs. Lapisan aspal} = 0,07 \times 1,0 \times 2200 = \underline{528 \text{ kg/m}}$$

$$q_2 = 1078 \text{ kg/m}$$

B. Berat hidup air hujan

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

C. Beban hidup "T" adalah beban gandar truk maksimum sebesar 100 kN.

$$qL = 100 \times 1,0 = 100 \text{ kN} = 10000 \text{ kg}$$

3.2.2. Beban Angin

a. Beban Angin pada rangka Jembatan

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

Dimana :

$$V_w = 25 \text{ m/s (kecepatan angin)}$$

$$C_w = 1,2 \quad (\text{tabel 2.9. BMS 2 hal 44})$$

A_b = luas koefisien bagian samping jembatan untuk rangka diambil 30% dari luas total.

b. Beban Angin kendaraan

Beban angin kendaraan bila suatu kendaraan sedang melintas diatas jembatan, maka bebab garis tambahan arah horizontal pada permukaan lantai kendaraan.

$$T_{ew} = 0,0012 \times C_w \times (V_w^2)$$

Dimana :

$$C_w = 1,2$$

$$V_w = 25 \text{ m/s}$$

$$T_{ew} = 0,0012 \times 1,2 \times (25^2)$$

$$= 0,9 \text{ KN/m} = 90 \text{ Kg/m}$$

Gambar pembebanan untuk perhitungan plat lantai kendaraan, perhitungan dilakukan dengan program bantu STAADPRO (Hasil dilampiran I). Adapun data perhitungan adalah sebagai berikut :

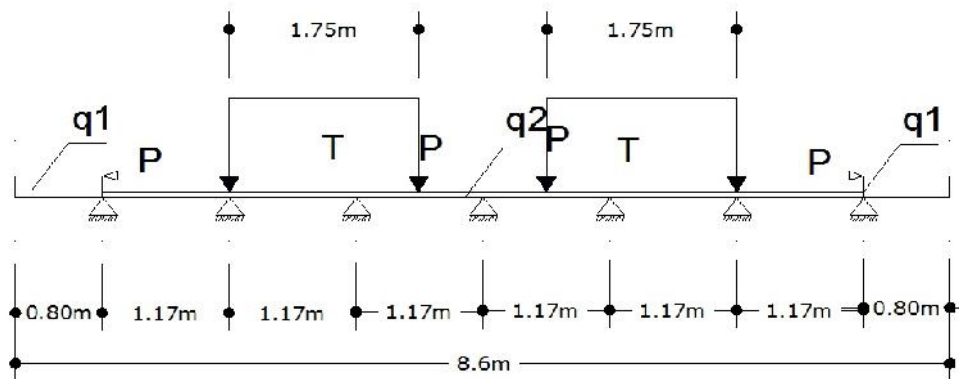
Dimana :

$$P1 = 1500 \text{ kg}$$

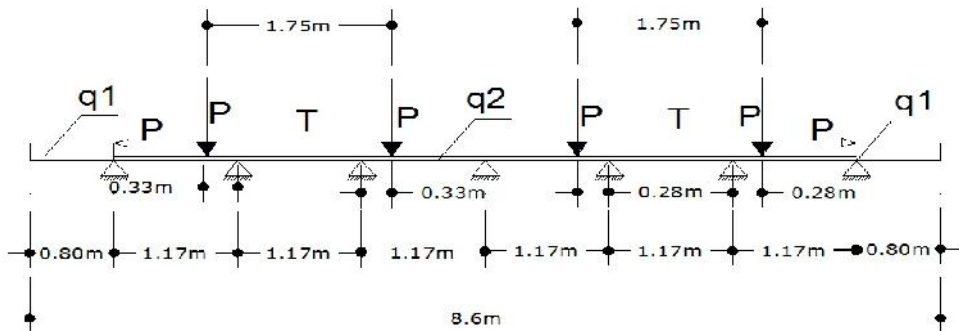
$$q_{\text{trotoir}} = 1031 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{kendaraan}} = 1078 \text{ kg/m}$$

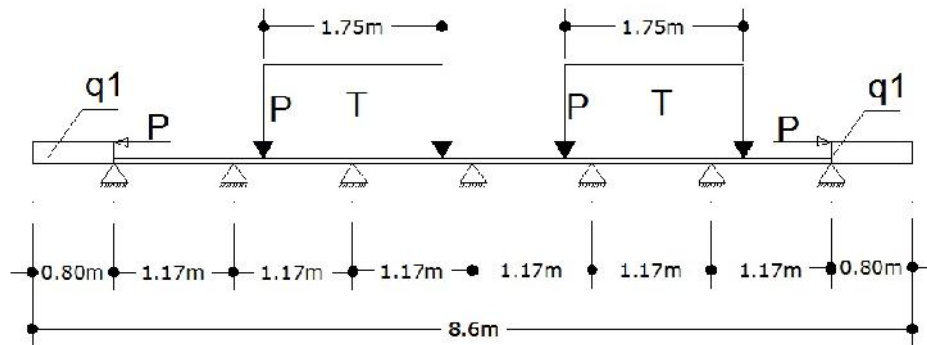
$$T = 10000 \text{ kg}$$



Pembebanan Kondisi I



Pembebanan Kondisi II



Pembebanan Kondisi III

Tabel Perhitungan Momen`

No	Tumpuan	Lapangan	Pembebanan Kondisi I (kgm)	Pembebanan Kondisi II (kgm)	Pembebanan Kondisi IV (kgm)
1		AB	1.593	1.593	1.593
2		BC	-4.674	-8.873	5.253
3		CD	-16.049	5.656	5.601
4		DE	-15.084	-8.478	-4.026
5		EF	-15.084	-6.405	-6.278
6		FG	1.202	5.279	-8.951
7		GH	0.797	-8.379	-10.405
8		HI	1.593	1.593	1.593
9	B		6.374	6.374	6.374
10	C		5.548	7.938	7.750
11	D		6.850	6.991	5.823
12	E		18.606	12.034	13.678
13	F		8.780	6.232	10.327
14	G		0.797	7.944	8.796
15	H		6.257	6.374	6.374

Tabel Perhitungan Momen

3.3 Perhitungan Penulangan Plat

3.3.1 Perhitungan Penulangan Plat Tumpuan Beton Menggunakan Metode LRFD Meminimati SNI 2002

Dari hasil perhitungan berdasarkan pembebanan kondisi I dan II didapatkan :

$$M_{\max} \text{ Tumpuan (B)} = 18606 \text{ KNmm}$$

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

$$h = 220 \text{ mm}$$

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

$$M_u = 18.606 \text{ KN} = 18606 \text{ N}$$

Momen nominal (M_n) :

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{18606}{0.8} \\ &= 23257.5 \end{aligned}$$

Koefisien Tahanan (R_n)

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{23257.5}{1000 \times 159^2} \\ &= 0.00091996 \end{aligned}$$

Perbandingan Tegangan (m)

$$\begin{aligned} m &= \frac{F_y}{0.85 \cdot F'_c} \\ &= \frac{360}{0.85 \cdot 30} = 14.1176 \\ &= 0.85 - \left[0.008 \times (F'_c - 30) \right] \\ &= 0.85 - \left[0.008 \times (30 - 30) \right] \\ &= 0.85 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{14.118} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.00092 \times 14.1176}{360}} \right)$$

$$= 0.000003$$

Karena $\min \geq \text{perlu}$, maka dipakai $\min = 0.0039$
 Luas penampang tulangan tarik yang dibutuhkan ($A_{s\text{perlu}}$) :

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

$$= 0.00388889 \times 1000 \times 159 = 618 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ D } 22 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2 = 379.94 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_s \text{ D } 22} = \frac{618}{379.94} = 1.63$$

$$\text{Jarak Tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1.63} = 614 \text{ mm} \quad 200 \text{ mm}$$

maka dipakai tulangan rangkap = D 22 - 200 mm (untuk tulangan tarik)
 D 22 - 200 mm (untuk tulangan tekan)

Tulangan Bagi

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

$$= 124$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_s \text{ f } 10} = \frac{124}{78.5} = 1.58$$

$$\text{Jarak Tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1.58} = 635 \text{ mm} \quad 200 \text{ mm}$$

maka dipakai tulangan = Ø 10 -200

$$\text{Jarak Tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1.63} = 614 \text{ mm} \quad 200 \text{ mm}$$

maka dipakai tulangan rangkap = D 22 - 200 mm (untuk tulangan tarik)
D 22 - 200 mm (untuk tulangan tekan)

Tulangan Bagi

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

$$= 124$$

$$A_{s \text{ f } 10} = \frac{1}{4} \cdot \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{A_{s \text{ f } 10}} = \frac{124}{78,5} = 1.58$$

$$\text{Jarak Tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1.58} = 635 \text{ mm} \quad 200 \text{ mm}$$

maka dipakai tulangan = Ø 10 -200

3.3.2.1 Perhitungan Penulangan Plat Lapangan

Dari hasil perhitungan berdasarkan pembebanan kondisi I dan II didapatkan :

$$M_{\text{max Tumpuan (B)}} = 5656 \text{ kNmm}$$

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

$$h = 220 \text{ mm}$$

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

$$M_u = 5.656 \text{ KN} = 5656 \text{ N}$$

Momen nominal (Mn) :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$= \frac{5656}{0.8}$$

$$= 7070$$

Koefisien Tahanan (Rn)

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{7070}{1000 \times 159^2} \\ &= 0.000279657 \end{aligned}$$

Perbandingan Tegangan (m)

$$\begin{aligned} m &= \frac{F_y}{0.85 \cdot F'_c} \\ &= \frac{360}{0.85 \cdot 30} = 14.1176 \\ &= 0.85 - \left[0.008 \times (F'_c - 30) \right] \\ &= 0.85 - \left[0.008 \times (30 - 30) \right] \\ &= 0.85 \end{aligned}$$

Rasio Penulangan keseimbangan / rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang

$$\begin{aligned} b &= 0.85 \times \frac{F'_c}{F_y} \left(\frac{600}{600 + F_y} \right) \\ b &= 0.85 \times \frac{30}{360} \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ b &= 0.044737 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{max} &= 0.75 \times b \\ &= 0.03355263 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{min} &= \frac{1.4}{F_y} \\ &= \frac{1.4}{360} = 0.00389 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{perlu} &= m \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n \cdot m}{F_y}} \right] \\
&= \frac{1}{14.118} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.00028 \times 14.1176}{360}} \right] \\
&= 0.000001
\end{aligned}$$

Karena $\text{min} \geq \text{perlu}$, maka dipakai $\text{min} = 0.0039$
Luas penampang tulangan tarik yang dibutuhkan ($A_{s\text{perlu}}$):

$$\begin{aligned}
A_{s\text{perlu}} &= . b \cdot d \\
&= 0.00388889 \times 1000 \times 159 = 618 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

$$A_s D 22 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2 = 379.94 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_s \cdot D22} = \frac{618}{379.94} = 1.63$$

$$\text{Jarak Tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1.63} = 614 \text{ mm} \quad 200 \text{ mm}$$

maka dipakai tulangan rangkap = D 22 - 200 mm (untuk tulangan tarik)
D 22 - 200 mm (untuk tulangan tekan)

Tulangan Bagi

$$\begin{aligned}
A_{s\text{bagi}} &= 20\% \cdot A_{s\text{perlu}} \\
&= 124
\end{aligned}$$

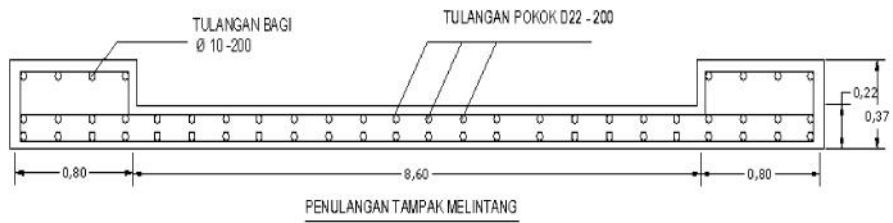
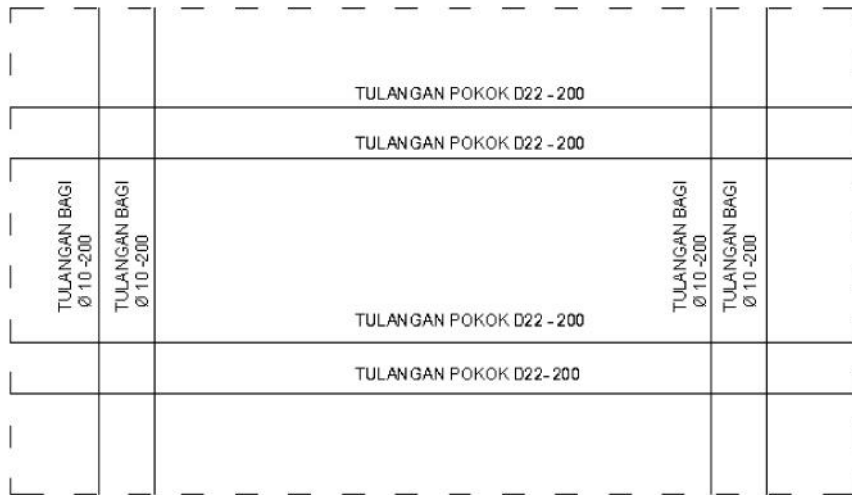
$$A_s f 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} \quad n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_s \cdot w 10} = \frac{124}{78.5} = 1.58$$

$$\text{Jarak Tulangan} \quad s = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{1.58} = 635 \text{ mm} \quad 200 \text{ mm}$$

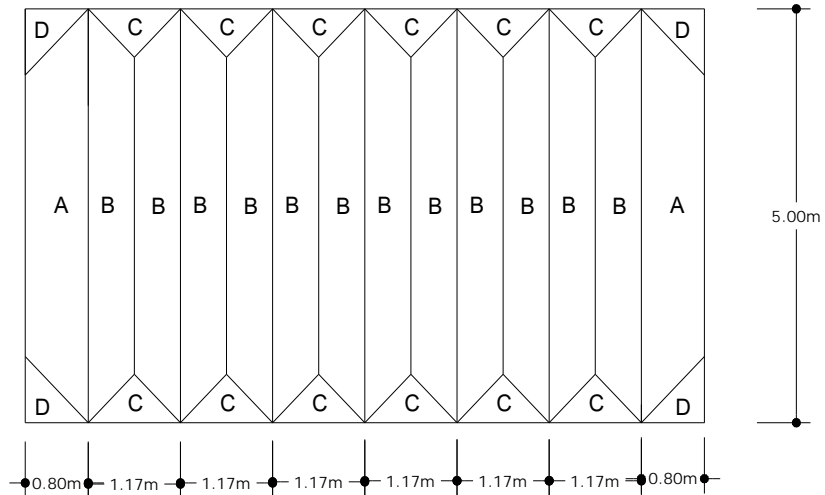
maka dipakai tulangan = Ø 10 -200

PENULANGAN TAMPAK ATAS



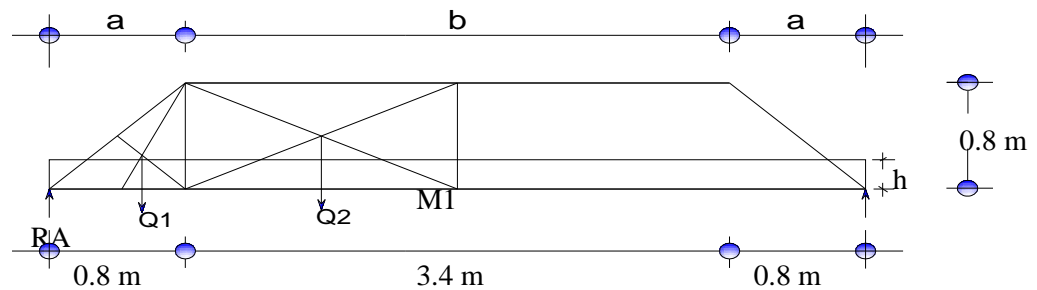
Gambar 3.5 Penulangan Plat

3.4 Perhitungan Perataan Beban



Gambar 3.6 Perataan Beban Plat Lantai dan Trotoir

1. Perataan Beban Tipe A



$$Q_1 = \frac{1}{2} \times 0.80 \times 0.80 = 0.32$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \times 3.4 \text{ m} \times 0.8 = 1.4$$

$$R_A = R_B = Q_1 + Q_2 = 0.32 + 1.4 = 1.68$$

$$M_1 = (R_A \times 2,5) - [(Q_1 \times ((1/3) \times a + 1/2 \times b)) + (Q_2 \times 1/2 \times 1/2 \times b)]$$

$$M_1 = (1.68 \times 2,5) - [(0,32 \times (1/3 \times 0,8 + (0,5 \times 3,4)) + (1,4 \times 0,5 \times 0,5 \times 3,4)] = 2.415$$

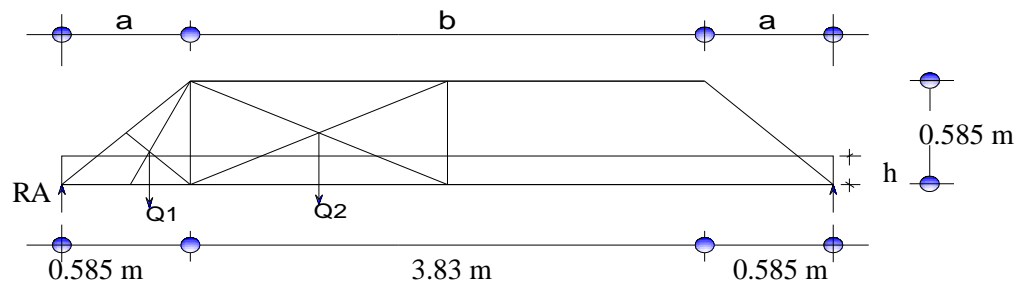
$$M_{II} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 5 \text{ m}^2 = 3.125 h$$

$$M_{II} = M_1$$

$$2.415 = 3.125 h$$

$$h = 0.773 \text{ m}$$

2. Perataan Beban Tipe B



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

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

$$\begin{aligned} R_A = R_B &= Q_1 + Q_2 \\ &= 0.171 + 1.12 = 1.29139 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 &= (R_A \times 2,5) - [(Q_1 \times ((1/3) \times a + 1/2 \times b)) + (Q_2 \times 1/2 \times 1/2 \times b)] \\ &= (1,29 \times 2,5) - [(0,17 \times (0,59 + 3,83)) + (1,12 \times 0,5 \times 0,5 \times 3,83)] \\ &= 1.795 \end{aligned}$$

