

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA  
BAJA TYPE (K-TRUSS) DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
LRFD DI JEMBATAN KALILANANG, DESA PANDANREJO,  
KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU**



*Disusun oleh:*

**AKH.TAUFIK HIDAYAT**

**12.21.123**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJATIPE K-TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI JEMBATAN KALILANANG,  
DESA PANDANREJO, KECAMATAN BUMIAJI, LOTA BATU**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada hari :Sabtu*

*Tanggal : 27 Agustus 2016*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan*

*Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

**Disusun Oleh :**

**Akh. Taufik Hidayat**

**12.21.123**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua**

**Sekretaris**

**(Ir. A. Agus Santosa, MT)**

**(Ir. Munasih, MT)**

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

**(Ir. A. Agus Santosa, MT)**

**(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)**

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

**2016**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJATIPE K-TRUSS  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI JEMBATAN KALILANANG,  
DESA PANDANREJO, KECAMATAN BUMIAJI, LOTA BATU**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional Malang*

*Disusun Oleh :*

**Akh. Taufik Hidayat**

**12.21.123**

*Disetujui Oleh :*

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**

**(Ir. H. Sudirman Indra, MSc.)**

**(Ir. Ester Priskasari, MT.)**

**Malang, Agustus 2016**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

**(Ir. A. Agus Santosa, MT.)**

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

**2016**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Akh.Taufik Hidayat

Nim : 12.21.123

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe K-Truss Dengan Menggunakan Metode LRFD Di Jembatan Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu” benar-benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya.



Malang, Agustus 2016

Yang Membuat Pernyataan

**Akh.Taufik Hidayat**

**12.21.123**

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Segala Puji Syukur Kehadirat Allah SWT, sumber segala hikmah dan ilmu pengetahuan. Shalawat dan salam bagi junjungan nabi besar kita, Muhammad SAW. Beribu kata ucapan syukur tidak mampu menggambarkan dan mengungkapkan perasaan dan emosi yang penulis rasakan saat ini.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Entah itu dukungan fisik maupun psikis. Dengan bantuan yang diberikan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Terimakasih untuk kedua orang tua saya Sumartono, SPd. dan Tri Kurniati yang selalu menopang saya apapun keadaan saya, yang tak pernah lelah memberikan semangat, dorongan, nasehat, kasih sayang, serta pengorbanan yang tak akan pernah tergantikan oleh siapapun, dan yang tak pernah henti memberikan doa restunya sehingga saya bisa sampai pada ke tahap ini.
2. Terimakasih untuk adek saya satu-satunya yang paling saya sayang Ariza Sultonika (Compet) , yang membuat saya cepat lulus agar bisa minta uang.
3. Terimakasih juga untuk Om Syarif Nol Hidayat se-keluarga ,Om Hendra Juli Santoso se-keluarga, dan Mas Jupriadi se-keluarga yang telah banyak membantu preoses kuliah saya selama ini.

4. Terimakasih juga untuk saudara-saudaraku “Kontrakan Griya Shanta Blok H”, Andi, Arik, Joe, Fery, Zinul yang telah banyak membantu dan kita senang jalan bersama.
5. Untuk saudaraku “Ten Brother”, Angga, Erwin, Arik, Ulin, Bani, Ruli, Farid, Husni, Arezi terima kasih atas doa dan dukungannya, semoga kita sukses semua Bro..... Amin!! I Miss You Cong.
6. Untuk Ika Septihani Sunitasari (Manis Bergingsul) “terima kasih atas doa dan dukungannya, yang selalu bikin usil dan bikin semangat, selalu bilang “cepat lulus terus cepat nikahin yaa!”, serta hari-hari yang penuh kisah senang dan kisah sedih kita hadapi bersama. I Always Miss You.
7. Untuk saudara-saudaraku satu kos “Jalan Raya Candi IIIA” yang ikut memeriahkan hari-hari saya selama proses pengerjaan skripsi ini Aris, Rian, Ibnu, Gusti Made.
8. Terimakasih juga untuk temen-teman satu perjuangan saya di Fakultas teknik ITN terutama kepada anak-anak teknik sipil angkatan 2012 dan juga “PERACS SQUAD” Maksum, Doni, Minanti, Bagus, Arko, Billy, Nanda, Wilman, Rio . I Miss You Guys.
9. Tak lupa kepada guru saya Trias Sembodo yang selalu meuntun dengan tak kenal lelah tanpa pamrih saat mengerjakan skripsi sampai larut malam, membimbing saya dalam mengerjakan revisi, terimakasih karena telah memberikan semangat, tuntunan serta bimbingan kepada saya untuk lebih berani menghadapi kerasnya kehidupan yang sebenarnya.

10. Terimakasih juga kepada sahabat saya dikampus yang selalu memberi semangat serta membantu saat mengerjakan skripsi, Pak Librad, Seprianus, Samuel.S.

Dan untuk semua pihak yang tidak dapat disebutkan semuanya. Terimakasih atas semua dukungan dan doanya. Semoga Allah SWT selalu memberikan balasan untuk semua keikhlasan yang telah diberikan kepa penulis.