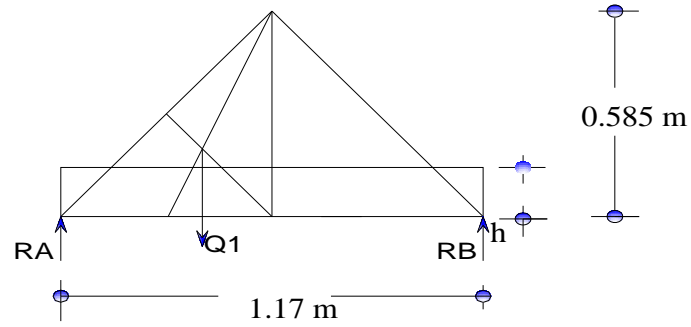
$$M_{II} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 5 \text{ m}^2 = 3.125 h$$

$$M_{II} = M_1$$

$$1.795 = 3.125 h$$

$$h = 0.574 \text{ m}$$

3. Perataan Beban Tipe C



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

$$R_A = R_B = 0.171113$$

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

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

$$= 0.08584$$

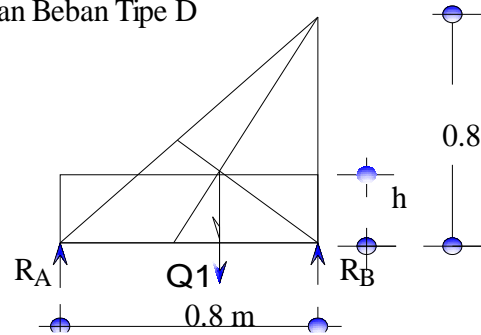
$$M_{II} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 1.17^2 = 0.1711 h$$

$$M_{II} = M_1$$

$$0.086 = 0.17111 h$$

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

4. Perataan Beban Tipe D



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

$$R_A = R_B = 0.32$$

$$\begin{aligned} M1 &= (R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,8) - (Q \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,8) \\ &= (0,32 \cdot 0,4) - (0,32 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,8) \\ &= 0.0427 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$M1I = M1$$

$$0.0427 = 0.08 h$$

$$h = 0.53$$

3.5 Perhitungan gelagar memanjang

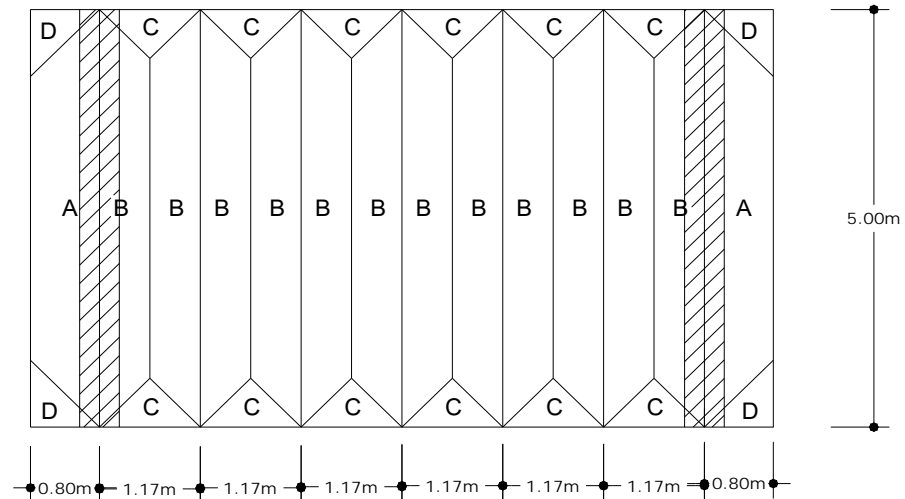
3.5.1. Pembebanan

1. Beban mati (qd)

- Jarak gelagar memanjang = 1,17 m
- Jarak gelagar melintang = 5 m
- q trotoir = 994 kg/m
- q pelat lantai = 682 kg/m
- Koefisien Kejut (k) = $1 + \frac{20}{50 + L}$
 $= 1 + \frac{20}{50 + 5}$
 $= 1,364$

3.5.2. Peritugan pembebanan

- Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tepi)



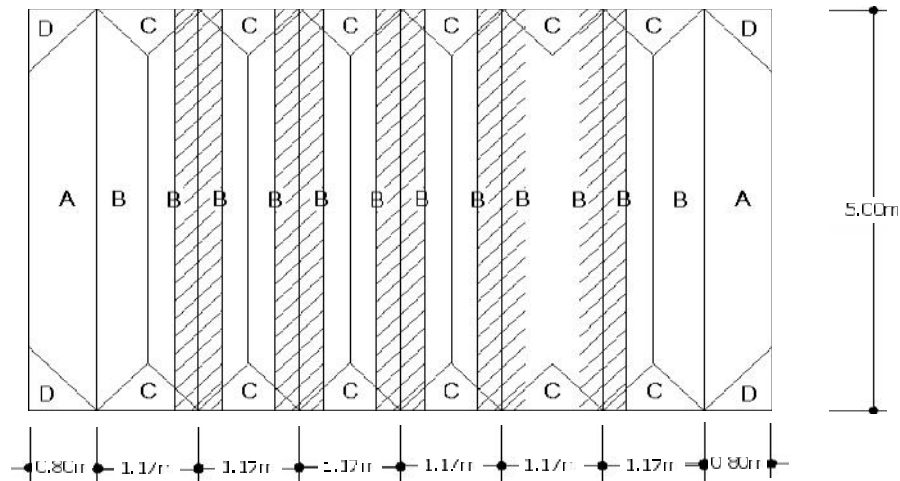
Gambar3.8 Berat lantai kendaraan (untuk Gelagar Tepi)

$q = (\text{perataan beban tipe A} \times q \text{ plat trotoir}) + (\text{Perataan beban tipe B} \times q \text{ lantai kendaraan})$

$$q = (0,773 \times 994 + 0,574 \times 682)$$

$$q = 1159,745 \text{ kg/m}$$

- Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tengah)



Gambar 3.8 Berat lantai kendaraan (untuk Gelagar Tengah)

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

$$q = (2 \times 0,3574 \times 682)$$

$$q = 783,376 \text{ kg/m}$$

a. Beban Hidup "D"

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

$$L = 50 \text{ m} \rightarrow L = 30 \text{ m (Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-22)}$$

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

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

$$= 6,4 \text{ kPa} = 640 \text{ kg/m}^2$$

- Muatan terbagi rata

$$q = 640 \text{ kg/m}^2$$

- Akibat beban garis $P = 44 \text{ kN/m} = 4400 \text{ kg/m}$

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

$$P = 4400 \times 1$$

$$= 4400 \text{ kg/m}$$

- Muatan roda ganda

$$T = 10 \text{ ton} = 10000 \text{ kg}$$

- Perbandingan beban hidup gelagar :

1) Gelagar tepi

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

$$= (1000 \times 0,773 \times 1) = 772,693 \text{ kg/m}$$

2) Gelagar tengah

$$q = \left(\frac{640}{2,75} \right)$$

$$= 232,727 \text{ kg/m}$$

$$P = \left(\frac{4400}{2,75} \right) = 1600 \text{ kg}$$

- Perhitungan momen yang terjadi
- Momen akibat berat sendiri ilantai kendaraan

$$\begin{aligned}
 M_{bs} &= 1/8 \cdot 1159,745 \cdot 5 \\
 &= 724,841 \text{kgm}
 \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi akibat beban hidup (D)

$$\begin{aligned}
 MD &= (1/8 \cdot q \cdot L^2) + (1/4 \cdot P \cdot L) \cdot K \\
 &= (1/8 \cdot 232,727 \cdot 5^2) + (1/4 \cdot 1600 \cdot 5) \cdot 1,364 \\
 &= 3455,272 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

- Momen akibat beban T

$$\begin{aligned}
 MT &= 1/4 \cdot T \cdot L \\
 &= 1/4 \cdot 10000 \cdot 5 \\
 &= 12500 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

3.5.3 Perhitungan statika

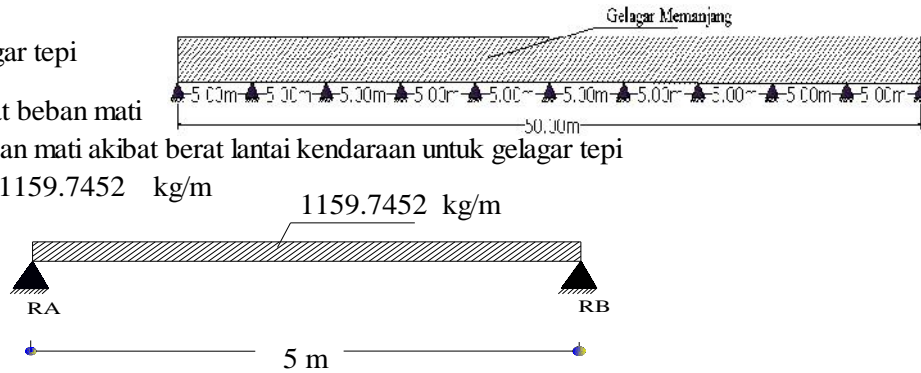
Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar memanjang.

a. Gelagar tepi

* Akibat beban mati

q = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tepi

$$q = 1159.7452 \text{ kg/m}$$



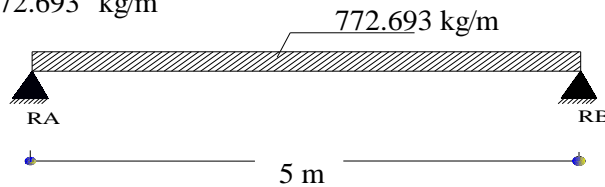
$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \times 1159.75 \times 5 \\ &= 2899.363 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{12} \times q \times L^2 = \frac{1}{12} \times 1159.75 \times 5^2 = 2416.1358 \text{ kgm}$$

* Akibat beban hidup

qu = beban hidup akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tepi

$$q_u = 772.693 \text{ kg/m}$$



$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \times 772.693 \times 5 \\ &= 1931.733 \text{ kg} \end{aligned}$$

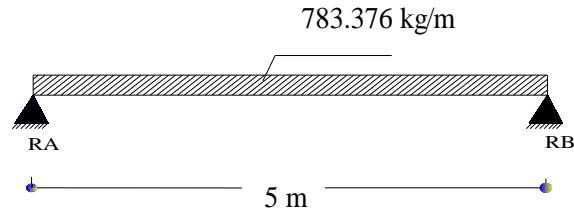
$$M_{\max} = \frac{1}{12} \times q \times L^2 = \frac{1}{12} \times 772.693 \times 5^2 = 1609.8 \text{ kgm}$$

b. Gelagar tengah

* Akibat beban mati

q = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tengah

$$q = 783.376 \text{ kg/m}$$



$$RA = RB = \frac{1}{2} \times 783.376 \times 5$$

$$= 1958.44 \text{ kg}$$

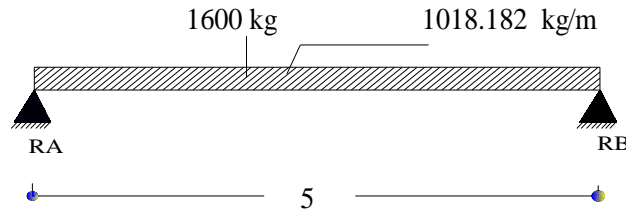
$$M_{\max} = \frac{1}{12} \times q \times L^2 = \frac{1}{12} \times 783.376 \times 5^2 = 1632.0333 \text{ kgm}$$

* Akibat beban (D) atau jalur

b. gelagar tengah

$$P = 1600.0 \text{ kg}$$

$$q = 1018.182 \text{ kg/m}$$



$$RA = RB = \frac{1}{2} \times \left[1018 \times 5 + 1600 \right]$$

$$= 3345.455 \text{ kg}$$

$$Mu = \left[\frac{1}{12} \times q \times L^2 \right]$$

$$= \left[\frac{1}{12} \times 1018.182 \times 5 \right]$$

$$= 2121.212121 \text{ kgm}$$

Momen total

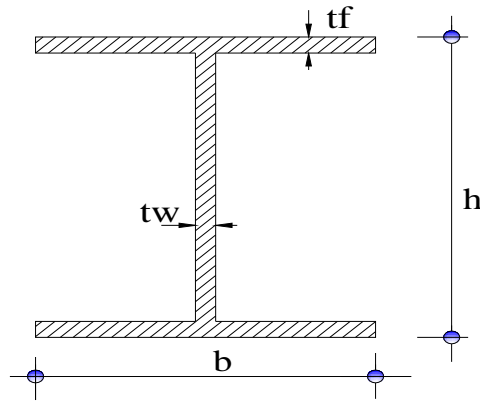
- gelagar tepi	=	2416.14 + 1609.78	=	4025.91	Kgm
- gelagar tengah	=	1632.03 + 2121.2	=	3753.25	Kgm

Gaya geser total

- gelagar tepi	=	2899.36 + 1931.73	=	4831.10	Kg
- gelagar tengah	=	1958.44 + 3345.5	=	5303.89	Kg

3.5.4 Perhitungan Gelagar Mamanjang

Dipilih Profil W 12X120



$$t_w = 18 \text{ mm}$$

$$b = 313 \text{ mm}$$

$$A = 228 \text{ cm}^2$$

$$t_f = 28 \text{ mm}$$

$$I_x = 5209 \text{ cm}^4$$

$$h = 333 \text{ mm}$$

$$I_y = 14360 \text{ cm}^4$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$A_g = 179 \text{ kg/m}$$

$$W_x = 2678,1 \text{ cm}^3$$

- Momen akibat berat sendiri profil

$$\begin{aligned} M_{\text{profil}} &= 1/8 \cdot G \cdot L^2 \\ &= 1/8 \cdot 179 \cdot 5^2 \\ &= 559,313 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- $M_{\text{total}} = M_{\text{bs}} + M_D + M_{\text{profil}}$
 $= 724,841 + 3455,272 + 559,313$
 $= 4739,426 \text{ kgm}$
 $= 473942,6 \text{ kgcm}$

- Kontrol tahanan yang terjadi

$$\begin{aligned} \dagger &= \frac{M_{\text{total}}}{W_x} < \bar{\dagger} \\ &= \dagger = \frac{473942,6}{2678,1} = 176,969 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kontrol lendutan

$$\begin{aligned} q &= \text{akibat berat lantai kendaraan dan berat sendiri profil} \\ &= 1159,745 + 179 \\ &= 1338,745 \text{ kg/m} = 13,387 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

- $P = 10 \text{ ton} = 10000 \text{ kg}$
- $\bar{f} = 1/250 \cdot L$ (Lendutan maksimum akibat beban mati + hidup)
 $= 1/250 \cdot 500$
 $= 2 \text{ cm}$

$$f_{ada} = \frac{5 \cdot Q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{5 \cdot P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5 \cdot 13,387 \cdot 500^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 5209} + \frac{5 \cdot 10000 \cdot 500^3}{48 \cdot 2,110^6 \cdot 5209}$$

$$= 0,0022 + 1,19$$

$$= 1,192 \text{ cm} < \bar{f} = 2 \text{ cm} \dots \text{ Ok}$$

3.6.Perhitungan gelagar Melintang

❖ Pembebanan

$$\begin{aligned} \text{➤ Koefisien Kejut (k)} &= 1 + \frac{20}{50 + L} \\ &= 1 + \frac{20}{50 + 8,6} \\ &= 1,339 \end{aligned}$$

a) Beban mati

- Berat lantai Trotoir

$$\begin{aligned} q_d &= (\text{perataan beban D x 2}) \times q_{\text{Trotoir}} \\ &= (0,53 \times 2) \times 628 \\ &= 665,68 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Berat lantai Kedaraan

$$\begin{aligned} q_d &= (\text{perataan beban C x 2}) \times q_{\text{Lantai kendaraan}} \\ &= (0,502 \times 2) \times 994 \\ &= 997,976 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Akibat Berat profil gelagar memanjang $G = 179 \text{ kg/m}$ dan beban akibat berat lantai kendaraan

$$\begin{aligned} P_1 &= G \times L \\ &= 179 \times 5 = 895 \text{ kg} \end{aligned}$$

✓ Untuk gelagar tepi

$$P2 = q1 \times L$$

$$= 2899,36 \times 5 = 14496,8 \text{ kg}$$

✓ Untuk gelagar tengah

$$P3 = q2 \times L$$

$$= 1958,44 \times 5 = 9792,2 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup "D"

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

$$L = 8,6 \text{ m} \rightarrow L = 8,6 \text{ m (Buku BMS Bag 2, 1992 : 2-22)}$$

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

$$= 8 \cdot \left(0,5 + \frac{15}{8,6} \right) \text{ kPa}$$

$$= 17,3 \text{ kPa} = 173 \text{ kg/m}^2$$

- Beban D

- ✓ Muatan terbagi rata (q)

$$q = 5 \left(\frac{173}{2,75} \right) \times 100\% = 3151,515 \text{ kg/m}$$

$$q = 5 \left(\frac{173}{2,75} \right) \times 50\% = 1575,758 \text{ kg/m}$$

- ✓ Muatan garis (P)

$$P = 1,339 \left(\frac{4400}{2,75} \right) \times 100\% = 2142,4 \text{ kg/m}$$

$$P = 1,339 \left(\frac{4400}{2,75} \right) \times 50\% = 1071,2 \text{ kg/m}$$

$$D_{100\%} = 3151,515 + 2142,4 = 5275,915$$

$$D_{50\%} = 1575,7576 + 1071,2 = 2646,958$$

- ✓ Muatan T = 10 ton = 10000 kg

- ✓ Beban Hidup Trotoir

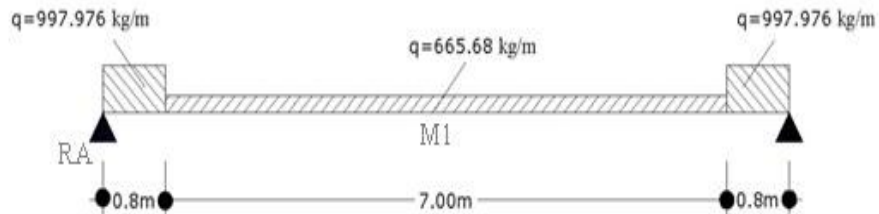
$$q = 60\% \cdot 500 \cdot 5$$

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

3.6.1.Perhitungan Statika

Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar melintang.

- Momen akibat berat lantai kendaraan, lantai trotoir.