## ABSTRAKSI

**“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE K-TRUSS DENGAN MENGGUNAKAN METODE LRFD DI JEMBATAN KALILANANG, DESA PANDANREJO, KECAMATAN BUMIAJI, KOTA BATU”**, Oleh : Akh.Taufik Hidayat, (Nim : 12.21.123), Dosen Pembimbing I : Ir. H. Sudirman Indra MSc, Dosen Pembimbing 2 : Ir. Ester Priskasari, MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

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

Pengambilan judul ini bertujuan untuk dapat merencanakan struktur jembatan rangka baja yang memiliki bentang 40 m, dapat mengetahui nilai perencanaan struktur atas jembatan baja tipe k-truss dan dapat mengetahui volume bahan yang diperlukan.

Jembatan rangka terdiri dari dua rangka bidang utama yang diikat bersama balok – balok melintang dan pengaku – pengakunya. Berat jembatan rangka relatif ringan dan mudah dalam pembangunannya, dimana jembatan bisa dirakit bagian demi bagian (stryck dan van deer, jembatan, 1995 : 12). Salah satunya adalah jembatan tipe k-truss. Adapun tujuan dari Skripsi ini adalah untuk merencanakan struktur bangunan atas Jembatan Rangka Baja Tipe k-truss dengan menggunakan profil baja WF. Dalam hal ini perencanaan menggunakan metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) RSNI T 02-2005 untuk peraturan pembebanannya. analisa profil baja menggunakan SNI 03-1729-2002,RSNI-T-03-2005 dan LRFD, penulis merencanakan dan menghitung statika jembatan ini secara 3D dengan menggunakan program bantu *Staad Pro*.

Dari analisa struktur bangunan atas jembatan diperoleh data-data hasil perhitungan serta gambar perencanaan jembatan Kalilanang yang direncanakan menggunakan struktur profil baja WF300x150x6,5x9 sebagai gelagar memanjang, WF400x300x10x16 sebagai gelagar melintang, WF100x100x6x8 sebagai pengaku, 2L100x100x10 sebagai ikatan angin atas, dan 2L100x100x10 sebagai ikatan angin bawah, dan perletakan jembatan Kalilanang menggunakan sendi dan rol.

**Kata kunci : Baja, Jembatan, Tipe K-truss**



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, Yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Sripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Adapun tujuan dari Skripsi ini adalah untuk digunakan sebagai persyaratan dalam menempuh Skripsi di Program Studi Teknik Sipil.

Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan, dan kesulitan yang muncul, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu tak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, MSc. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing I .
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1 dan Dosen Pembahas I.
4. Ibu Ir. Munasih, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil S-1.
5. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT. selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. selaku Dosen pembahas II.

Dengan segala kerendahan hati penyusun menyadari bahwa dalam Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat penyusun harapkan, akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

Halaman

### HALAMAN JUDUL

### LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### ABSTRAKSI

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>KATA PENGANTAR</b> ..... | i   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....     | ii  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | iii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | iv  |
| <b>DAFTAR NOTASI</b> .....  | v   |

### BAB I PENDAHULUAN

|                              |   |
|------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang .....     | 1 |
| 1.2 Rumusan masalah .....    | 3 |
| 1.3 Maksud dan Tujuan.....   | 3 |
| 1.4 Lingkup Pembahasan ..... | 4 |
| 1.5 Manfaat .....            | 6 |

### BAB II LANDASAN TEORI

|   |    |
|---|----|
| 2.1 Definisi Jembatan Rangka Baja .....                 | 7  |
| 2.1.1 Definisi Pelengkung Rangka Baja Tipe K-Truss..... | 7  |
| 2.1.2 Bagian – Bagian Jembatan Tipe K-Trus.....         | 8  |
| 2.2 Sifat dan Karakteristik material Baja               |    |
| 2.2.1 Sifat mekanis baja .....                          | 9  |
| 2.2.2 Faktor beban dan kekuatan baja .....              | 9  |
| 2.3. Pembebanan .....                                   | 11 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.3.1   | Beban Primer .....  | 11 |
| 2.3.2   | Beban Sekunder .....  | 18 |
| 2.4     | Pelaksanaan Jembatan.....                                   | 22 |
| 2.4.1   | Perencanaan Plat Lantai kendaraan dan Trotoir jembatan..... | 22 |
| 2.4.2   | Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang .....           | 24 |
| 2.4.3   | Perencanaan Gelagar Induk.....                              | 30 |
| 2.4.4   | Perencanaan Ikatan Angin.....                               | 32 |
| 2.4.5   | Teori Perletakan.....                                       | 32 |
| 2.4.6   | Teori Desain Struktur Baja dengan metode LRFD.....          | 32 |
| 2.4.7   | Desain Struktur Baja dengan metode LRFD ....                | 35 |
| 2.4.7.1 | Batang Tarik .....  | 36 |
| 2.4.7.2 | Batang Tekan .....  | 37 |
| 2.4.7.3 | Kuat Tekan Nominal akibat tekuk Lentur.....                 | 39 |
| 2.4.7.4 | Batang Lentur.....  | 39 |
| 2.4.8   | Perencanaan Sambungan Baut.....                             | 42 |
| 2.4.8.1 | Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang ...               | 43 |
| 2.4.8.2 | Sambungan Gelagar Melintang dan Induk.....                  | 50 |
| 2.4.8.3 | Sambungan Gelagar Induk.....                                | 58 |
| 2.4.9   | Perencanaan Perletakan.....                                 | 65 |
| 2.4.9.1 | Perletakan Sendi.....                                       | 65 |
| 2.4.8.2 | Perletakan Roll.....  | 68 |
| 2.4.8.3 | Perletakan Bantalan Elastomer.....                          | 69 |
| 2.5     | Sambungan Las.....  | 76 |
| 2.6     | Metode Pelaksanaan Jembatan Rangka Baja.....                | 77 |

### **BAB III DATA PERENCANAAN**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3.1 | Data Teknis Proyek .....               | 81 |
| 3.2 | Metodologi Perancangan .....           | 81 |
| 3.3 | Teknis Pengumpulan Data .....          | 81 |
| 3.4 | Data Existing Jembatan Kalilanang..... | 82 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 3.5 | Data Pre Elementary Design Jembatan ..... | 84 |
| 3.6 | Flow Chart/ Bagan Alir .....              | 88 |

#### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.1     | Perhitungan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoir .....        | 89  |
| 4.1.1   | Data Pembebanan.....                                       | 89  |
| 4.1.2   | Perhitungan Pembebanan .....                               | 90  |
| 4.1.3   | Perhitungan Statika .....                                  | 92  |
| 4.1.4   | Penulangan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoir.....          | 94  |
| 4.2     | Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang .....          | 102 |
| 4.2.1   | Perhitungan Perataan Beban .....                           | 102 |
| 4.2.2   | Perhitungan Gelagar Memanjang .....                        | 106 |
| 4.2.2.1 | Perhitungan Pembebanan .....                               | 106 |
| 4.2.2.2 | Perhitungan Statika .....                                  | 110 |
| 4.2.2.3 | Perencanaan Dimensi Gelagar Memanjang.....                 | 115 |
| 4.2.3   | Perhitungan Gelagar Melintang .....                        | 126 |
| 4.2.3.1 | Perhitungan Pembebanan .....                               | 126 |
| 4.2.3.2 | Perhitungan Statika .....                                  | 129 |
| 4.2.3.3 | Perencanaan Dimensi Gelagar Melintang.....                 | 134 |
| 4.3     | Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang..... | 147 |
| 4.3.1   | Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang.....     | 148 |
| 4.4     | Perencanaan Profil Gelagar Induk .....                     | 152 |
| 4.5     | Perencanaan Dimensi Gelagar Induk batang Tekan.....        | 168 |
| 4.5.1   | Perhitungan Dimensi Batang Tekan Tepi Atas.....            | 168 |
| 4.5.2   | Perhitungan Dimensi Batang Tekan Diagonal Dalam.....       | 171 |
| 4.5.3   | Perhitungan Dimensi Batang Tekan Melintang Atas.....       | 174 |
| 4.5.2   | Perhitungan Dimensi Batang Tekan ikatan angin bawah.....   | 177 |
| 4.6     | Perencanaan Dimensi Gelagar Induk Batang Tarik.....        | 181 |
| 4.6.1   | Perhitungan Dimensi Batang Tarik Tepi bawah.....           | 181 |
| 4.6.2   | Perhitungan Dimensi Batang Tarik Vertikal.....             | 185 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.6.3 | Perhitungan Dimensi Batang Tarik diagonal dalam.....              | 189 |
| 4.6.4 | Perhitungan Dimensi Batang Tarik Melintang Atas.....              | 193 |
| 4.6.5 | Perhitungan Dimensi Batang Tarik Ikatan Angin bawah..... ..       | 197 |
| 4.7   | Perencanaan Sambungan Gelagar Induk dan Melintang.....            | 202 |
| 4.8   | Perencanaan Sambungan Antar Gelagar Induk dan Kontrol Plat Simpul | 209 |
| 4.9   | Perencanaan Perletakan Jembatan.....                              | 270 |
| 4.9.1 | Perhitungan Dimensi perletakan Roll.....                          | 272 |
| 4.9.2 | Perhitungan Dimensi Perletakan Sendi..... ..                      | 276 |

## **BAB V PENUTUP**

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 5.1 | Kesimpulan ..... | 281 |
| 5.2 | Saran .....      | 286 |

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## GAMBAR

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1  | Tabel Sifat mekanis Baja .....                                   | 9  |
| Tabel 2.2  | Faktor reduksi Kekuatan .....                                    | 10 |
| Tabel 2.3  | Tabel reaksi Aksi – aksi rencana .....                           | 10 |
| Tabel 2.4  | Tabel Fakor Beban Untuk Berat Sendiri.....                       | 11 |
| Tabel 2.5  | Tabel Fakor Beban Untuk Beban Mati Tambahan .....                | 11 |
| Tabel 2.6  | Tabel Faktor beban Lajur “D” .....                               | 12 |
| Tabel 2.7  | Tabel Faktor beban Untuk Beban “T” .....                         | 13 |
| Tabel 2.8  | Tabel Faktor jumlah lajur lalu lintas rencana .....              | 14 |
| Tabel 2.9  | Tabel Faktor beban untuk beban trotoar/untuk pejalan kaki .....  | 17 |
| Tabel 2.10 | Tabel Faktor ban untuk gaya rem .....                            | 18 |
| Tabel 2.11 | Tabel Koefisien seret Cw.....                                    | 20 |
| Tabel 2.12 | Tabel faktor beban untuk beban angin.....                        | 20 |
| Tabel 2.13 | Tabel Kombinasi beban umum untuk keadaan batas dan ultimit ..... | 21 |
| Tabel 2.14 | Tabel Muller Breslaw .....                                       | 67 |
| Tabel 2.15 | Tabel Hasil Rekapitulasi Momen maximum dari program Staadpro ... | 94 |