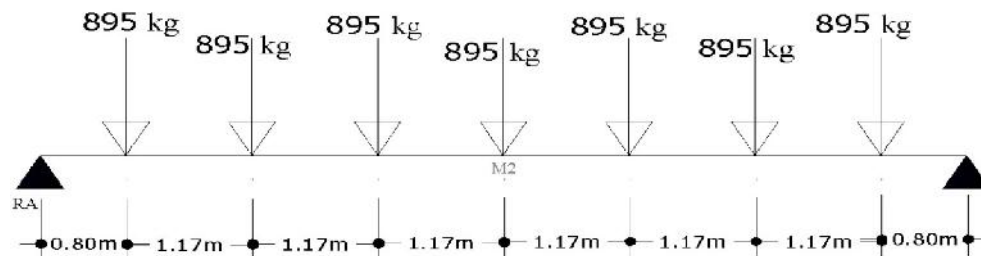


$$R_A = (997,976 \times 0,8) + (665,68 \times 3,5) = 3128,216 \text{ kg}$$

$$M_1 = (3128,216 \times 3,9) - (997,976 \times 1/2 \times 3,9) - (665,68 \times 4,3 \times 2,2)$$

$$= 4099,952 \text{ kgm}$$

- Momen akibat beban hidup terpusat yang diterima gelagar memanjang

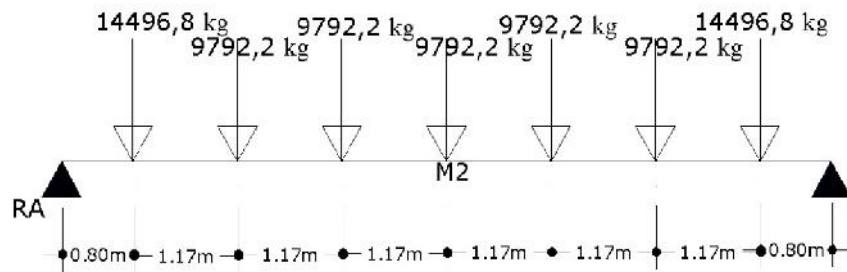


$$R_A = 1/2 \cdot 895 \times 7 = 3132,5 \text{ kg}$$

$$M_2 = (3132,5 \times 4,3) - (895 \times 3,5) - (895 \times 2,34) - (895 \times 1,17)$$

$$= 9312,48 \text{ kgm}$$

- Momen akibat pembebanan gelagar memanjang (beban mati)

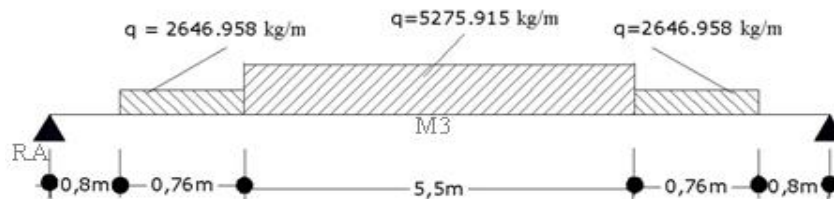


$$R_A = \frac{1}{2} \cdot 9792,2 \times 7 + 14496,8 \times 2 = 29006,15 \text{ kg}$$

$$M_3 = (48769,5 \times 4,3) - (9792,2 \times 3,51) - (9792,2 \times 2,34) - (9792,2 \times 1,17)$$

$$= 164369,05 \text{ kgm}$$

- Momen akibat beban hidup "D"

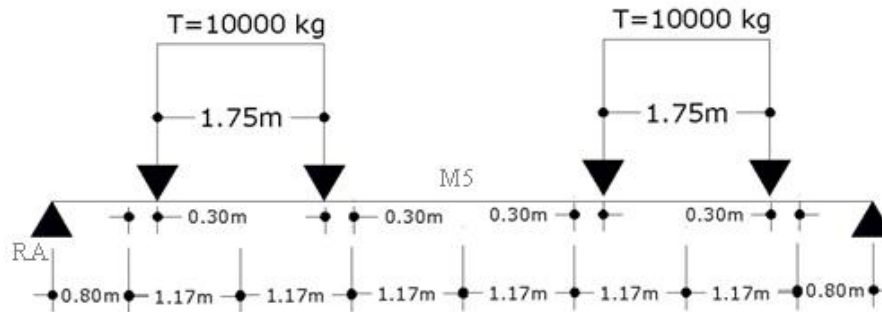


$$R_A = (2646,958 \times 0,76) + (5275,915 \times 2,75) = 16520,454 \text{ kg}$$

$$M_4 = (16520,454 \times 4,3) - (1147,053 \times 0,76 \times 3,13) - (2294,106 \times 2,75 \times 1,375)$$

$$= 59799,996 \text{ kgm}$$

- Momen akibat beban truk “T”

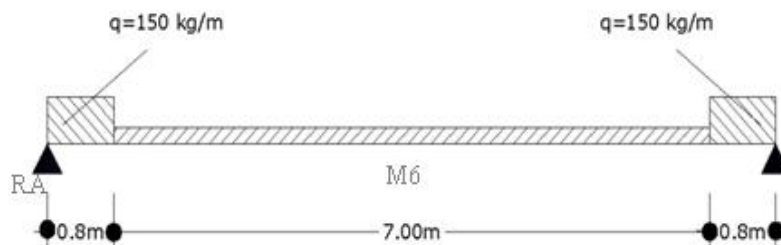


$$R_A = \frac{1}{2} \times (T_u \times 4) = 20000\text{ kg}$$

$$M_5 = (20000 \times 4,31) - (10000 \times 3,22) - (10000 \times 1,47)$$

$$= 39300\text{ kgm}$$

- Momen akibat beban hidup trotoir



$$R_A = \frac{1}{2} \times (150 \times 0,8 \times 2)$$

$$= 120\text{kgm}$$

$$M_6 = (120 \times 4,30) - (150 \times 0,8 \times 3,9)$$

$$= 48\text{ kgm}$$

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

Jadi momen yang terjadi pada gelagar melintang :

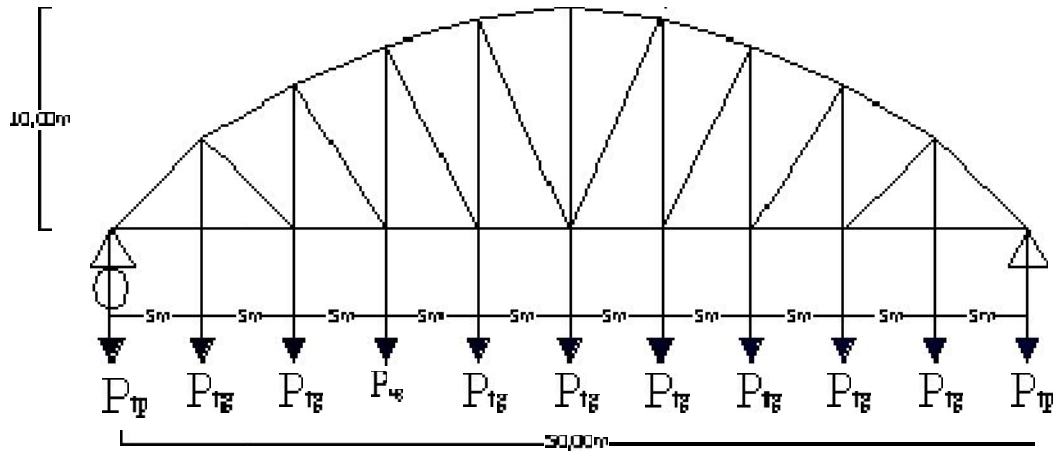
$$M_{\text{total}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_5 + M_6$$

$$= 4099,952 + 9312,48 + 95676,18 + 39300 + 48$$

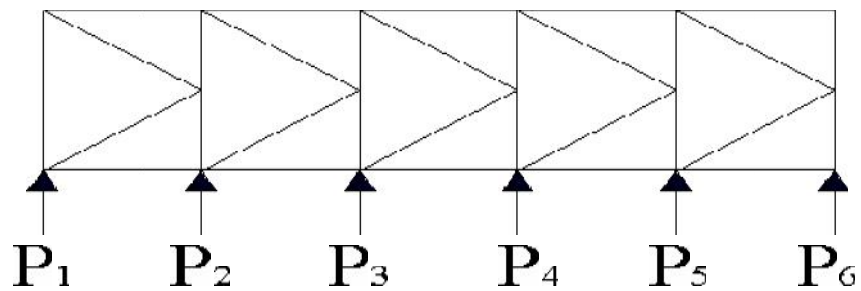
$$= 148436,612 \text{ kgm}$$

3.6.2 Perencanaan Gelagar Induk

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



Gambar Gelagar Induk



Gambar Ikatan Angin

3.6.3 Perhitungan Pembebanan

a. Beban mati (faktor beban 1)

1 Berat sendiri gelagar induk

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

2 Berat sendiri gelagar memanjang (G2)

$$\begin{aligned} G_2^u &= (n \times G_2 \times L) & n &= \text{jumlah gelagar memanjang} : 9 \\ &= 9 \times 179 \times 50 \\ &= 80550 \text{ kg} \end{aligned}$$

3 Berat sendiri gelagar melintang (G3)

$$\begin{aligned} G_{3u} &= (n \times G_2 \times L) & n &= \text{jumlah gelagar melintang} : 11 \\ &= 11 \times 509 \times 9 \\ &= 50391 \text{ kg} \end{aligned}$$

4 Berat lantai kendaraan (G4)

$$\begin{aligned} G_4^u &= (q \times a \times L) & a &= \text{lebar lantai kendaraan} : 8.6 \\ &= 1078 \times 9 \times 50 \\ &= 463540 \text{ kg} \end{aligned}$$

5 Berat trotoir (G5)

$$\begin{aligned} G_5^u &= 2 \times (q \times a \times L) & a &= \text{lebar lantai trotoir} : 0.8 \text{ m} \\ &= 2 \times [1031 \times 0.80 \times 50] \\ &= 82480 \text{ kg} \end{aligned}$$

6. Berat sendiri pipa sandaran, D = 76.3 mm t = 5.08 Kg/m (G6)

$$\begin{aligned} G_6^u &= 2 \cdot (q \times n \times L) \\ &= 2 \times [5.08 \times 2 \times 50] \\ &= 1016 \text{ kg} \end{aligned}$$

7. Berat sendiri ikatan angin (G7);

$$\begin{aligned} G_7^u &= (10 \times a) \times L \times a \times 1.00 \\ &= (10 \times 10) \times 50 \times 10 \times 1.00 \\ &= 50000 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Total beban mati yang bekerja

$$\begin{aligned} G_{\text{total}} &= G_{1u} + G_{2u} + G_{3u} + G_{4u} + G_{5u} + G_{6u} + G_{7u} \\ &= 0 + 80550 + 50391 + 463540 + 82480 + 1016 + 50000.0 \\ &= 727977.0 \text{ kg} \end{aligned}$$

* Beban mati yang dipikul oleh tiap gelagar induk

$$G = \frac{G^U_{total}}{2} = \frac{727977}{2} = 363988.5 \text{ kg}$$

* Beban mati yang diterima tiap titik buhul tengah

$$P_{tengah} = \frac{G}{10} = \frac{363988.5}{10} = 36398.85 \text{ kg}$$

* Beban mati yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_{tepi} = \frac{P_{tengah}}{2} = \frac{36398.85}{2} = 18199.43 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup

1. Koefisien kejut

Diketahui panjang bentang jembatan 50 m

Dari gambar 2.8 hal. 2-29 buku BMS bag 2, didapat nilai koefisien kejut (DLA) sebesar 40% = 0.40

$$k = 1 + DLA \\ = 1 + 0.40 = 1.4$$

2. Beban terbagi rata

Berdasarkan buku BMS bag 2 hal. 2 – 22, untuk jembatan dengan panjang $L = 50,0 \text{ m} > 30 \text{ m}$, maka :

$$q = 8 \times \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \\ = 8 \times \left[0.5 + \frac{15}{50} \right] \text{ Kpa} \\ = 6.4 \text{ Kpa} = 640 \text{ kg/m}^2$$

$$q_1 = \frac{q}{2.75} \times 5.5 \times 100\% = \frac{640}{2.75} \times 5.5 \times 100\% \\ = 1280 \text{ kg/m}$$

$$q_2 = \frac{q}{2.75} \times 2 \times 1.75 \times 50\% = \frac{640}{2.75} \times 2 \times 1.75 \times 50\% \\ = 407.27 \text{ kg/m}$$

* Beban yang diterima tiap gelagar induk

$$G = \frac{q_{total} \times L}{2} = \frac{1280 + 407.27}{2} \times 50 = 42181.82 \text{ kg}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul tengah

$$P_{\text{tengah}} = \frac{G}{10} = \frac{42181.82}{6} = 7030.3 \text{ kg}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_{\text{tepi}} = \frac{P}{2} = \frac{7030.30}{2} = 3515.2 \text{ kg}$$

3. Beban garis

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

$$\begin{aligned} P &= \frac{4400}{2.75} \times 5.5 \times 100\% \times k \\ &= \frac{4400}{2.75} \times 5.5 \times 100\% \times 1.3 = 11440 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{4400}{2.75} \times (2 \times 1.75) \times 50\% \times k \\ &= \frac{4400}{2.75} \times (2 \times 1.75) \times 50\% \times 1.3 = 3640.0 \text{ kg} \end{aligned}$$

** Beban yang diterima tiap gelagar induk

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} = \frac{11440 + 3640.0}{2} = 7540 \text{ kg}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul

$$p = 7540 \text{ kg}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul tengah

$$\begin{aligned} P_{\text{tengah}} &= 7030.303 + 7540 \\ &= 14570.303 \text{ kg} \end{aligned}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$\begin{aligned} P_{\text{tepi}} &= 3515.1515 + 7540 \\ &= 11055.152 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Beban Hidup Trotoir

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

$$p = 5 \text{ kpa} = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ dengan lebar lantai trotoir } 0.8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} p &= 500 \times 0.8 \times 50 \times 2 \\ &= 40000 \text{ kg} \end{aligned}$$

** Beban yang diterima tiap gelagar induk

$$P = \frac{p}{2} = \frac{40000}{2} = 20000 \text{ kg}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul tengah

$$P_{\text{tengah}} = \frac{P}{10} = \frac{20000.00}{10} = 2000.0 \text{ kg}$$

** Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_{\text{tepi}} = \frac{P}{2} = \frac{2000.00}{2} = 1000.0 \text{ kg}$$

d. Gaya Rem

Diketahui :

$$\text{Panjang jembatan} = 50 \text{ m}$$

Berdasarkan gambar 2.9 buku BMS bag 2 hal. 2 – 31 didapatkan gaya rem sebesar

$$(G) = 250 \text{ kN} = 25000 \text{ kg}$$

$$P = \frac{G}{2} = \frac{25000}{2} = 12500 \text{ kg}$$

** Gaya rem yang dipikul tiap titik buhul tengah

$$P_{\text{tengah}} = \frac{P}{10} = \frac{12500.00}{10} = 1250.000 \text{ kg}$$

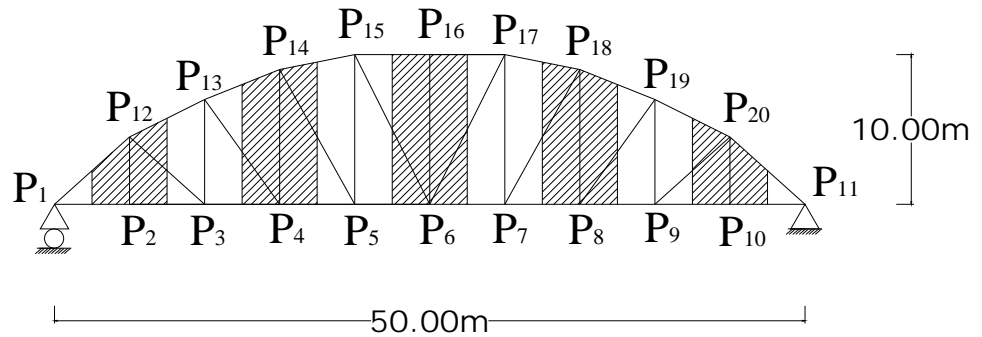
** Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_{\text{tepi}} = \frac{P}{2} = \frac{1250.00}{2} = 625.000 \text{ kg}$$

3.7. Beban Angin

Gaya angin pada bangunan atas jembatan tergantung pada:

- Luas ekuivalen rangka terluar sebesar 30% luasnya
- Tekanan angin rencana yang didapat dari tabel BMS hal.2 - 22 sebesar 1,85 kPa = 18.5 Kg/m²

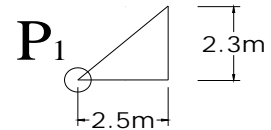


Gambar 3.9 Beban Angin

Gaya yang terjadi pada titik :

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

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

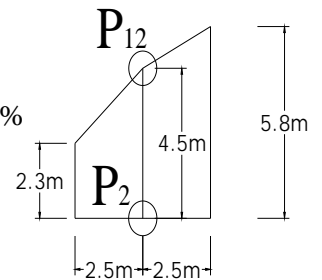


$$P_2 = P_{12} = \frac{\text{Luas daerah B} \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

$$= \frac{(2.3+4.5)/2 \times 2.5 + (4.5+5.8)/2 \times 2.5 \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

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

$$= 59.316 \text{ kg}$$

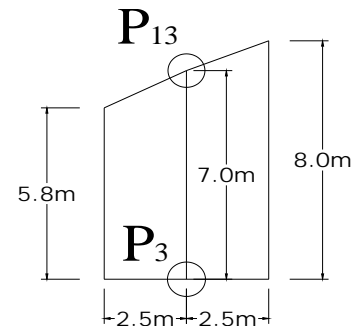


$$P_3 = P_{13} = \frac{\text{Luas daerah C} \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

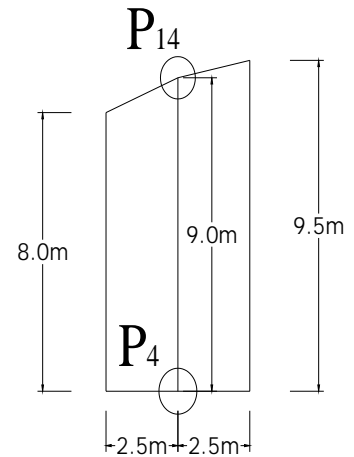
$$= \frac{(5.8+7)/2 \times 2.5 + (7+8)/2 \times 2.5 \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

$$= \frac{34.75 \times 18.5 \times 30\%}{2}$$

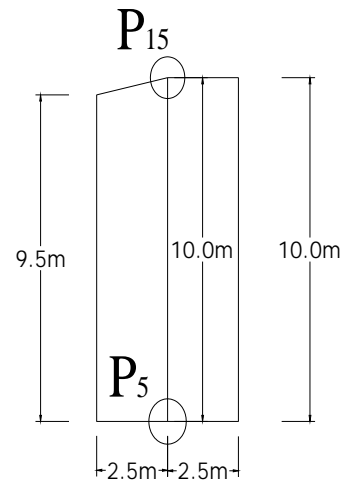
$$= 96.431 \text{ kg}$$



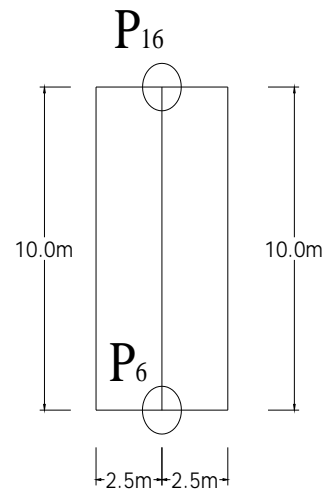
$$\begin{aligned}
 P_4 = P_{14} &= \frac{\text{Luas daerah D} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{(8+9)/2 \times 2.5 + (9+9.5)/2 \times 2.5 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{44.375 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 123.14 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 P_5 = P_{15} &= \frac{\text{Luas daerah E} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{(9.5+10)/2 \times 2.5 + (10 \times 2.5) \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{49.375 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 137.02 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