## DAFTAR GAMBAR

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Gambar 2.1   | Jembatan Tipe K-Truss .....                                     | 7  |
| Gambar 2.2   | Beban Lajur “D” .....   | 12 |
| Gambar 2.3   | Pembebanan Truk.....  | 13 |
| Gambar 2.4   | Penyebarab pembebanan pada arah melintang .....                 | 16 |
| Gambar 2.5   | Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan jalur “D” ..... | 16 |
| Gambar 2.6   | Pembebanan untuk trotoir dan pejalan kaki .....                 | 17 |
| Gambar 2.7   | Grafik Gaya rem per lajur .....                                 | 18 |
| Gambar 2.8   | Gaya angin .....  | 19 |
| Gambar 2.9   | Tulangan rangkap pada plat lantai .....                         | 23 |
| Gambar 2.10  | Distribusi tegangan plastis pada kekuatan momen nominal .....   | 26 |
| Gambar 2.11. | Perencanaan shear connector .....                               | 28 |
| Gambar 2.12  | Kurva hubungan Tegangan “f” vs Regangan “ε” .....               | 32 |
| Gambar 2.13  | Bagian kurva tegangan – regangan yang diperbesar .....          | 34 |
| Gambar 2.14  | Penampang melintang batang tarik .....                          | 37 |
| Gambar 2.15  | Faktor panjang Efektif .....                                    | 40 |
| Gambar 2.16  | Penampang batang lentur .....                                   | 41 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.17 | Sambungan gelagar melintang dan gelagar memanajang .....          | 43 |
| Gambar 2.18 | Kegagalan tarik baut .....  | 44 |
| Gambar 2.19 | Kegagalan geser baut ada ulir .....                               | 45 |
| Gambar 2.20 | Kegagalan tumpu baut ada ulir .....                               | 46 |
| Gambar 2.21 | Jarak baut dari pusat penyambung sampai pinggir .....             | 47 |
| Gambar 2.22 | Jarak baut dari pusat ke pusat.....                               | 47 |
| Gambar 2.23 | jarak baut dari pusat penyambung ke pinggir luas berdekatan ..... | 48 |
| Gambar 2.24 | Sambungan gelagar melintang dan gelagar Induk .....               | 50 |
| Gambar 2.25 | Kegagalan tarik baut .....  | 52 |
| Gambar 2.26 | Kegagalan geser baut ada ulir .....                               | 52 |
| Gambar 2.27 | Kegagalan tumpu baut ada ulir .....                               | 54 |
| Gambar 2.28 | Jarak baut dari pusat ke pusat.....                               | 55 |
| Gambar 2.29 | Jarak baut dari pusat penyambung sampai pinggir .....             | 55 |
| Gambar 2.30 | jarak baut dari pusat penyambung ke pinggir luas berdekatan ..... | 56 |
| Gambar 2.31 | Sambungan Plat Simpul Gelagar Induk .....                         | 58 |
| Gambar 2.32 | Kegagalan geser baut ada ulir .....                               | 59 |
| Gambar 2.33 | Kegagalan tumpu baut ada ulir .....                               | 61 |



|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.34 | Jarak baut dari pusat penyambung sampai pinggir .....             | 62 |
| Gambar 2.35 | Jarak baut dari pusat ke pusat.....                               | 62 |
| Gambar 2.36 | jarak baut dari pusat penyambung ke pinggir luas berdekatan ..... | 63 |
| Gambar 2.37 | Sambungan control plat simpul .....                               | 65 |
| Gambar 2.38 | Kontruksi perletakan sendi .....                                  | 65 |
| Gambar 2.39 | Kontruksi perletakan Roll .....                                   | 68 |
| Gambar 2.40 | Bantalan Elastomer .....  | 70 |
| Gambar 2.41 | Potongan Elastomer .....  | 70 |
| Gambar 2.42 | Metode pelaksanaan system kantilever.....                         | 80 |
| Gambar 3.1  | Potongan memanjang jembatan existing tipe V - Truss .....         | 82 |
| Gambar 3.2  | Potongan melintang jembatan existing tipe V - Truss .....         | 83 |
| Gambar 3.3  | Potongan memanjang jembatan pre Eleminary Design .....            | 85 |
| Gambar 3.4  | Tampak 3D jembatan pre Eleminary design.....                      | 86 |
| Gambar 3.5  | Potongan Melintang jembatan pre Eleminary Design .....            | 87 |
| Gambar 4.1  | Kondisi I Pembebanan pada lantai kendaraan .....                  | 92 |
| Gambar 4.2  | Kondisi II Pembebanan pada lantai kendaraan.....                  | 92 |
| Gambar 4.3  | Kondisi III Pembebanan pada lantai kendaraan .....                | 92 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Gambar 4.4 | Kondisi IV Pembebanan pada lantai kendaraan .....             | 93  |
| Gambar 4.5 | Penulanga Plat lantai kendaraan dan trotoir per segemen ..... | 99  |
| Gambar 4.6 | Penulangan Plat lantai Lantai kendaraan per segmen.....       | 99  |
| Gambar 4.7 | Penulangan Plat Lantai kendaraan arah memanjang .....         | 100 |
| Gambar 4.8 | Tampak samping jembatan .....                                 | 101 |
| Gambar 4.9 | Perataan Beban Plat lantai kendaraan dan trotoar .....        | 102 |

## DAFTAR NOTASI

|       |  |
|-------|--|
| $E$   | = modulus elastisitas baja, MPa                        |
| $f_u$ | = tegangan putus baja minimum                          |
| $f_y$ | = tegangan leleh baja                                  |
| $G$   | = modulus geser baja                                   |
| $f_c$ | = kuat tekan beton yang disyaratkan                    |
|       | = faktor reduksi kekuatan                              |
| $L$   | = bentang jembatan                                     |
| $q_u$ | = beban merata   |
| $M_u$ | = Momen ultimate                                       |
| $M_u$ | = Momen ulnion   |
| $M_n$ | = Momen nominal dari momen lentur penampang            |
| $b$   | = Lebar sayap penampang profil WF                      |
| $t_f$ | = Tebal sayap penampang profil WF                      |
| $h$   | = Tinggi penampang profil WF                           |
| $t_w$ | = Tebal badan penampang profil WF                      |
| $p$   | = Parameter batas kelangsingan untuk elemen kompak     |
| $r$   | = Parameter batas kelangsingan untuk elemen non kompak |
| $Z_x$ | = Modulus penampang plastis pada sumbu $x$             |
| $V_u$ | = Kuat geser terfaktor                                 |
| $V_n$ | = Kuat geser nominal                                   |
| $A_g$ | = Luas penampang bruto profil WF                       |
| $c$   | = Koefisien tekuk geser                                |
| $P_u$ | = Kuat perlu aksial akibat beban terfaktor             |

|             |  |
|-------------|--|
| $P_n$       | = Kuat nominal aksial penampang                |
| $L$         | = Panjang Batang Tekuk                         |
| $K$         | = Faktor panjang efektif                       |
| $r$         | = Radius girasi penampang                      |
| $f_v$       | = Tegangan vertical                            |
| $f_{cr}$    | = Tegangan kritis                              |
| $b_{eff}$   | = Lebar efektif balok komposit                 |
| $a$         | = Daerah tekan efektif plat beton              |
| $t_s$       | = Tebal plat beton                             |
| $E_c$       | = Modulus elastisitas beton                    |
| $A_s$       | = Luas penampang balok baja                    |
| $Y_{na}$    | = Garis netral penampang komposit              |
| $Y_t$       | = garis netral penampang baja                  |
| $D$         | = diameter tulangan longitudinal plat          |
| $N$         | = Jumlah tulangan longitudinal plat dalam beff |
| $f_{ijin}$  | = Lendutan yang diijinkan                      |
| $Q_n$       | = Kuat geser nominal stud                      |
| $A_{sc}$    | = Luas penampang dari angkur steel headed stud |
| $S$         | = Jarak antar stud                             |
| $A_b$       | = Luas penampang 1 baut                        |
| $L_w$       | = Panjang las                                  |
| $M_{max}$   | = momen maksimum                               |
| $\dots b$   | = rho balance / rasio keseimbangan             |
| $\dots min$ | = rasio penulangan minimum                     |

$\dots_{max}$  = rasio penulangan maksimum  
 $\dots$  = 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  
 $W_b$  = factor resistance  
 $W$  = weight / berat  
 $I_x$  = momen inersia terhadap x (cm<sup>4</sup>)  
 $I_y$  = momen inersia terhadap y (cm<sup>4</sup>)  
 $F = f$  = lendutan  
 $F_{ijin} = f_{ijin}$  = lendutan yang diijinkan  
 $P$  = beban aksial  
 $r$  = jari-jari profil  
 $E_c$  = modulus elastisitas beton  
 $N$  = jumlah total penghubung geser  
 $P_u$  = gaya aksial ultimate  
 $F_u^b$  = kekuatan tarik putus baut

$D = d$  = diameter baut  
 $W_t \cdot R_{nt}$  = kekuatan tarik desain  
 $W_t \cdot R_{nv}$  = kekuatan geser desain  
 $R_{ut}$  = beban tarik factor baut  
 $T$  = tebal plat panyambung  
 $W_t$  = factor resistance untuk penyambung tarik  
 $W_v$  = factor resistance untuk penyambung geser pada bidang ulir  
 $W$  = factor resistance 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

$P_{ax} C$  = gaya aksial tekan / compression

$f_{cr}$  = tegangan kritis

$w_c$  = factor resistance untuk kekuatan profil

$A_g$  = luas penampang bruto

$\lambda_c$  = 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

$w_f$  = factor resistance

$d_b$  = diameter baut

$t_p$  = tebal bagian penyambu





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Prasarana transportasi darat tidak lepas dari peranan jalan dan jembatan. Keduanya mempunyai kaitan yang penting sebagai sarana membatasi pembangunan jalan seperti sungai, jurang, rel kereta api, dan pemisah lainnya. Dapat dikatakan bahwa perkembangan jembatan sejalan dengan waktu peradaban manusia. Adanya bangunan jembatan akan didapat rute tujuan yang lebih singkat dan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan membuat jalan memutar untuk menghindari hambatan tersebut.