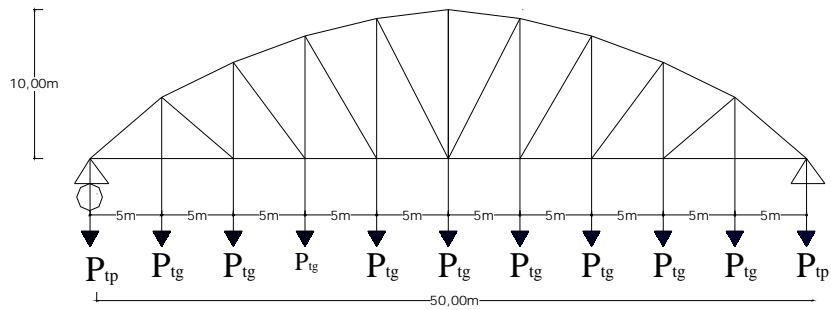


$$\begin{aligned}
 P_6 = P_{16} &= \frac{\text{Luas daerah F} \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= \frac{10 \times 5}{2} \\
 &= \frac{50 \times 18.5 \times 30\%}{2} \\
 &= 138.75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



7.1 Statika

A Skema pembebanan akibat beban mati

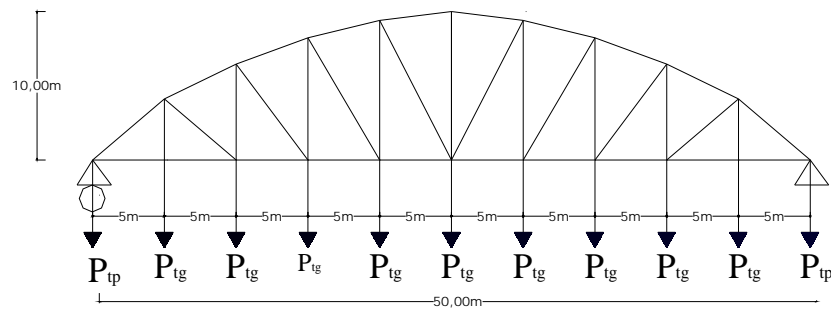


Gambar 3.10 Pembebanan akibat beban mati

$$P_{tepi} = 18199.425 \text{ kg}$$

$$P_{tengah} = 36398.850 \text{ kg}$$

B. Skema pembebanan akibat beban hidup

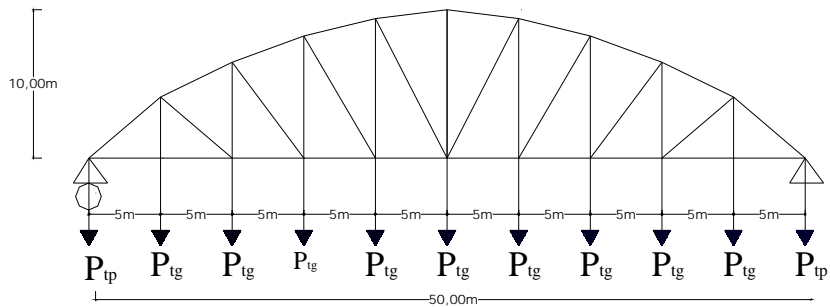


Gambar 3.11 Pembebanan akibat beban hidup

$$P_{tepi} = 11055.152 \text{ kg}$$

$$P_{tengah} = 14570.303 \text{ kg}$$

C. Skema pembebanan akibat beban trotoir

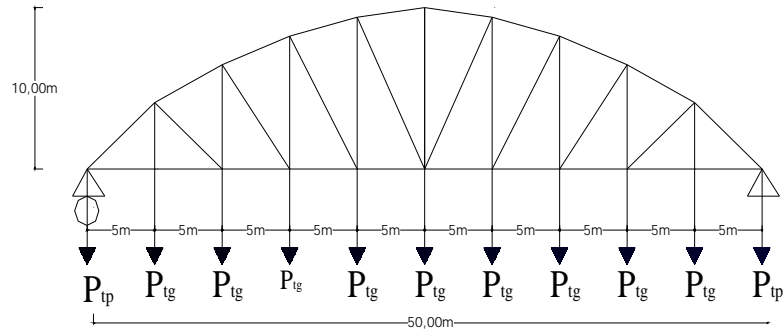


Gambar 3.12 Pembebanan akibat beban trotoir

$$P_{tepi} = 1000.000 \text{ kg}$$

$$P_{tengah} = 2000.000 \text{ kg}$$

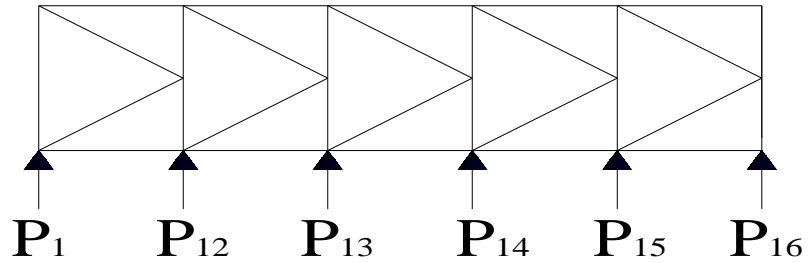
D. Skema pembebanan akibat beban rem



Gambar 3.13 Pembebanan akibat beban rem

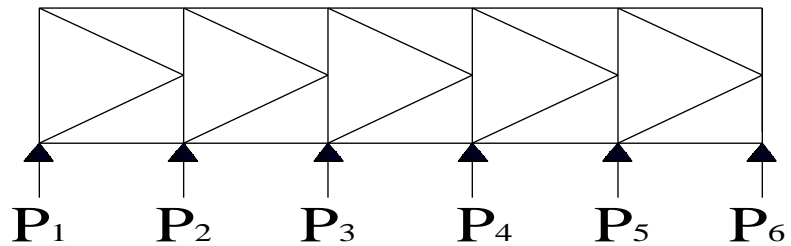
$$\begin{aligned} P_{tepi} &= 625.000 \text{ kg} \\ P_{tengah} &= 1250.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

E. Skema pembebanan akibat beban angin atas



Gambar 3.14 Pembebanan akibat beban angin atas

F. Skema pembebanan akibat beban angin bawah



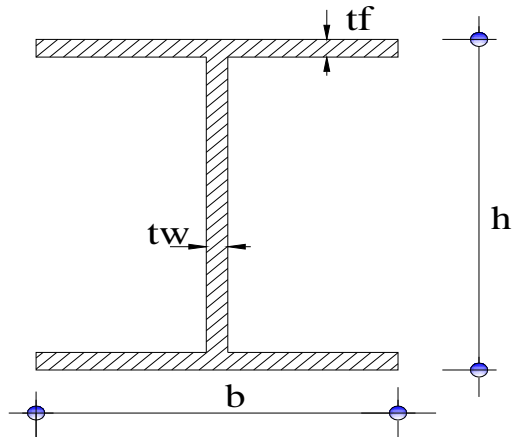
Gambar 3.15 Pembebanan akibat beban angin bawah

Hasil perhitungan analisa STAAD PRO 2004 dilampirkan pada bagian akhir dari tugas akhir.

3.7.2. Perencanaan Dimensi Profil

- Dari analisa STAAD III didapatkan gaya aksial terbesar untuk batang tekan (Batang no. 1). Dengan $P_{max} = 6917,971 \text{ kg}$

Memakai Profil W 21X201



Dimensi Profil W 21X201

$$t_w = 32 \text{ mm}$$

$$b = 319 \text{ mm}$$

$$A = 382 \text{ cm}^2$$

$$t_f = 41 \text{ mm}$$

$$I_x = 17349 \text{ cm}^4$$

$$h = 585 \text{ mm}$$

$$I_y = 22560 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 7,72 \text{ cm}$$

$$F = 269,4 \text{ cm}^2$$

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

- Kontrol tegangan terhadap gaya tekan maksimum

$$\lambda = \frac{IK}{i_{\min}} = \frac{1000}{7,72} = 129,534$$

Harga $\lambda < 300$, maka tidak berlaku rumus euler untuk mengontrol gaya tekan maksimum yang diijinkan.

Dari perhitungan diatas didapat λ (dari tabel) = 0,155, maka $\lambda = 1/0,155 = 6,452$

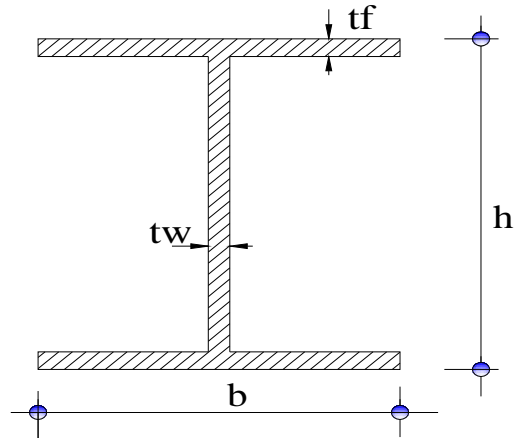
- Tegangan yang terjadi

$$\sigma = \frac{S.P}{F} \quad \text{† tk}$$

$$= \frac{6,452 \cdot 6917,971}{269,4} = 165,805 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

- Dari analisa STAAD III didapatkan gaya aksial terbesar untuk batang tarik (Batang no. 5). Dengan $P_{max} = 67166,23 \text{ kg}$

Memakai Profil W 21X201



Dimensi Profil W 21X201

$$t_w = 32 \text{ mm}$$

$$b = 319 \text{ mm}$$

$$A = 382 \text{ cm}^2$$

$$t_f = 41 \text{ mm}$$

$$I_x = 17349 \text{ cm}^4$$

$$h = 585 \text{ mm}$$

$$I_y = 22560 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 7,72 \text{ cm}$$

$$F = 269,4 \text{ cm}^2$$

$$LK = 4,5 \text{ m} = 450 \text{ cm}$$

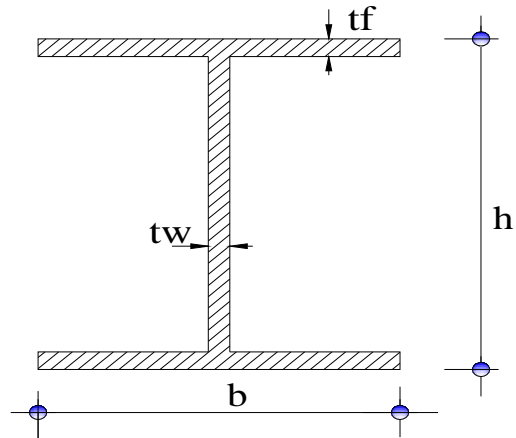
- $F_n = \frac{P_{\max}}{t} = \frac{67166,23}{1600} = 41,979 \text{ cm}^2$
- $F_{br} = 41,979 \cdot 0,85 = 35,628 < 269,4 \text{ kg/cm}^2$
- Kontrol tegangan

$$= \frac{P_{\max}}{0,85 \cdot F}$$

$$= \frac{67166,23}{0,85 \cdot 269,4} = 293,315 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

- Dari analisa STAAD III didapatkan gaya aksial terbesar untuk batang tarik (Batang no. 10). Dengan $P_{max} = 136180,266 \text{ kg}$

Memakai Profil W 21X201



Dimensi Profil W 21X201

$$t_w = 32 \text{ mm}$$

$$b = 319 \text{ mm}$$

$$A = 382 \text{ cm}^2$$

$$t_f = 41 \text{ mm}$$

$$I_x = 17349 \text{ cm}^4$$

$$h = 585 \text{ mm}$$

$$I_y = 22560 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 7,72 \text{ cm}$$

$$F = 269,4 \text{ cm}^2$$

$$L_K = 5,0 \text{ m} = 500 \text{ cm}$$

- $F_n = \frac{P_{\max}}{f} = \frac{136180,266}{1600} = 85,112 \text{ cm}^2$

- $F_{br} = 85,112 \cdot 0,85 = 72,345 < 269,4 \text{ kg/cm}^2$

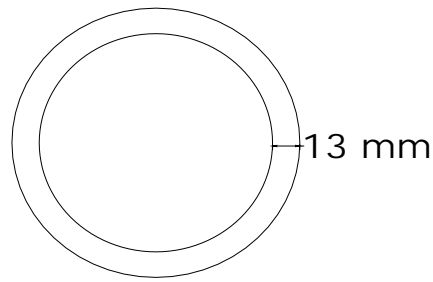
- Kontrol tegangan

$$= \frac{P_{\max}}{0,85 \cdot F} = \frac{136180,266}{0,85 \cdot 269,4} = 594,699 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

3.7.3 Ikatan Angin

Perencanaan Dimensi Batang Tekan (Batang no . 108)

Dimensi Batang Profil Pipe X100



$$b = 273 \text{ mm}$$

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

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor $P = 54213.0 \text{ kg}$

** Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{17644}{103}} = 13.088 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{88241}{103}} = 29.27 \text{ cm}$$

** Menghitung parameter kerampingan λ_c

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

Dimana :

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{f^2 \cdot E}} \\ &= \frac{1 \times 672}{13.0882} \times \sqrt{\frac{3600}{f^2 \cdot 2,1 \times 10^6}} \\ &= 0.677 \end{aligned}$$

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

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

$$= 1.3 \times 0.677^2 = 0.8463$$

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

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

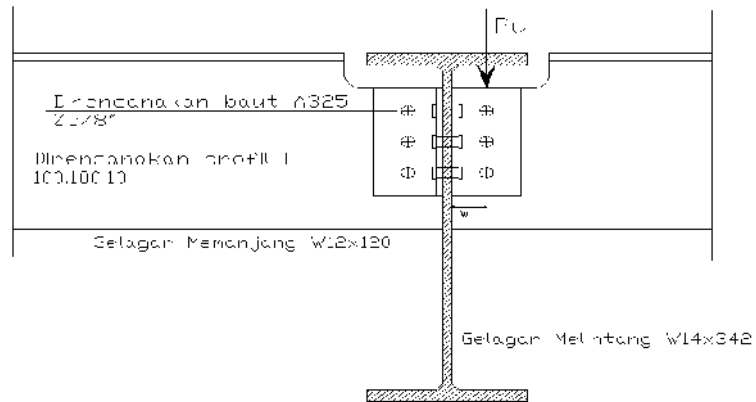
$$0.9 \times 3781.2784 \times 103 \quad 54213.0 \text{ kg}$$

$$331050.92 \text{ kg} \quad 54213.0 \text{ kg} \dots \text{ Profil Aman}$$

—

3.8 Perencanaan Sambungan

3.8.1 Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang



Gambar 3.16 Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang

Direnakanan baut A490 dengan diameter $D = 5/8 \text{ ins} = 1,59 \text{ cm}$

Lubang baut $d = 1,59 + 0,1 = 1,69 \text{ cm}$

Plat penyambung dipakai L 100.100.10, $W = 5,0 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut $\bar{f} = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ Kg/cm}^2$

a. Perhitungan tegangan

- Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned} &= 0,58 \cdot \bar{f} \\ &= 0,58 \cdot 10342,5 \\ &= 6205,50 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpu yang diijinkan

$$\begin{aligned} \dagger_{tp} &= 1,2 \cdot \bar{f} \\ &= 1,2 \cdot 10342,5 \\ &= 12411 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b. Kekuatan baut untuk irisan ganda (m=2 dan Tw= 1,5 cm)

$$\begin{aligned}
 N_{gs} &= m \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau \\
 &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,59)^2 \cdot 6205,50 \\
 &= 24642,848 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{tp} &= d \cdot Tw \cdot \tau \\
 &= 1,69 \cdot 1,5 \cdot 12411 \\
 &= 31461,885 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c. Kekuatan baut untuk irisan Tunggal (m=1 dan Tw= 1,1 cm)

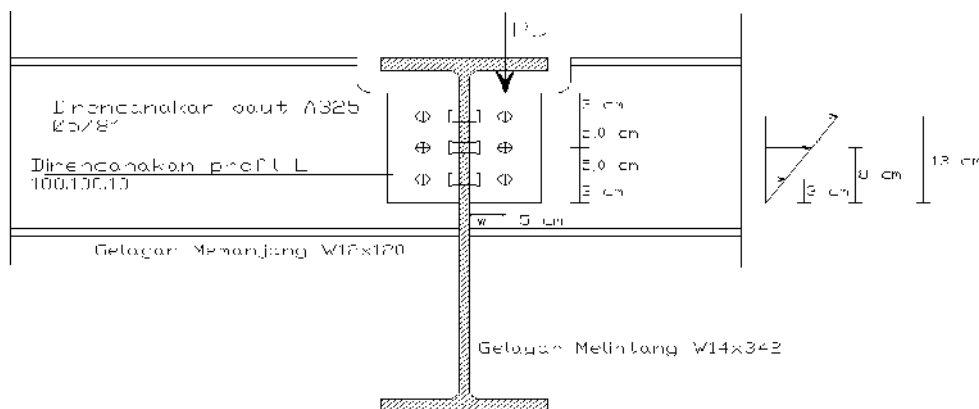
$$\begin{aligned}
 N_{gs} &= m \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau \\
 &= 1 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,59)^2 \cdot 6205,50 \\
 &= 12321,424 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{tp} &= d \cdot Tw \cdot \tau \\
 &= 1,69 \cdot 1,0 \cdot 12411 \\
 &= 23072,049 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Diambil Nilai yang terkecil adalah akibat geser sebesar = 12321,424 kg

d. Banyak Baut yang digunakan

$$n = \frac{D_{max}}{N_{gs}} = \frac{34633,428}{12321,424} = 2,811 \approx 3 \text{ buah}$$



Gambar 3.17 Sambungan gelagar Memanjang dan Melintang

Momen yang terjadi pada gelagar memanjang

$$M = D_{\max} \cdot W = 34633,428 \cdot 5 = 173167,14 \text{ Kgcm}$$

$$\text{Jarak antara baut (s)} = 3 \cdot d = 3 \cdot 1,69 = 5,0 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak baut ketepi (s)} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,69 = 3,0 \text{ cm}$$

e. Perhitungan kekuatan baut

- Tiap baut pada gelagar memanjang menerima gaya horisontal sebesar

$$H = \frac{M}{2 \cdot s} = \frac{173167,14}{2 \cdot 5,0} = 16977,171 \text{ Kg}$$

- Tiap baut menerima gaya vertikal sebesar

$$V = \frac{D_{\max}}{4} = \frac{34633,428}{4} = 8658,357 \text{ kg}$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2}$$

$$R = \sqrt{8658,357^2 + 16977,171^2}$$

$$R = 19057,58 \text{ Kg}$$

a. Perhitungan Sambungan

- a) Sambungan pada gelagar memanjang, pada gelagar memanjang terjadi irisan ganda

$$1,6 u = 1,6 \cdot 1,3$$

$$= 2,08 \text{ cm}$$

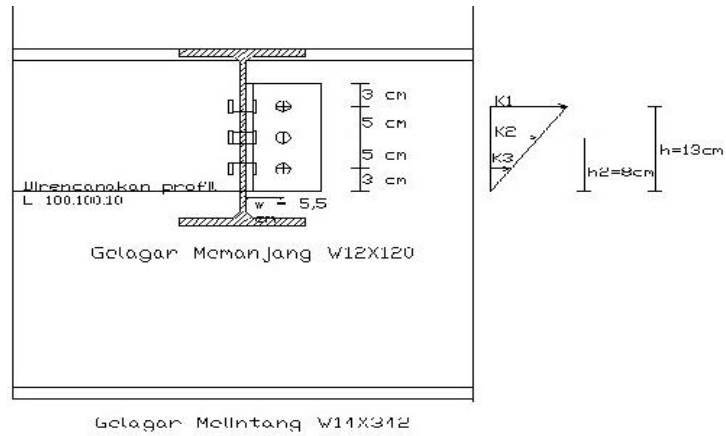
$$d = 1,69 \rightarrow d < 1,6u \text{ (diperhitungkan terhadap geser)}$$

$$N_{gs} = m \cdot \frac{1}{4} \cdot d^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 (1,59^2) \cdot 6205,50$$

$$= 24642,848 \text{ kg}$$

- b) Sambungan pada gelagar melintang, pada gelagar melintang terjadi irisan tunggal besarnya momen yang ditahan $M = 173167,14 \text{ kgcm}$



Gambar 3.19 Sambungan Gelagar Melintang Irisan Tunggal

b. Kontrol Terhadap Kombinasi V dan K

$$K_1 = \frac{M \cdot h_1}{\sum h^2} = \frac{173167,14 \cdot 13}{13^2 \cdot 8^2} = 208,134 \text{ Kg}$$

✓ Gaya tarik maksimum per baut = $\frac{208,134}{3} = 69,378 \text{ Kg}$

$$3,2 u = 3,2 \cdot 1,4 = 4,48 \text{ cm}$$

$$d = 1,69 \rightarrow d < 3,2 u \text{ (diperhitungkan terhadap geser)}$$

$$\begin{aligned} N_{gs} &= m \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,59^2) \cdot 6205,50 \\ &= 12321,424 \text{ kg} > 8658,357 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Kontrol Terhadap Kombinasi V dan K

$$R = \sqrt{V^2 + K^2}$$

$$R = \sqrt{69,378^2 + 12321,424^2}$$

$$R = 12321,62 \text{ Kg} < N_{gs} = 12321,424 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

d. Kontrol terhadap Tegangan Tarik

$$\begin{aligned} \tau_{tp} &= 0,7 \cdot \bar{\tau} \\ &= 0,7 \cdot 10342,5 = 7239,75 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

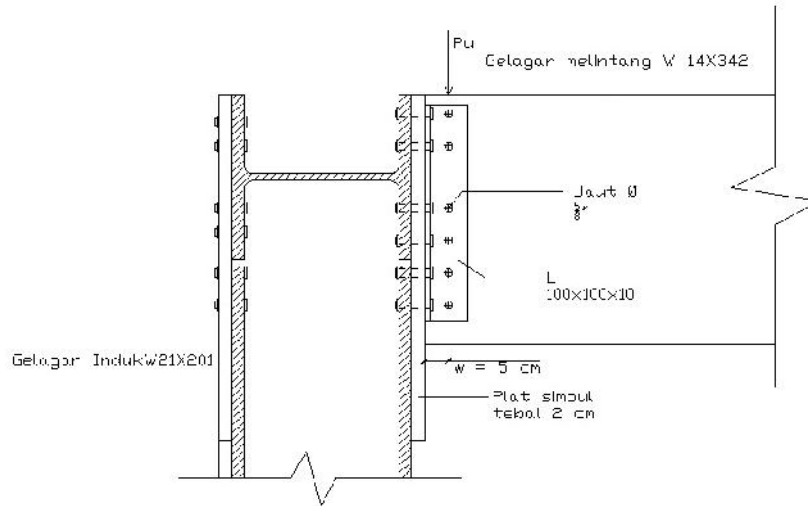
Gaya tarik yang ditaha 1 baut (K_1)

$$K_1 = 69,378 \text{ Kg}$$

e. Tegangan tarik yang terjadi

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{K}{F} = \frac{69,378}{1/4.3,14.1,69^2} \\ &= 30,945 \text{ Kg/cm}^2 < 7239,75 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

3.8.2 Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk



Gambar 3.20 Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk

Direncanakan menggunakan baut A325 dengan diameter $D = 5/8 = 1,59 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut, $\bar{f} = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ Kg/cm}^2$

Jarak antara baut $(s) = 3 \cdot d = 3$, $(s) = 7 \cdot d = 7$

Jarak baut ketepi $(s) = 1,5 \cdot d = 1,5$, $(s) = 3 \cdot d = 3$ (Ir. Sudirman Indra, Msc, Teori dan penyelesaian soal-soal konstruksi Baja 1, Hal 14)

- Gaya geser yang bekerja pada gelagar Melintang

$$D_{\max} = 11580,332 \text{ kg}$$

- Diameter lubang baut $= 1,59 + 1 = 1,69 \text{ cm}$
 Luas lubang (AB) $= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$
 $= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,69)^2$
 $= 2,242 \text{ cm}^2$

- Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned}
 &= 0,58 \cdot \bar{\tau} \\
 &= 0,58 \cdot 10342,5 \\
 &= 6205,50 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpu yang diijinkan

$$\begin{aligned}
 \dagger \tau_p &= 1,2 \cdot \bar{\tau} \\
 &= 1,2 \cdot 10342,5 \\
 &= 12411 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dimana profil L 100x100x10, w = 5,0 cm

- a. Kekuatan baut untuk irisan Tunggal(pada Gelagar Induk)**
Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 1 (m=1 dan Tw= 0,9 cm)

$$\begin{aligned}
 N_{gs} &= m \cdot \frac{1}{4} \cdot \tau \cdot d^2 \\
 &= 1 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 (1.59^2) \cdot 6205,50 \\
 &= 12321,424 \text{ kg} \\
 N_{tp} &= d \cdot Tw \cdot \dagger \tau_p \\
 &= 1,69 \cdot 0,9 \cdot 12411 \\
 &= 18877,131 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- b. Kekuatan baut untuk irisan ganda (pada Gelagar Melintang)**
Banyaknya bidang geser yang terlibat adalah 2 (m=2 dan Tw= 1,5 cm)

$$\begin{aligned}
 N_{gs} &= m \cdot \frac{1}{4} \cdot \tau \cdot d^2 \\
 &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 (1.59^2) \cdot 6205,50 \\
 &= 24642,848 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{tp} &= d \cdot Tw \cdot \dagger \tau_p \\
 &= 1,69 \cdot 1,5 \cdot 12411 \\
 &= 31461,885 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Diambil Nilai yang terkecil adalah akibat geser sebesar = 12321,424 kg

c. Banyak Baut yang digunakan

$$n = \frac{D_{\max}}{N_{gs}} = \frac{11580,332}{12321,424} = 0,94 \approx 6 \text{ buah}$$

Jadi jumlah baut pada Gelagar berjumlah 12 dan pada sisi 6 buah...

- Gaya tarik yang terjadi pada baut akibat beban V dan W

$$M = D_{\max} \cdot W = 11580,332 \cdot 5 = 57901,66 \text{ Kgcm}$$

$$\text{Jarak antara baut (s)} = 3 \cdot d = 3 \cdot 1,69 = 5,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 7 \cdot d = 7 \cdot 1,69 = 12 \text{ cm}$$

$$(s) \text{ yang dipakai} = 8 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak baut ketepi (s)} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 1,69 = 3,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 1,69 = 5,0 \text{ cm}$$

$$(s) \text{ yang dipakai} = 4 \text{ cm}$$

✓ **Perhitungan Sambungan**

a. Sambungan pada Gelagar melintang terjadi Irisan ganda

- Baut pada gelagar memanjang menahan gaya horizontal sebesar

$$M = D_{\max} \cdot W = 11580,332 \cdot 5$$

$$= 57901,66 \text{ Kgcm}$$

$$H = \frac{M}{\sum h} = \frac{57901,66}{4 \cdot 8}$$

$$= 1809,427 \text{ Kg}$$

- Pada arah vertikal menahan gaya vertikal sebesar

$$V = \frac{D_{\max}}{n} = \frac{11580,332}{6}$$

$$= 1930,055 \text{ Kg}$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2}$$

$$R = \sqrt{1930,055^2 + 1809,427^2}$$

$$R = 2216,295 \text{ Kg}$$

$$1,6u = 1,6 \cdot 1,5$$

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

$$d = 1,69 \rightarrow d < 1,6u \text{ (diperhitungkan terhadap geser)}$$

$$N_{gs} = m \cdot \frac{1}{4} \cdot d^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,59^2) \cdot 6205,50$$

$$= 24642,848 \text{ kg} > 3093,276 \text{ Kg} \dots \text{ OK}$$

b. Sambungan pada gelagar Induk terjadi Irisan Tunggal dan besarnya momen yang ditahan $M = 57901,66 \text{ Kgcm}$

$$K = \frac{M \cdot h_{total}}{\sum h^2} = \frac{57901,66 \cdot 51,35}{43,35^2 + 51,35^2}$$

$$= 658,375 \text{ Kg}$$

$$\text{Gaya tarik 1 baut, } H = \frac{658,375}{2} = 329,188 \text{ Kg}$$

$$V = \frac{Vu}{n}$$

$$= \frac{11580,332}{12} = 965,028 \text{ Kg}$$

$$R = \sqrt{V^2 + H^2}$$

$$R = \sqrt{965,028^2 + 329,188^2}$$

$$R = 1019,629 \text{ Kg} < N_{gs} = 12321,424 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

$$3,2 \text{ u} = 3,2 \cdot 0,9 = 2,88 \text{ cm}$$

$$d = 1,69 \rightarrow d < 3,2 \text{ u} \text{ (diperhitungkan terhadap geser)}$$

$$\begin{aligned} N_{gs} &= m \cdot \frac{1}{4} \cdot \dots \cdot d^2 \cdot \\ &= 1 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,59^2) \cdot 6205,50 \\ &= 12321,424 \text{ kg} > 11580,332 \text{ kg} \dots \text{OK} \end{aligned}$$

c. Kontrol terhadap Tegangan Tarik

$$\begin{aligned} \dagger \text{ tp} &= 0,7 \cdot \bar{f} \\ &= 0,7 \cdot 10342,5 = 7239,75 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Gaya tarik yang ditahan 1 baut (K_1)

$$K_1 = 329,188 \text{ Kg}$$

d. Tegangan tarik yang terjadi

$$\begin{aligned} \dagger &= \frac{K}{F} = \frac{329,188}{1 \cdot \pi \cdot 1,69^2} \\ &= 146,829 \text{ Kg/cm}^2 < 7239,75 \text{ Kg/cm}^2 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

e. Ketebalan plat yang digunakan adalah

$$t = \frac{Vu}{\Phi \cdot Fy \cdot I}$$

$$t = \frac{11580,332/6}{0,8 \cdot 1600 \cdot 6} = 0,251 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 100.100.10

3.8.3 Sambungan Batang Gelagar Induk

3.8.3.1 Perhitungan kebutuhan Baut tiap Simpul

Direncanakan baut A490 dengan diameter $D = \frac{3}{4} \text{ ins} = 19,1 \text{ mm} = 1,91 \text{ cm}$

Lubang baut $d = 1,91 + 0,1 = 2,01 \text{ cm}$

Plat penyambung dipakai L 100.100.10, $W = 5,0 \text{ cm}$

Kekuatan tarik baut $\bar{f}_t = 150 \text{ ksi} = 10342,5 \text{ Kg/cm}^2$

a. Perhitungan tegangan

- Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned} &= 0,58 \cdot \bar{f}_t \\ &= 0,58 \cdot 10342,5 \\ &= 6205,50 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpu yang diijinkan

$$\begin{aligned} \bar{f}_{tp} &= 1,5 \cdot \bar{f}_t \\ &= 1,5 \cdot 10342,5 \\ &= 15513,75 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b. Tebal Simpul direncanakan = 15 mm

$$N_{gs} = m \cdot \frac{1}{4} \cdot d^2 \cdot \bar{f}_t \quad (\text{potongan irisan tunggal})$$

$$\begin{aligned} &= 1 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (2,01)^2 \cdot 6205,5 \\ &= 19680,61 \text{ kg} \end{aligned}$$

(Diperhitungkan terhadap geser)

$$\begin{aligned} N_{tp} &= d \cdot T_w \cdot \bar{f}_{tp} \\ &= 2,01 \cdot 1,5 \cdot 15513,75 \\ &= 46773,956 \text{ kg} \end{aligned}$$

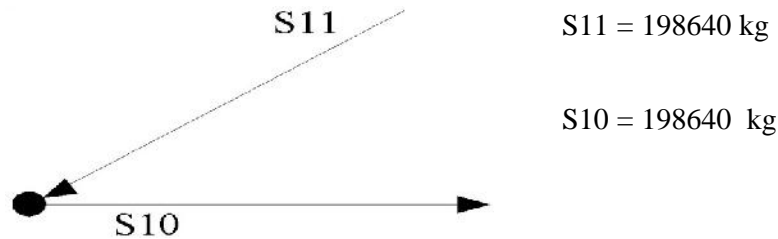
Gaya nominal pada tiap batang

$$\begin{aligned} P &= A_g \cdot F_u \\ &= 382 \cdot 520 \\ &= 198640 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.8.3.2 Perhitungan kebutuhan baut

Dari hasil gaya geser (N_{gs}) dan gaya tumpu (N_{tp}) diambil gaya terkecil untuk menentukan jumlah baut yang dibutuhkan

➤ **Joint 1**



$$N_{11} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_{10} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

Jarak antara baut (s) = $3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$

$$(s) = 7 \cdot d = 7 \cdot 2,01 = 14,1 \text{ cm}$$

(s) yang dipakai = 9 cm

Jarak baut ketepi (s) = $1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,01 = 3,0 \text{ cm}$

$$(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

(s) yang dipakai = 5 cm

kontrol pelat simpul :

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } \sigma = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 37, } f_y &= 3600 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 84 \\ &= 168 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

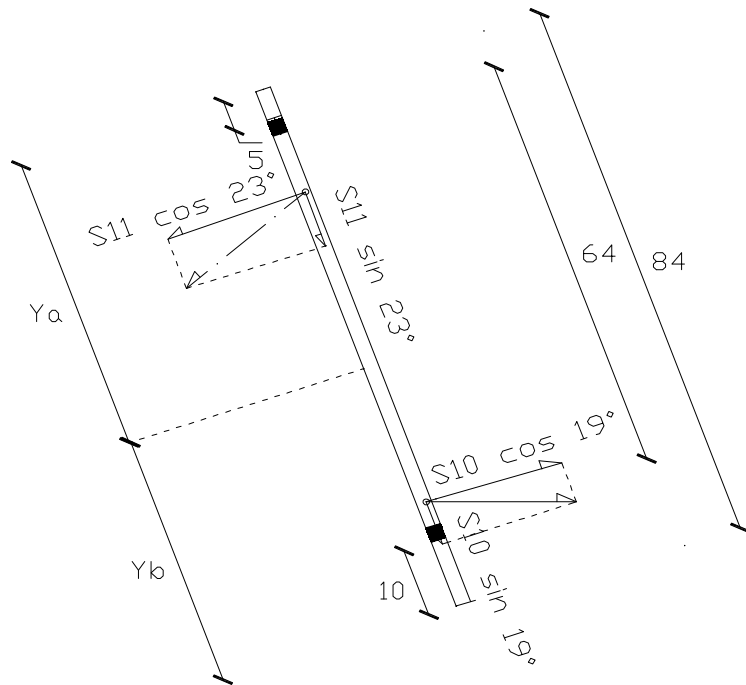
- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} F_{neto} &= (b - n \times d) \times t \\ &= (84 - 2 \times 2.01) \times 2 \\ &= 159.96 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((5 \times 2) \times 3) + ((64 \times 2) \times 39) \\ &\quad + ((10 \times 2) \times 79) \\ &= 6597 \\ y_a &= \frac{6597.000}{159.96} \\ y_a &= 41.242 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_b &= 84 - 41.242 \\ &= 42.758 \text{ cm} \end{aligned}$$



- *Batang no.11*

$$p_{11} = \frac{440191}{2} = 220096$$

$$\begin{aligned} D_{11} &= 220095.5 \times \cos 23^\circ \\ &= 220095.5 \times 0.92 \\ &= 202599 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{11} &= 440191 \times \sin 23^\circ \\ &= 440191 \times 0.3907 \\ &= 171996.3 \end{aligned}$$

- Batang no.10

$$P_{10} = \frac{136180.3}{2} \cdot 68090.1$$

$$\begin{aligned} D_{10} &= 68090.13 \times \cos 19^\circ \\ &= 68090.13 \times 0.95 \\ &= 64380.49 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{10} &= 68090.13 \times \sin 19^\circ \\ &= 68090.13 \times 0.3256 \\ &= 22167.98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= 171996.33 - 22167.98 \\ &= 149828.35 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{total}} &= 202598.98 - 64380.49 \\ &= 266979.46 \text{ kg} \end{aligned}$$

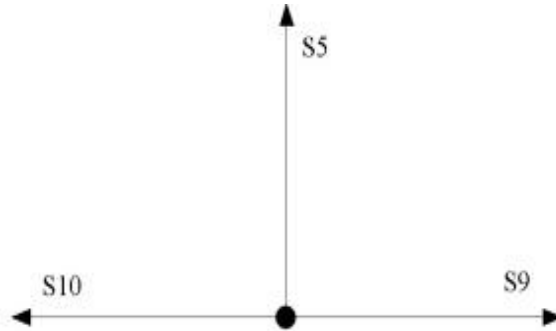
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} M_{\text{max}} &= D_{11} \times Y_a - D_{10} \times Y_b \\ &= 202598.98 \times 41.24 - 64380.49 \times 42.8 \\ &= 5602689 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 2 \times 84^2 \\ &= 2352.00 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cr} &= \frac{N}{F_{\text{neto}}} + \frac{M}{W} \\ &= \frac{149828.3}{159.96} + \frac{5602688.8}{2352.00} \\ &= 3318.76 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok} \end{aligned}$$

➤ **Joint 2**



$$S_{10} = 198640 \text{ kg}$$

$$S_5 = 198640 \text{ kg}$$

$$S_9 = 198640 \text{ kg}$$

$$N_{10} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_5 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_9 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$\text{Jarak antara baut (s)} = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 7 \cdot d = 7 \cdot 2,01 = 14,1 \text{ cm}$$

$$(s) \text{ yang dipakai} = 9 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak baut ketepi (s)} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,01 = 3,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

$$(s) \text{ yang dipakai} = 5 \text{ cm}$$

kontrol pelat simpul :

Diameter baut yang digunakan, $D = \frac{3}{4}$ inch = 1.91 cm
 Kekuatan tarik baut A490, $\sigma = 150$ ksi = 10342.5 kg/cm²
 Tegangan plat Bj 37 fy = 3600 kg/cm²
 Diameter lubang $\frac{3}{4}$ = 1.91 + 0.1 = 2.01 cm

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 93 \\ &= 186 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