Jembatan rangka baja ( Truss bridge ) merupakan salah satu jenis konstruksi jembatan umum yang sangat banyak dibangun di Indonesia. Dari perkembangan jembatan, rangka jembatan memiliki berbagai macam bentuk rangka Jembatan, diantaranya *pratt truss*, *howe truss*, *Baltimore*, *parker truss*, *camelback truss*, *warren truss*, dan *k – truss*. Jembatan rangka batang dibentuk dari gabungan rangka batang yang saling mengikat membentuk unit segitiga. Strukturnya dapat memikul beban – beban yang bekerja sehingga terjadi gaya tarik maupun gaya tekan. Keunggulan dari jembatan rangka baja diantaranya konstruksinya lebih ringan dan pengerjaan di lapangan lebih mudah, karena bagian – bagian rangka tersebut telah dibuat sebelumnya kemudian di angkut ke lokasi jembatan.

Selain dari keunggulan tersebut, terdapat juga kekurangan pada jembatan rangka baja, diantaranya pemeliharaan dengan biaya yang cukup besar dengan terjadinya kegagalan struktur seperti pada bahan jembatan. Pada proses pabrikan bahan rangka jembatan dibutuhkan ketelitian dan ketepatan, seperti contoh pembuatan lubang pada plat buhul dan profil jembatan, hal ini dapat menyebabkan kerugian dari segi biaya maupun pelaksanaan. Di sisi lain dengan meningkatnya jumlah pemakai alat transportasi darat sering tidak diimbangi dengan peningkatan prasarana jalur yang ada. Sehingga dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas bagi kendaraan yang melintas.

Menyadari hal tersebut di atas maka dilakukan pembangunan terutama di sektor transportasi. Untuk mencapai tujuan tersebut Pemerintah Kabupaten Batu membangun jembatan baru. Jembatan ini sebagai alternatif baru yang berfungsi sebagai penghubung di Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, kota Batu. Perencanaan jembatan ini menggunakan jembatan rangka baja tipe K – Truss pada pembangunan jembatan Kalilanang dengan klasifikasi jembatan kelas I. Panjang bentang 40 meter, lebar jalur kendaraan 7,0 meter serta lebar trotoir 2 x 1,0 meter dan tinggi 5 meter. Selain dari pemilihan bentuk rangka jembatan, yang perlu diperhatikan adalah metode yang diterapkan. Dalam pembangunan jembatan ini menggunakan metode LRFD ( Load Resistance factor Design ). Metode yang digunakan dalam studi perencanaan jembatan ini, diharapkan mampu memberikan pemilihan yang bias diterapkan dilapangan guna pencapaian yang baik, aman dan ekonomis.

Berdasarkan dari tinjauan diatas maka penulisan skripsi ini penulis menggunakan judul **“Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe K – Truss Dengan Metode LRFD di Jembatan Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji , Kota Batu.”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Jembatan rangka baja di Jembatan Kalilanang, Desa. Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dibahas beberapa permasalahan diantaranya :

1. Berapa tebal plat lantai kendaraan dan tebal plat trotoir serta tulangan yang dibutuhkan pada perencanaan jembatan k-truss?
2. Berapa dimensi profil baja WF pada gelagar memanjang, melintang, dan induk yang diperlukan untuk memikul semua beban yang bekerja ?
3. Berapa jumlah baut yang diperlukan untuk sambungan pada struktur Jembatan k-truss?
4. Berapa dimensi perletakan yang diprlukan pada struktur jembatan tipe k-truss?

## **1.3 Maksud Dan Tujuan**

Maksud dan penulisan skripsi ini adalah untuk memberikan alternatif perencanaan pada jembatan Kalilanang dengan menggunakan rangka baja yang berbentuk K – Truss. Dapat memberi rincian yang lebih jelas dan detail mengenai perencanaan konstruksi jembatan baja tipe K – Truss dengan menggunakan metode LRFD ( Load Resistance factor Design ), sehingga bermanfaat untuk bidang Teknik

Sipil maupun pendidikan secara umum. Penyusun berharap melalui penyusunan perencanaan jembatan baja tipe K – Truss dengan metode LRFD ( Load Resistance factor Design ), dapat memberikan masukan dan pengetahuan yang berarti bagi semua kalangan khususnya di bidang Teknik Sipil, dan perencanaan suatu proyek / pekerjaan yang akan dilaksanakan, sehingga dapat diperoleh hasil perencanaan yang sesuai dengan keadaan lapangan dan terciptanya suatu konstruksi yang aman dan ekonomis.

Tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tebal plat lantai kendaraan, plat trotoir, dan tulangan yang dibutuhkan pada perencanaan jembatan
2. Mengetahui dimensi profil Baja WF pada gelagar memanjang, gelagar melintang, Ikatan angin serta Gelagar Induk.
3. Mengetahui jumlah baut yang dibutuhkan disetiap sambungan antar gelagar serta ikatan angin pada jembatan tersebut.
4. Mengetahui dimensi perletakan yang digunakan pada struktur jembatan.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam skripsi ini penulis hanya membahas tentang konstruksi perencanaan jembatan tipe K- Truss dari struktur bagian atas saja, yang meliputi perencanaan :

- a. Perencanaan plat lantai kendaraan dan trotoir
- b. Perencanaan gelagar memanjang, gelagar melintang, ikatan angin dan gelagar induk,
- c. Perencanaan Jumlah baut pada setiap sambungan

d. Perencanaan perletakan.

Pada perencanaan jembatan ini adapun peraturan – peraturan yang berlaku di indonesia serta metode yang digunakan. Berikut peraturan dan metode yang digunakan ;

1. RSNI-T-03-2005, Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.
2. SNI-T-02-2005,Standar pembebanan Jembatan.
3. Setiawan,Agus. 2008 .Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD. Penerbit Erlangga.
4. CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Edisi III, 1992
5. BMS (*Bridge Managemen System*) 1992, perencanaan perletakan elastomer.
6. Metode LRFD(*Load and Resistance Factor Design*), digunakan dalam perencanaan sambungan.
7. Program bantu STAAD PRO Untuk perhitungan statika (Gaya-gaya yang bekerja pada jembatan)

## 1.5 Manfaat

Beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini, antara lain :

1. Bagi peneliti

Mengetahui perencanaan struktur struktur rangka atas jembatan dengan tipe k-Truss pada bangunan konstruksi jembatan.

2. Bagi akademis

Memberi wawasan dan pengetahuan dalam bidang struktur khususnya jembatan dengan tipe K – truss.

3. Bagi umum

Memberikan referensi atau bahan ajar tentang perhitungan struktur atas jembatan rangka disertai contoh gambar rangka jembatan dengan tipe K – Truss.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

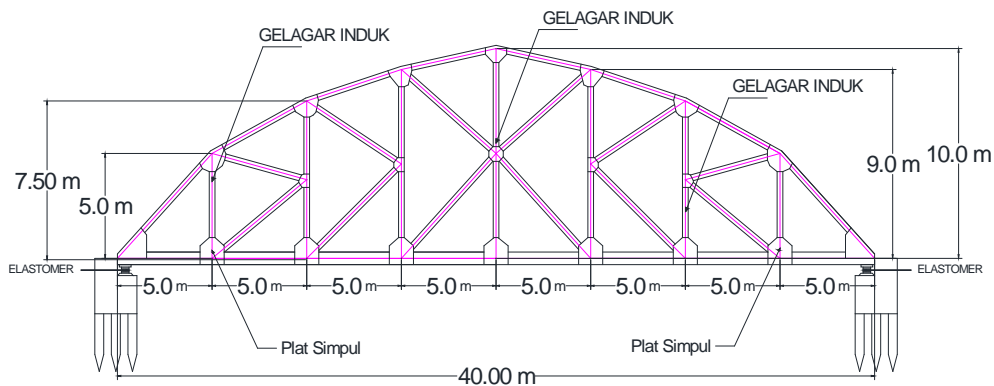
#### 2.1 Definisi Jembatan Rangka Baja

Jembatan rangka Baja adalah jembatan yang terbuat dari bahan baja yang mana struktur rangkanya saling berikatan pada jembatan, agar beban – beban yang terjadi dapat disalurkan ke bagian – bagian rangka jembatan. Pada perkembangannya jembatan rangka baja ini telah direncanakan atau diciptakan dengan berbagai macam bentuk. (DR. Ir. Bambang Supriyadi dan Agus Setyo Muntohar, ST., 2007 : 16).

##### 2.1.1 Definisi Jembatan Pelengkung Rangka Baja Tipe K - Truss

Jembatan tipe K -Truss adalah jenis jembatan Rangka yang pada Struktur utamanya ( gelagar Induk) berbentuk huruf K, dimana batang tekan berfungsi menyalurkan beban dan pengikat pada batang tarik ( vertical ).(DR. Ir. Bambang Supriyadi dan Agus Setyo Muntohar, ST., 2007 : 18).

Berikut ini adalah jembatan pelengkung tipe K - Truss:



Gambar 2.1 Perencanaan Jembatan Tipe K - Truss

### **2.1.2 Bagian – Bagian Jembatan Tipe K - Truss**

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

Struktur bagian atas dari jembatan itu sendiri meliputi :

- a. Lantai trotoir dan kendaraan
- b. Gelagar memanjang
- c. Gelagar melintang
- d. Gelagar induk
- e. Ikatan angin
- f. Pipa sandaran
- g. Plat simpul
- h. Peletakan / sandaran



## 2.2 sifat dan karakteristik material baja

### 2.2.1 Sifat mekanis baja

Sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum.