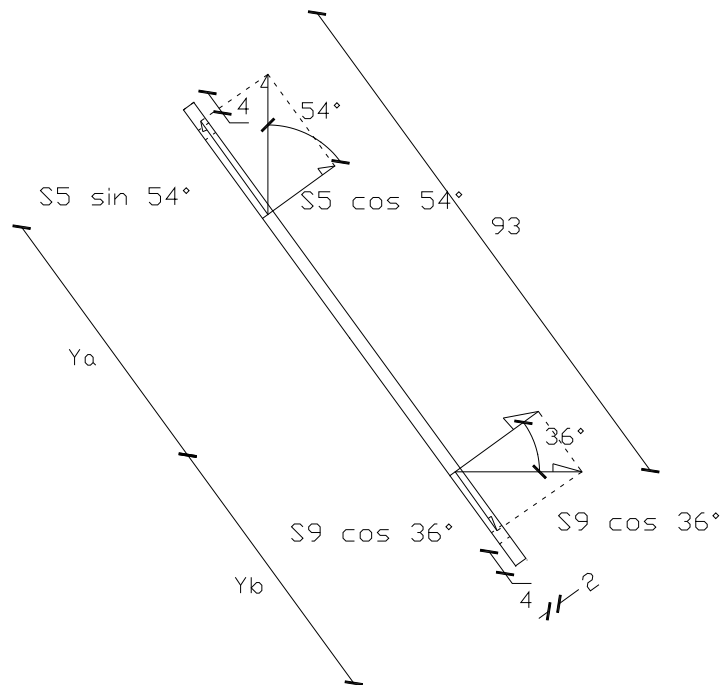
Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} F_{neto} &= (b - n \times d) \times t \\ &= (93 - 2 \times 2.01) \times 2 \\ &= 177.96 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

**karena bidang pelat simetris maka $Y_a = Y_b = 93 \text{ cm} / 2 = 46.5$



- *Batang no.5*

$$P_5 = \frac{67166.23}{2} = 33583$$

$$\begin{aligned} D_5 &= 33583.12 \times \cos 54^\circ \\ &= 33583.12 \times 0.59 \\ &= 19739.66 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_5 &= 33583.12 \times \sin 54^\circ \\ &= 33583.12 \times 0.809 \\ &= 27169.31 \end{aligned}$$

- *Batang no.9*

$$P_9 = \frac{63673.34}{2} = 31837$$

$$\begin{aligned} D_9 &= 31836.67 \times \cos 36^\circ \\ &= 31836.67 \times 0.81 \\ &= 25756.41 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_9 &= 31836.67 \times \sin 36^\circ \\ &= 31836.67 \times 0.5878 \\ &= 18713.12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= 27169.312 - 18713.12 \\ &= 8456.1884 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{total}} &= 19739.661 + 25756.41 \\ &= 45496.066 \text{ kg} \end{aligned}$$

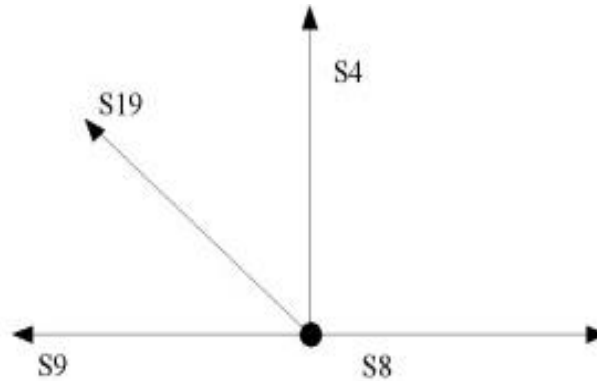
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}M_{\max} &= D5 \times Y_a - D9 \times Y_b \\ &= 19739.66 \times 46.50 - 25756.41 \times 46.5 \\ &= 2115566 \text{ kgcm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 2 \times 93^2 \\ &= 2883.00 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{N}{F_{\text{neto}}} + \frac{M}{W} \\ &= \frac{8456.188}{177.96} + \frac{2115566.1}{2883.00} \\ &= 781.32 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{..... Ok}\end{aligned}$$

➤ **Joint 4**



$$S_{19} = 198640 \text{ kg}$$

$$S_4 = 198640 \text{ kg}$$

$$S_8 = 198640 \text{ kg}$$

$$S_9 = 198640 \text{ kg}$$

$$N_{19} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_4 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_8 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_9 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$\text{Jarak antara baut (s)} = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 7 \cdot d = 7 \cdot 2,01 = 14,1 \text{ cm}$$

(s) yang dipakai = 9cm

$$\text{Jarak baut ketepi (s)} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,01 = 3,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

(s) yang dipakai = 5 cm

kontrol pelat simpul :

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } \sigma = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 37, } f_y &= 3600 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 93 \\ &= 186 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

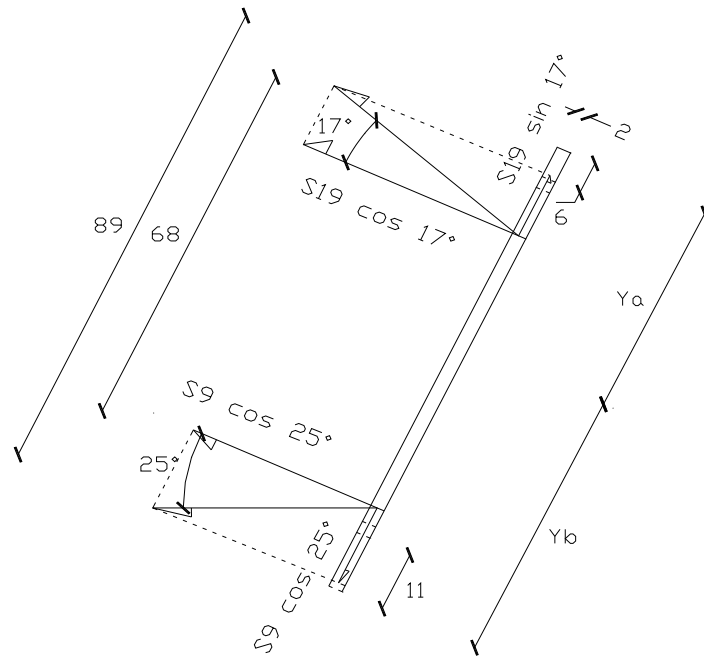
- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} F_{neto} &= (b - n \times d) \times t \\ &= (93 - 2 \times 2.01) \times 2 \\ &= 177.96 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((6 \times 2) \times 3) + ((68 \times 2) \times 39) \\ &\quad + ((11 \times 2) \times 83.5) \\ &= 7177 \\ y_a &= \frac{7177.000}{177.96} \\ y_a &= 40.329 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_b &= 93 - 40.329 \\ &= 52.671 \text{ cm} \end{aligned}$$



- *Batang no.19*

$$P_{11} = \frac{9608.607}{2} = 4804.3 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{11} &= 9608.607 \times \cos 17^\circ \\ &= 9608.607 \times 0.96 \\ &= 9188.757 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{11} &= 9608.607 \times \sin 17^\circ \\ &= 9608.607 \times 0.2924 \\ &= 2809.285 \end{aligned}$$

- *Batang no.9*

$$P_{10} = \frac{63673.34}{2} = 31837 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{10} &= 31836.67 \times \cos 25^\circ \\ &= 31836.67 \times 0.91 \\ &= 28853.82 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{10} &= 31836.67 \times \sin 25^\circ \\
 &= 31836.67 \times 0.4226 \\
 &= 13454.76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{total} &= 2809.2848 - 13454.76 \\
 &= -10645.47 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{total} &= 9188.7566 + 28853.82 \\
 &= 38042.577 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

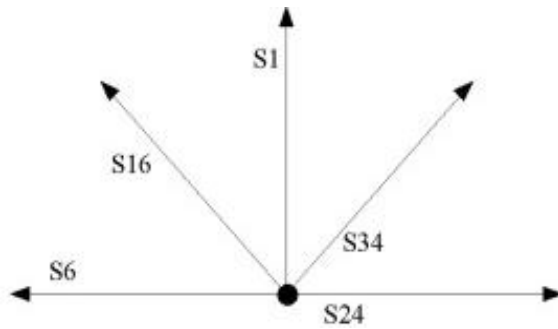
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}
 M_{max} &= D_{11} \times Y_a - D_{10} \times Y_b \\
 &= 9188.76 \times 40.33 - 28853.82 \times 52.7 \\
 &= -1149176 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\
 &= \frac{1}{6} \times 2 \times 93^2 \\
 &= 2883.00 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{N_u}{A_n} + \frac{M_u}{Z_x} \\
 &= \frac{-10645.47}{177.96} + \frac{-1149176.3}{2883.00} \\
 &= -458.42 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

➤ **Joint 5**



$$S_6 = 198640 \text{ kg}$$

$$S_{16} = 198640 \text{ kg}$$

$$S_1 = 198640 \text{ kg}$$

$$S_{34} = 198640 \text{ kg}$$

$$S_{24} = 198640 \text{ kg}$$

$$N_6 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_{16} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_1 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_{34} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

$$N_{24} = \frac{46979,898}{19680,61} = 2,387 \quad \approx 16 \text{ baut}$$

Jarak antara baut $(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$

$(s) = 7 \cdot d = 7 \cdot 2,01 = 14,1 \text{ cm}$

(s) yang dipakai = 9cm

Jarak baut ketepi $(s) = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,01 = 3,0 \text{ cm}$

$(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$

(s) yang dipakai = 5 cm

kontrol pelat simpul :

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } \sigma = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 37, } f_y &= 3600 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 125 \\ &= 250 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

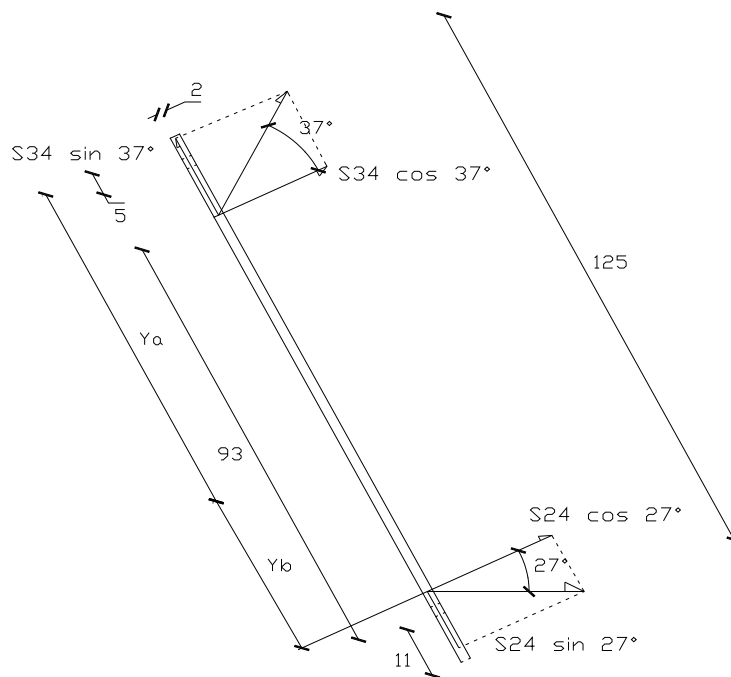
- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} F_{neto} &= (b - n \times d) \times t \\ &= (125 - 2 \times 2.01) \times 2 \\ &= 241.96 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((5 \times 2) \times 3) + ((93 \times 2) \times 51.5) \\ &\quad + ((11 \times 2) \times 120) \\ &= 12233 \\ y_a &= \frac{12233.000}{241.96} \\ y_a &= 50.558 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_b &= 125 - 50.558 \\ &= 74.442 \text{ cm} \end{aligned}$$



- *Batang no.34*

$$P_{34} = \frac{46232.9}{2} = 23116 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{34} &= 23116.45 \times \cos 37^\circ \\ &= 23116.45 \times 0.8 \\ &= 18461.62 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{34} &= 23116.45 \times \sin 37^\circ \\ &= 23116.45 \times 0.6018 \\ &= 13911.83 \text{ kg} \end{aligned}$$

- *Batang no.24*

$$P_{24} = \frac{64979.9}{2} = 32489.95 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{24} &= 32489.95 \times \cos 27^\circ \\ &= 32489.95 \times 0.89 \\ &= 28948.76 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{24} &= 32489.95 \times \sin 27^\circ \\ &= 32489.95 \times 0.454 \\ &= 14750.13 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{total}} &= 13911.827 - 14750.13 \\ &= -838.3007 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\text{total}} &= 18461.619 + 28948.76 \\ &= 47410.375 \text{ kg} \end{aligned}$$

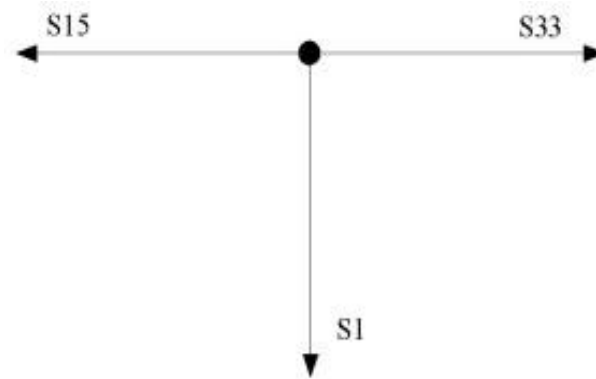
Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned} \text{Max} &= D_{11} \times Y_a - D_{10} \times Y_b \\ &= 18461.62 \times 50.56 - 28948.76 \times 74.4 \\ &= 3088386 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 2 \times 125^2 \\ &= 5208.33 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{F_{\text{neto}}} + \frac{M}{W} \\ &= \frac{-838.3007}{241.96} + \frac{3088386}{5208.33} \\ &= 589.51 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok} \end{aligned}$$

➤ **Joint 5**



$$S15=198640 \text{ kg}$$

$$S33= 198640 \text{ kg}$$

$$S1 = 198640 \text{ kg}$$

$$N_{33} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16\text{baut}$$

$$N_{15} = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16\text{baut}$$

$$N_1 = \frac{198640}{19680,61} = 10,1 \quad \approx 16\text{baut}$$

$$\text{Jarak antara baut (s)} = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 7 \cdot d = 7 \cdot 2,01 = 14,1 \text{ cm}$$

$$(s) \text{ yang dipakai} = 9 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak baut ketepi (s)} = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 2,01 = 3,0 \text{ cm}$$

$$(s) = 3 \cdot d = 3 \cdot 2,01 = 6,0 \text{ cm}$$

$$(s) \text{ yang dipakai} = 5 \text{ cm}$$

kontrol pelat simpul :

$$\begin{aligned} \text{Diameter baut yang digunakan, } D = \frac{3}{4} \text{ inch} &= 1.91 \text{ cm} \\ \text{Kekuatan tarik baut A490, } \sigma = 150 \text{ ksi} &= 10342.5 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan plat Bj 37, } f_y &= 3600 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Diameter lubang } \frac{3}{4} &= 1.91 + 0.1 = 2.01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Luas penampang plat

- Luas pelat kotor :

$$\begin{aligned} A_g &= t \times b \\ &= 2 \times 95 \\ &= 190 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimana : t = tebal plat simpul = 2 cm

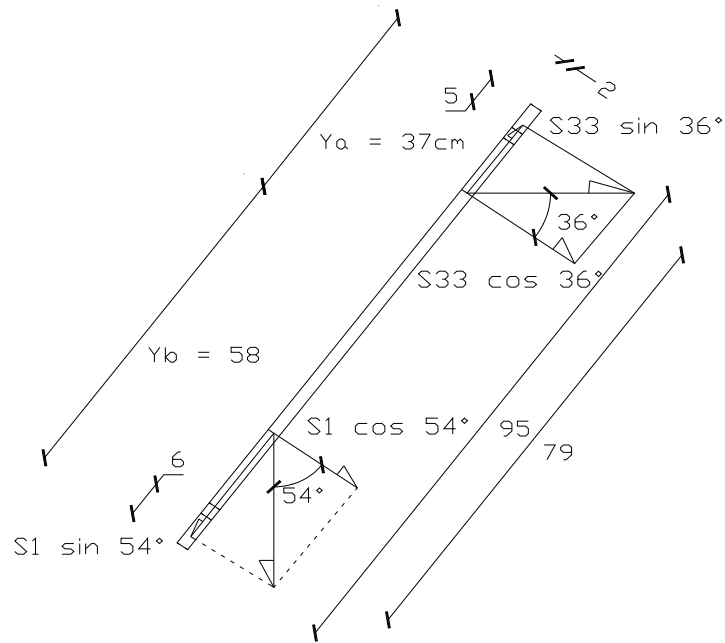
- Luas bersih pelat :

$$\begin{aligned} F_{neto} &= (b - n \times d) \times t \\ &= (95 - 2 \times 2.01) \times 2 \\ &= 181.96 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

menentukan letak titik berat

$$\begin{aligned} A_n \times y_a &= ((5 \times 2) \times 3) + ((79 \times 2) \times 46.5) \\ &\quad + ((6 \times 2) \times 92) \\ &= 8476 \\ y_a &= \frac{8476.000}{181.96} \\ y_a &= 46.582 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_b &= 95 - 46.582 \\ &= 48.418 \text{ cm} \end{aligned}$$



- *Batang no.33*

$$P_{33} = \frac{376344.7}{2} = 188172.3 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_{33} &= 188172.3 \times \cos 36^\circ \\ &= 188172.3 \times 0.81 \\ &= 152234.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{33} &= 188172.3 \times \sin 36^\circ \\ &= 188172.3 \times 0.5878 \\ &= 110604.9 \end{aligned}$$

- *Batang no.1*

$$P_1 = \frac{6917.971}{2} = 3458.986 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} D_1 &= 3458.986 \times \cos 54^\circ \\ &= 3458.986 \times 0.59 \\ &= 2033.141 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N1 &= 3458.986 \times \sin 54^\circ \\
 &= 3458.986 \times 0.809 \\
 &= 2798.378 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{\text{total}} &= 2798.3781 - 110604.9 \\
 &= -113403.3 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{\text{total}} &= 152234.61 + 2033.141 \\
 &= 154267.75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat gaya geser

$$\begin{aligned}
 M_{\text{max}} &= D33 \times Y_a - D1 \times Y_b \\
 &= 152234.61 \times 46.58 - 2033.14 \times 48.4 \\
 &= 6992901 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{1}{6} \times t \times h^2 \\
 &= \frac{1}{6} \times 2 \times 95^2 \\
 &= 3008.33 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{N}{F_{\text{neto}}} + \frac{M}{W} \\
 &= \frac{-113403.3}{181.96} + \frac{6992901}{3008.33} \\
 &= 1701.28 \text{ kg/cm}^2 < f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

3.9. Perencanaan perletakan

A. Perletakan Sendi

1. Tebal Bantalan (S1)

Direncanakan :

$$l = L + 40 \\ = 60 + 40 = 100 \text{ cm}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$P = 326957.34 \text{ kg}$$

$$\sigma = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$s1 = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot \sigma}} \quad (\text{Struyk H.,J.,Ir., van der Veen K.H.C.W, Ir. Prof., hal 249}) \\ = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \times 326957.3 \times 100}{50 \times 0.9 \times 2400}} \\ = 15.07 \approx 8 \text{ cm}$$

2. Tebal Bantalan (S2)

$$Mu = \frac{1}{8} \times P \times l \\ = \frac{1}{8} \times 326957.34 \times 100 \\ = 4086966.75 \text{ kg cm}$$

$$W = \frac{M}{\phi \times \sigma} \\ = \frac{1530909.77}{0.9 \times 2400} \\ = 708.754525 \text{ cm}^3$$

untuk harga $S_2, S_3, S_4,$ di pakai tabel Muller Breslaw

Tabel Muller Breslaw

$\frac{h}{S_2}$	$\frac{h}{a \times S_3}$	W
3	4	$0.2222 \times a \times h^2 \times S_3$
4	4.2	$0.2251 \times a \times h^2 \times S_3$
5	4.6	$0.2286 \times a \times h^2 \times S_3$
6	5	$0.2315 \times a \times h^2 \times S_3$

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

$$\text{Diambil } \frac{h}{S_2} = 4 \quad : \quad \frac{b}{a \times S_3} = 4.2$$

$$\text{Diambil } \frac{h}{S_2} = 4 \quad : \quad \frac{b}{a \times S_3} = 4.2$$

Dipakai jumlah rusuk (a) = 4 buah

$$\frac{h}{S_2} = 4$$

$$\frac{h}{a \times S_3} = 4.2$$

$$S_3 = \frac{b}{4,2 \cdot a} = \frac{50}{4,2 \times 4} = 2,976 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$$

Mencari nilai h dipakai rumus :

$$\begin{aligned} W &= 0.2251 \times a \times h^2 \times S_3 \\ &= 0.2251 \times 4 \times h^2 \times 3 \\ &= 2.7012 \times h^2 \end{aligned}$$

$$708.755 \text{ cm}^3 = 2.7012 \times h^2$$

$$h^2 = \frac{708.755}{2.7012}$$

$$= 262.39$$

$$h = 16.198 \text{ cm} \gg 20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \frac{h}{S_2} = 4 &\longrightarrow S_2 = \frac{20}{4} \\ &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$S_4 = \frac{h}{6} = \frac{20}{6} = 3.33 \gg 3.5 \text{ cm}$$

$$S_4 = \frac{h}{9} = \frac{20}{9} = 2.22 \gg 3 \text{ cm}$$

3. Garis Tengah Sumbu Sendi

$$\frac{1}{2} \cdot d_1 = \frac{0,8 \cdot P}{w \cdot \tau \cdot L} \quad (\text{Struyk H., J, Ir., van der Veen K. H. C. W, Ir. Prof., hal 250})$$

$$= \frac{0.8 \times 326957.34}{0.9 \times 2400 \times 100}$$

$$\frac{1}{2} d_1 = 1.211 \text{ cm} = 3.5 \text{ cm}$$

untuk d_1 minimum diambil 7 cm

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

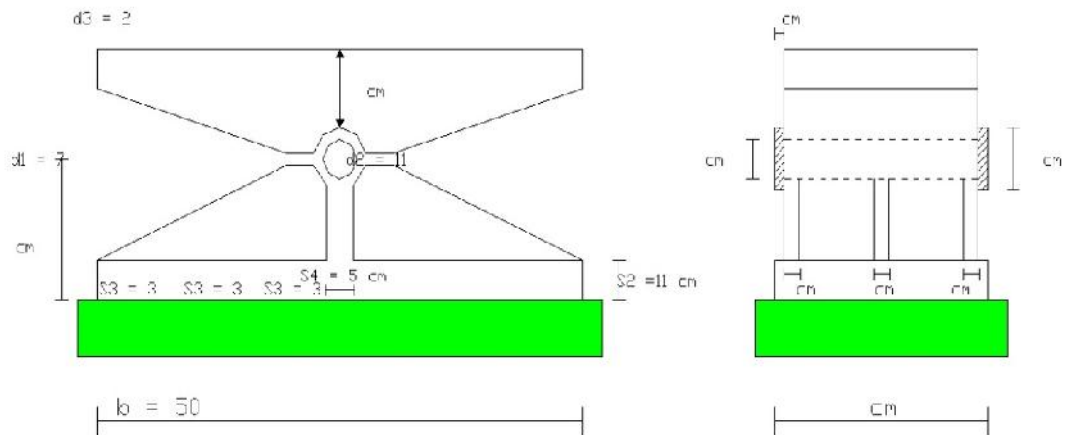
$$d3 = \frac{1}{4} \times 7$$

$$= 1.75 = 2 \text{ cm}$$

$$d2 = d1 + (2 \times d3)$$

$$= 7 + (2 \times 2)$$

$$= 11 \text{ cm}$$



Gambar 3.21 Perletakan Sendi

A. Perletakan Rol

- Panjang empiris dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} l &= L + 40 \\ &= 60 + 40 \\ &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$b = 50$$

$$F = 326957.34 \text{ kg}$$

- Tebal bantalan :

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot \frac{t}{b}}} \quad (\text{Struyk H.,J,Ir., van der Veen K.H.C.W, Ir. Prof., hal 250)] \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot 326957,34 \cdot 100}{50 \cdot 0,90 \cdot 2400}} \\ &= 15.0683 \text{ cm} \quad 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

▪ Diameter rol :

$$d_4 = 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{l \cdot (\dagger_b)^2} \quad (\text{Struyk H.,J.,Ir., van der Veen K.H.C.W, Ir. Prof., hal 250})$$

$f_u = 8500 \text{ kg/cm}^2$ tegangan putus untuk A529

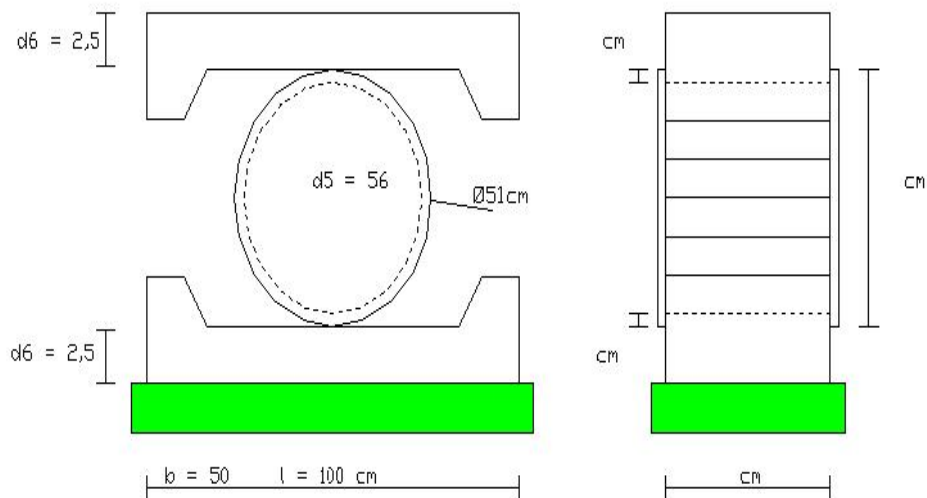
$$\begin{aligned} d_4 &= 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{326957,34}{100 \cdot (0,9 \cdot 8500)^2} \\ &= 50,23 = 51 \text{ cm} \end{aligned}$$

▪ Tebal bibir rol :

$d_6 =$ diambil sebesar 2,5 cm

▪ Tinggi total rol :

$$\begin{aligned} d_5 &= d_4 + 2 \cdot d_6 \\ &= 51 + 2 \cdot 2,5 \\ &= 56 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 3.22 Perletan Rol

BAB IV
KEBUTUHAN BAHAN

4.1 Profil Baja

A. Gelagar Memanjang

- Profil yang digunakan = W12X120
- Berat Total profil = 80279,734 kg

B. Gelagar Melintang

- Profil yang digunakan = W14X341
- Berat Total profil = 82690,188 kg

C. Gelagar Induk

- 1 Profil yang digunakan = W21X201
- Berat Total profil = 149719,75 kg

2Ikatan Angin

- Profil yang digunakan = PIPX100
- Berat Total profil = 9022,450 kg

- Berat kebutuhan bahan total
= 80279,734 kg + 82690,188 kg + 149719,75 kg + 9022,450 kg
= 321712,125 kg

4.2 Kebutuhan Bahan Untuk Lantai Kendaraan dan Trotoir

4.2.1 Kebutuhan Besi Tulangan (F_y 260 Mpa)

1 Lonjor = 12 m

- Tulangan pokok D20 - 200 mm

$$\begin{aligned}\text{Panjang total tulangan} &= \left[\left(\frac{50,0}{0,20} \times 8,6 \right) + \left(\frac{8,6}{0,20} \times 50,0 \right) \right] \\ &= 4300 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tulangan} &= \frac{4300}{12} \\ &= 358,33 \text{ lonjor}\end{aligned}$$

- Tulangan bagi ϕ 10 – 200 mm

$$\begin{aligned}\text{Panjang total tulangan} &= \left[\left(\frac{50,0}{0,20} \times 8,6 \right) + \left(\frac{8,6}{0,20} \times 50,0 \right) \right] \\ &= 4300 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tulangan} &= \frac{4300}{12} \\ &= 358,33 \text{ lonjor}\end{aligned}$$

4.3.2 Kebutuhan Beton ($f'_c = 30$ Mpa)

1. Lantai Kendaraan

- Lebar lantai = 8,6 m
- Panjang lantai = 50,0m
- Tebal lantai = 0,29 m
- Volume beton = $8,6 \times 50,0 \times 0,29$
= $124,7 \text{ m}^3$

2. Lantai Trotoir

- Lebar lantai = $2 \times 0,8 \text{ m}$
= 1,6m
- Panjang lantai = 50,0 m
- Tebal lantai = 0,37 m
- Volume beton = $1,6 \times 50,0 \times 0,37$
= $29,6 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}\text{Jadi total kebutuhan beton} &= 124,7 + 29,6 \\ &= 154,3 \text{ m}^3\end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan plat lantai kendaraan :
 - Tabal plat beton : 220 mm
 - Dipakai tulangan pokok : D22 – 200 mm
 - Dipakai tulangan bagi : ϕ 10 – 200 mm
2. Pada perencanaan gelagar memanjang :
 - Dipakai profil : W12X120
 - Berat total profil : 80279,734 kg
3. Pada perencanaan gelagar melintang :
 - Dipakai profil : W14X341
 - Berat total profil : 82690,188 kg
4. Pada perencanaan gelagar induk :
 - Dipakai profil : W21X201
 - Berat total profil : 149719,75 kg
5. Pada perencanaan ikatan :
 - Dipakai profil : PIPX100
 - Berat total profil : 9022,450 kg

6. Pada perhitungan perletakan jembatan :

- b : 50 cm
- l : 100 cm

Berdasarkan hasil uraian diatas dari analisa perencanaan, maka penyusun dapat mengambil kesimpulan :

1. Pada perencanaan jembatan rangka baja tipe Parker Truss dengan menggunakan metode ASD dihasilkan konstruksi yang lebih kuat didalam menahan beban ultimate sehingga lendutan yang dihasilkan akibat kombinasi beban mati dan beban hidup yang bekerja lebih kecil
2. Pada perencanaan jembatan dengan menggunakan rangka baja tipe Parker Truss pada Jembatan Trisula didapatkan berat total profil baja yang dibutuhkan sebagai konstruksi yaitu sebesar 321712,125 kg
3. Pada perencanaan jembatan rangka baja tipe Parker Truss dengan menggunakan perencanaan struktur truss mempunyai beberapa kelebihan.

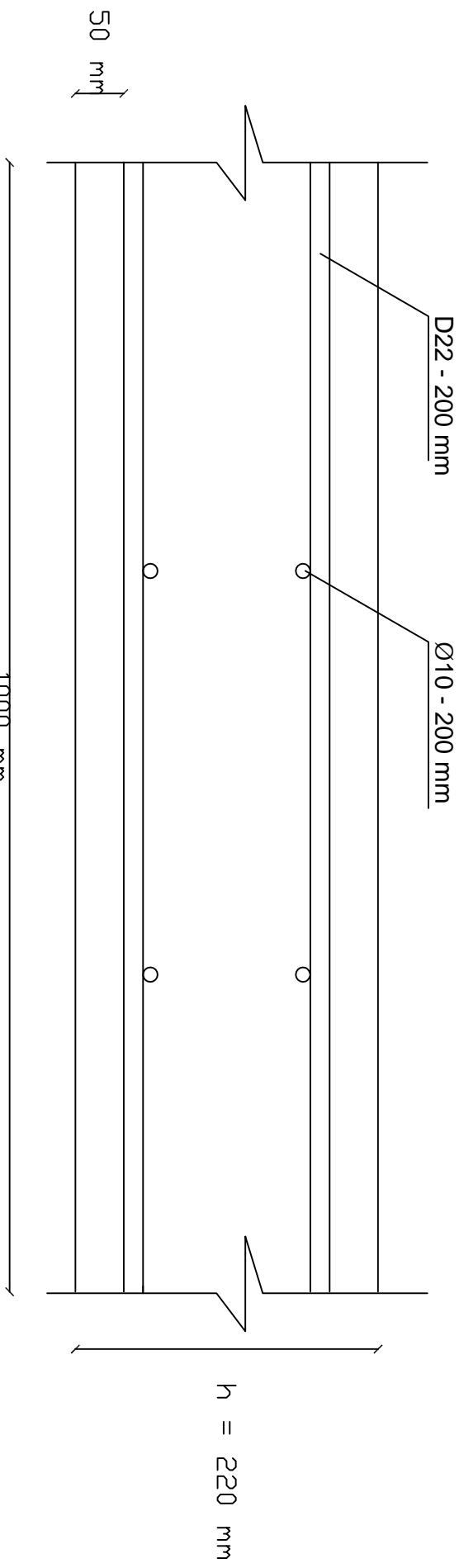
Kelebihannya di Truss yaitu :


- a. Tahan terhadap beban kejut (untuk jembatan) yang besar / bagus untuk mengantisipasi gaya kejut yang besar.
- b. Lebih tahan terhadap deformasi, kurang lebih 2,48 kali kalau tidak di Truss.


5.2 **Saran**

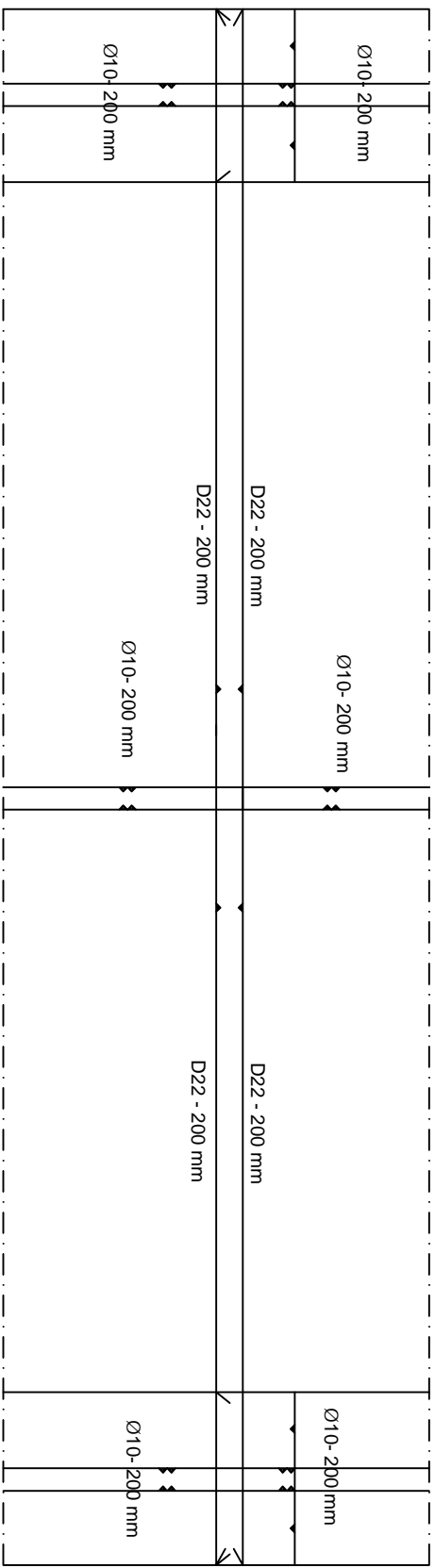
Saran penulis adalah sebagai berikut :


1. Analisa dengan menggunakan program bantu STAAD Pro 2004 sangat tepat dalam menganalisa suatu struktur jembatan rangka baja tipe Parker truss, sebab waktu yang diperlukan akan lebih singkat dengan tingkat kesalahan yang relative sangat kecil dari perhitungan secara manual.
2. Mengingat begitu pentingnya fungsi dari jembatan, maka dalam setiap perencanaan konstruksi jembatan banyak hal yang harus diperhatikan terutama dalam hal sambungan yang sangat riskan sekali dalam kegagalan struktur, karena kekuatan jembatan pada dasarnya sangat ditentukan oleh kekuatan konstruksinya.
3. Jembatan rangka baja tipe Parker Truss memiliki kelemahan didalam menahan lendutan yang terjadi, gaya tarik paling dominan terjadi pada batang bagian bawah sehingga profil baja yang digunakan besar. Untuk mengatasi lendutan yang terjadi oleh sebab itu pada beberapa bagian harus menggunakan struktur Truss.
4. Pada jembatan peraturan pembebanannya sangat berbeda dengan model pembebanannya pada gedung. Untuk itu perlu diperhatikan pembagian pembebanannya berdasarkan peraturan yang berlaku. Setiap Negara mempunyai standart peraturan yang berbeda-beda antara negara yang satu dan negara yang lainnya. Peraturan pembebanan yang bisa dipakai yaitu buku peraturan perencanaan teknik jembatan (BMS 1992) yang memang berlaku diIndonesia.

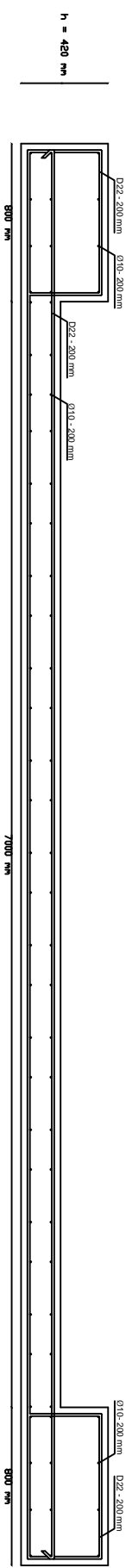




PENULANGAN PLAT LANTAI
 Skala 1 : 5


	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL SK RIPS "Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe (Parker Truss) dengan metode ASD di jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung".	URAIAN :	
DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21.082)			
NAMA GAMBAR : PENULANGAN PLAT LANTAI		DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
No Gambar : 1		< _____ > < _____ >	
Skala :			

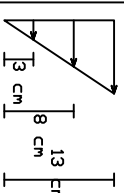
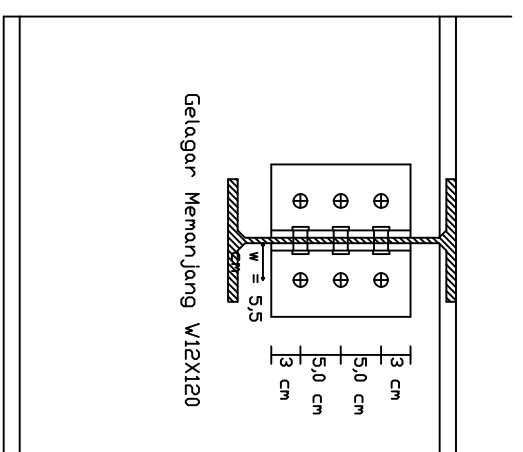
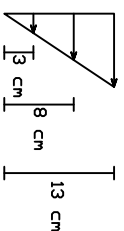
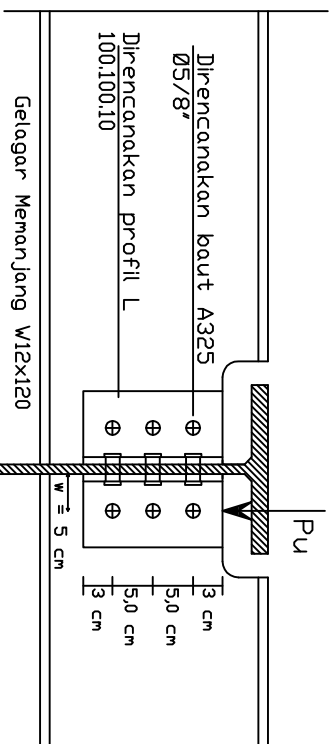



REINLENGAN PLAT LANTAI DAN TROTOIR
 Skala 1 : 10





PLAT LANTAI DAN TROTOIR
 Skala 1 : 10

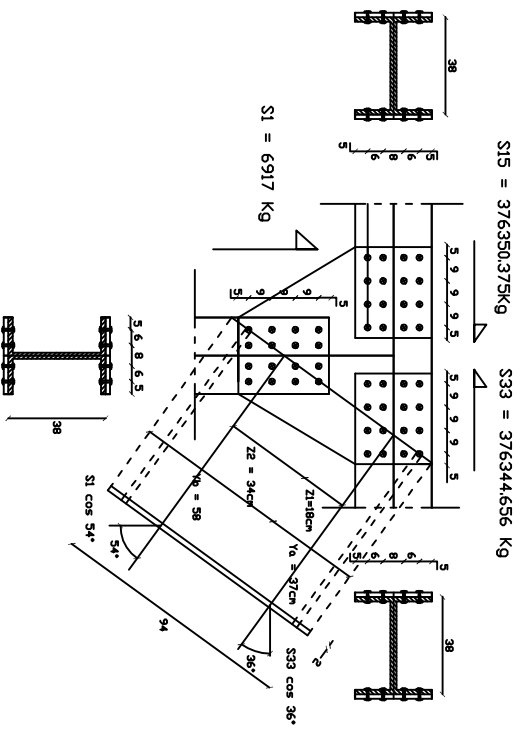
	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL		URAIAN :	DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21.082)	DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
	"Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe (Parker Truss) dengan metode ASD di jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung". SK RIPS1					




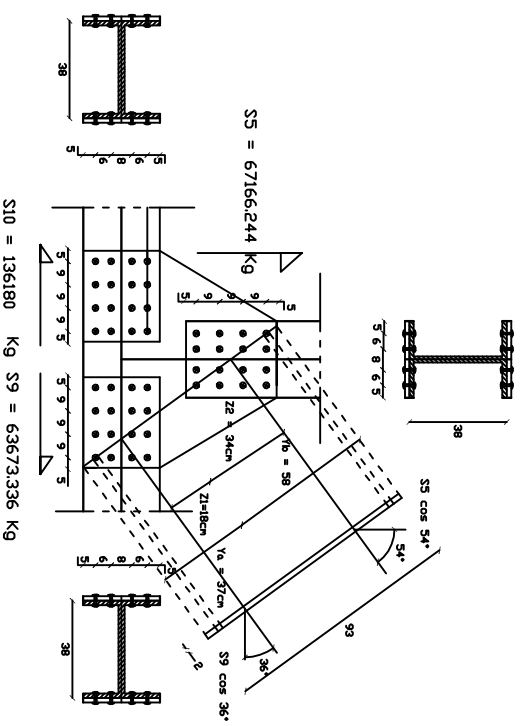
SAMBUNGAN GELAGAR MELINTANG DENGAN GELAGAR MEMANJANG

Skala 1 : 10

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL SK RIPS "Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe (Parker Truss) dengan metode ASD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung".	URAIAN :
	DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21.082)	
	NAMA GAMBAR : SAMBUNGAN GELAGAR MELINTANG DENGAN GELAGAR MEMANJANG	DOSEN PEMBIMBING 1 :
	No Gambar : 6 Skala :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
	_____ _____	_____ _____



 **SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JDINT E)**
Skala 1 : 20



 **SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JDINT C)**
Skala 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MAI LANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI

"Perencanaan ulang bangunan atas
jembatan rangka baja tipe (Parker Truss)
dengan metode ASD di Jembatan Trisula
Kecamatan Kademangan Kabupaten
Tulangagung".

URAIAN :

NAMA GAMBAR :
JEMBATAN Parker Truss

TANGGAL : AGUSTUS 2014

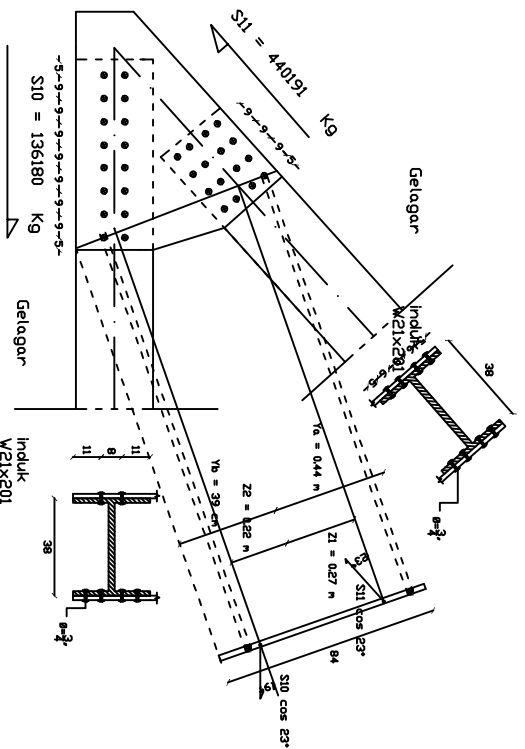
No Gambar : 19

Skala : 1 : 20

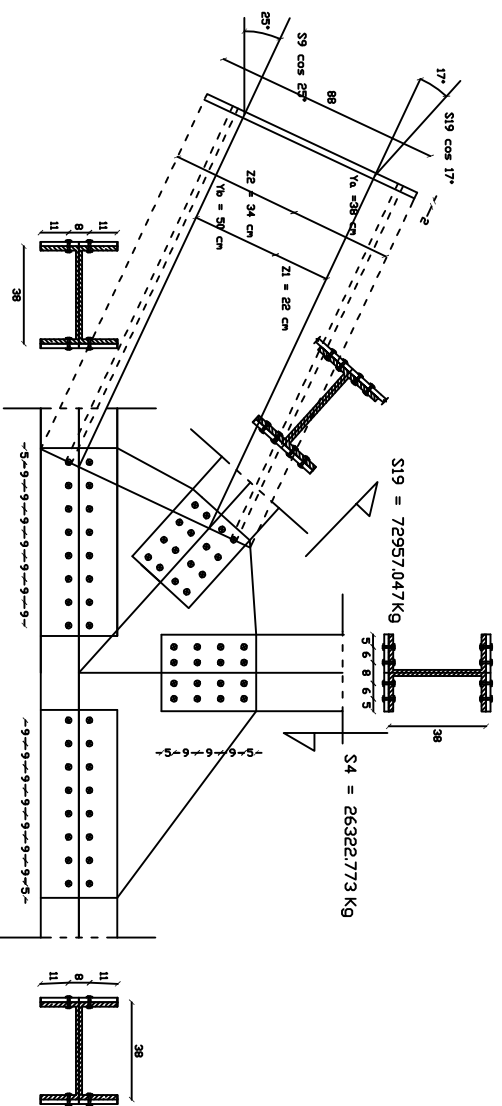
DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21082)

DOSEN PEMBIMBING 1 :

DOSEN PEMBIMBING 2 :



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JDINT A)
Skala 1 : 20



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JDINT D)
Skala 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MAILANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL &

PERENCANAAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI

"Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe (Parker Truss) dengan metode ASD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung".

URAIAN:

DIGAMBAR: Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21082)

NAMA GAMBAR:

JEMBATAN Parker Truss

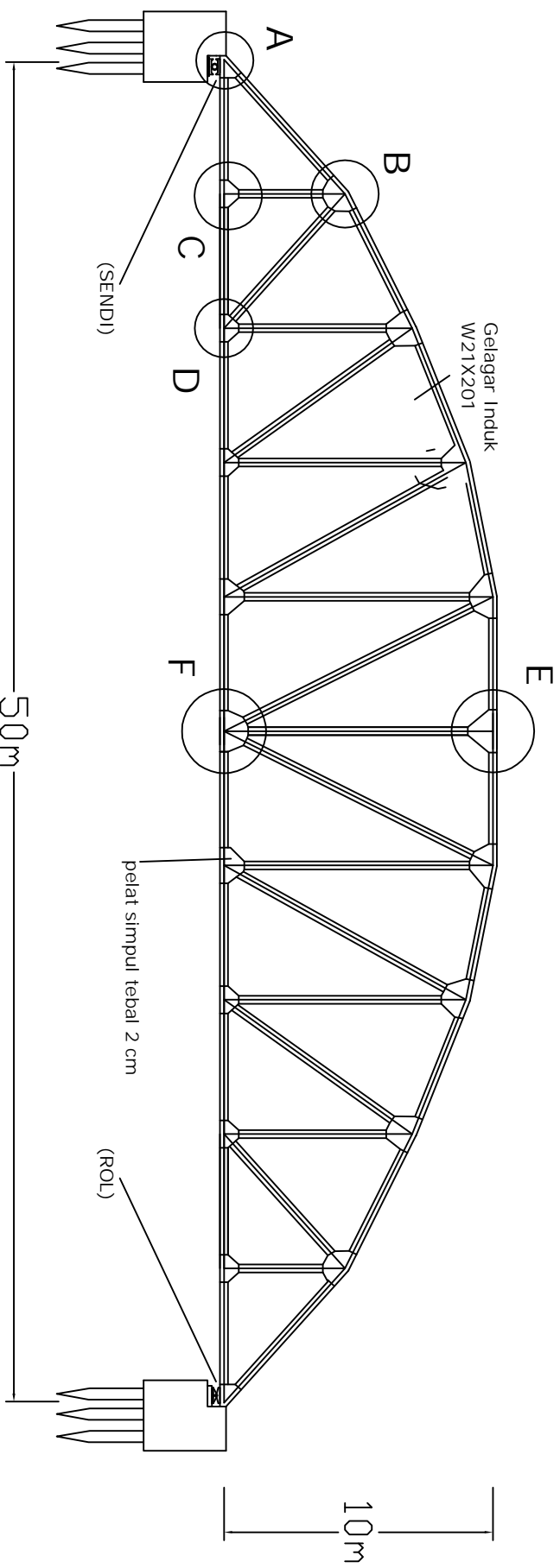
DOSEN PEMBIMBING 1:

DOSEN PEMBIMBING 2:


TANGGAL: AGUSTUS 2014

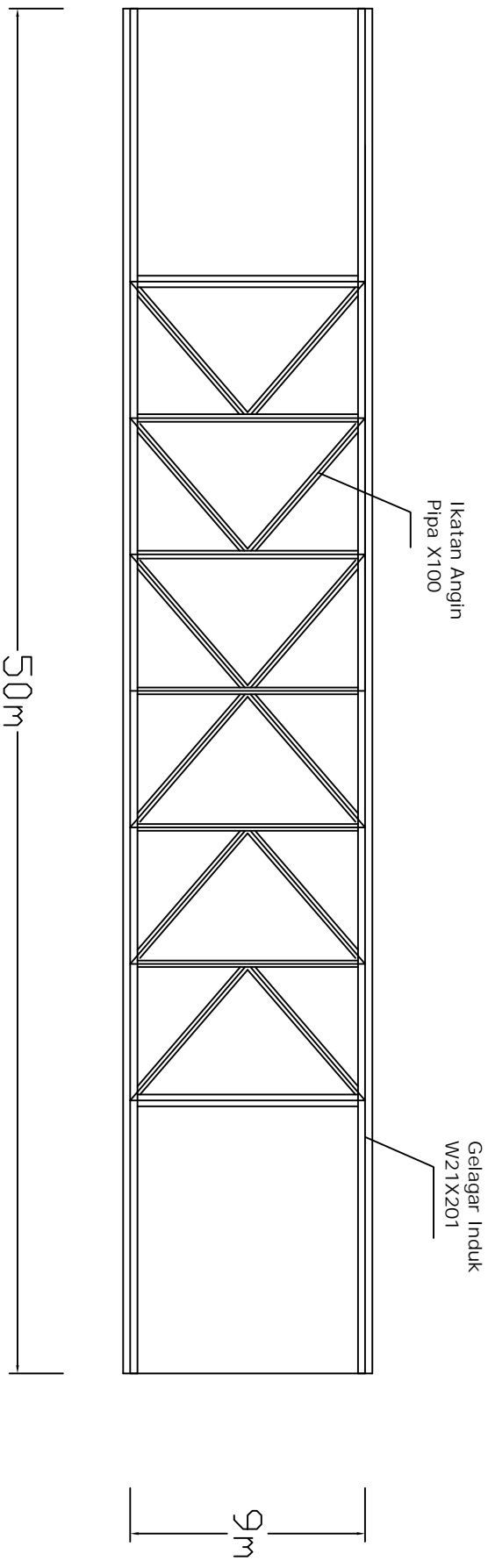
No Gambar: 19


Skala: 1 : 20




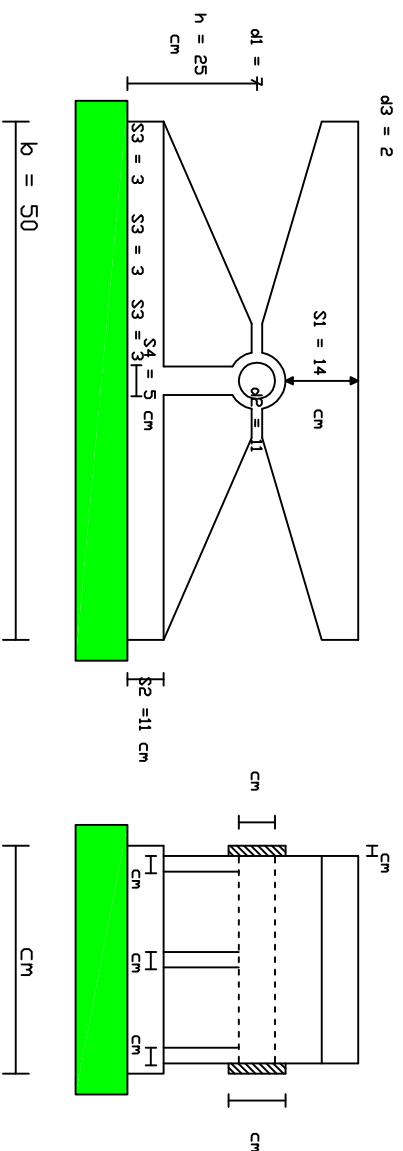
Gambar Jembatan Tampak Atas
Skala 1 : 60

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG	URAIAN :	DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21.082)	DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
	FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL				
"Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe (Parker Truss) dengan metode ASD di jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung".		SKRIPSI	TANGGAL : AGUSTUS 2014	No Gambar : 19	Skala : 1 : 20

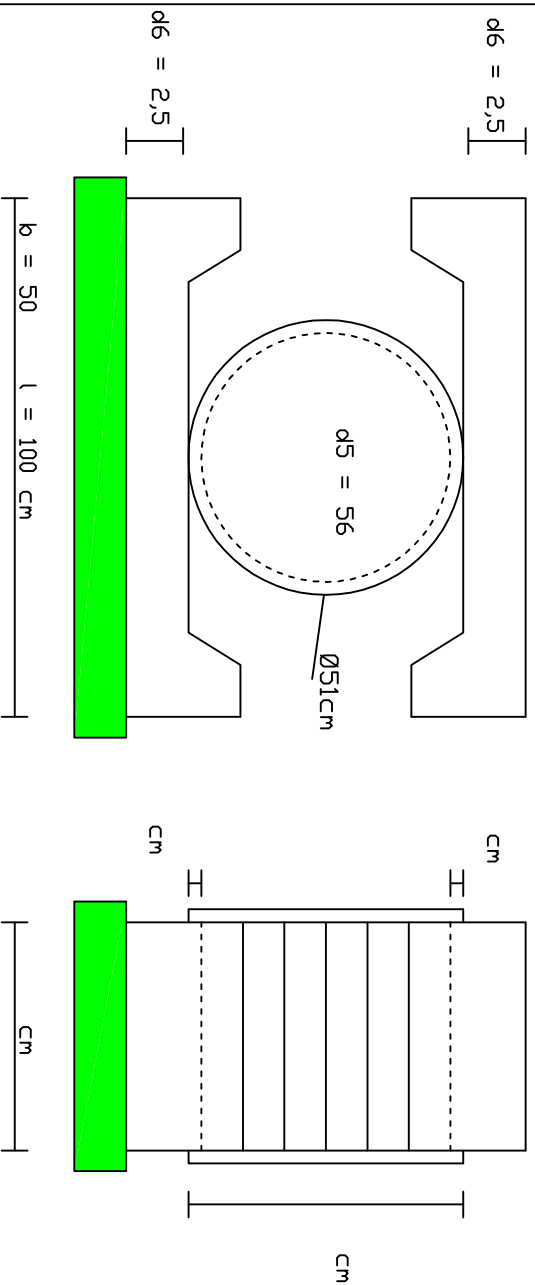



SAMBUNGAN GELAGAR INDUK (JOINT D)
 Skala 1 : 60

	INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MAI LANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	URALAN :			
	SKRIPSI "Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe (Parker Truss) dengan metode ASD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung".				
		DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21.082)	NAMA GAMBAR : JEMBATAN Parker Truss	DOSEN PEMBIMBING 1 :	DOSEN PEMBIMBING 2 :
			TANGGAL : AGUSTUS 2014	No Gambar :	Skala :
			1	2	2



TUMPUAN SENDI
Skala 1 : 10



TUMPUAN RDL
Skala 1 : 10



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MAI LANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL &
PERENCANAAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL

SKRIPSI

"Perencanaan ulang bangunan atas
jembatan rangka baja tipe (Parker Truss)
dengan metode ASD di jembatan Trisula
Kecamatan Kademangan Kabupaten
Tulungagung".

URAIAN :

DIGAMBAR : Feliciano De Almeida Belo Ximenes (10.21082)

NAMA GAMBAR :

TUMPUAN RDL DAN SENDI

TANGGAL : AGUSTUS 2010

No Gambar : 18

Skala : 1 : 10

DOSEN PEMBIMBING 1 :

DOSEN PEMBIMBING 2 :