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja Struktural.

| Jenis Baja | Tegangan putus minimum, $f_u$ [MPa] | Tegangan leleh minimum, $f_y$ [MPa] | Peregangan minimum [%] |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| BJ 34      | 340                                 | 210                                 | 22                     |
| BJ 37      | 370                                 | 240                                 | 20                     |
| BJ 41      | 410                                 | 250                                 | 18                     |
| BJ 50      | 500                                 | 290                                 | 16                     |
| BJ 55      | 550                                 | 410                                 | 13                     |

(Sumber : RSNI T – 03 – 2005 halaman 8)

Bahan – bahan yang digunakan dalam perencanaan bangunan atas jembatan nunukan sebagai berikut :

#### a) Baja

- ✓ Mutu baja yang digunakan untuk struktur rangka adalah baja profil WF dengan  $E = 200000$  Mpa,  $G = 80000$  Mpa,  $x = 0,3$ ,  $f_y = \dots\dots\dots????$

(RSNI T – 03 – 2005)

- ✓ Mutu baja yang digunakan untuk penulangan plat kaki lantai kendaraan dan penulangan lainnya adalah baja mutu  $f_y = 320$  Mpa.

#### b) Beton

- ✓ Kuat mutu beton ( $f_c'$ ) yang dipakai adalah 30 Mpa.

### 2.2.2 Faktor beban dan kekuatan

Faktor beban dan kekuatan meliputi faktor reduksi kekuatan, diambil dari nilai-nilai yang dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 2.2 Faktor Reduksi Kekuatan Untuk Keadaan Batas Ultimit

| Situasi Rencana                                | Faktor Reduksi Kekuatan, |
|--|--------------------------|
| a. Lentur                                      | 0,90                     |
| b. Geser                                       | 0,90                     |
| c. Aksial tekan                                | 0,85                     |
| d. Aksial tarik                                |                          |
| 1. terhadap kuat tarik leleh                   | 0,90                     |
| 2. terhadap kuat tarik fraktur                 | 0,75                     |
| e. Penghubung geser                            | 0,75                     |
| f. Sambungan baut                              | 0,75                     |
| g. Hubungan las                                |                          |
| 1. Las tumpul penetrasi penuh                  | 0,90                     |
| 2. Las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian | 0,75                     |

(Sumber : RSNI T – 03 – 2005 halaman 10)

### 2.3 Pembebanan

Pada perencanaan jembatan ini, semua beban dan gaya yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan : “Standar Pembebanan Jembatan ( RSNI T – 02 – 2005 ).” Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

Tabel 2.3 ringkasan aksi – aksi rencana (Sumber : RSNI T – 02 – 2005, hal : 9)

| Pasal<br>1 No | Aksi                       |                 | Lamanya<br>Waktu<br>(3) | Faktor Beban pada Keadaan<br>Batas |                            |                |
|---------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------|
|               | Nama                       | Simbol<br>(1)   |                         | Daya<br>Layan<br>Ks,300            | Ultimit K <sub>u,300</sub> |                |
|               |                            |                 |                         |                                    | Normal                     | Terkur<br>angi |
| 5.2           | Berat Sendiri              | P <sub>MS</sub> | Tetap                   | 1,0                                | *(3)                       | *(3)           |
| 5.3           | Beban Mati<br>Tambahan     | P <sub>MA</sub> | Tetap                   | 1,0/1,3<br>(3)                     | 2,0/1,4<br>(3)             | 0,7/0,8<br>(3) |
| 5.4           | Penyusutan &<br>Rangkrak   | P <sub>SR</sub> | Tetap                   | 1,0                                | 1,0                        | N/A            |
| 5.5           | Prategang                  | P <sub>PR</sub> | Tetap                   | 1,0                                | 1,0                        | N/A            |
| 5.6           | Tekanan Tanah              | P <sub>TA</sub> | Tetap                   | 1,0                                | *(3)                       | *(3)           |
| 5.7           | Beban Pelaksanaan<br>Tetap | P <sub>PL</sub> | Tetap                   | 1,0                                | 1,25                       | 0,8            |
| 6.3           | Beban Lajur "D"            | T <sub>LD</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,8                        | N/A            |
| 6.4           | Beban Truck "T"            | T <sub>TT</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,8                        | N/A            |
| 6.7           | Gaya Rem                   | T <sub>TR</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,8                        | N/A            |
| 6.8           | Gaya Sentrifugal           | T <sub>ST</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,8                        | N/A            |
| 6.9           | Beban Trotoar              | T <sub>TP</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,8                        | N/A            |
| 6.10          | Beban – beban<br>Tumbukan  | T <sub>TC</sub> | Trans                   | *(3)                               | *(3)                       | N/A            |
| 7.2           | Penurunan                  | P <sub>PR</sub> | Tetap                   | 1,0                                | N/A                        | N/A            |
| 7.3           | Temperatur                 | T <sub>ET</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,2                        | 0,8            |
| 7.4           | Aliran / Benda<br>lunyuksu | T <sub>EL</sub> | Trans                   | 1,0                                | *(3)                       | N/A            |
| 7.5           | Hidro / Daya Apung         | T <sub>EV</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,0                        | 1,0            |
| 7.6           | Angin                      | T <sub>EW</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,2                        | N/A            |
| 7.7           | Gempa                      | T <sub>EG</sub> | Trans                   | N/A                                | 1,0                        | N/A            |
| 8.1           | Gesekan                    | T <sub>EF</sub> | Trans                   | 1,0                                | 1,3                        | 0,8            |
| 8.2           | Getaran                    | T <sub>EV</sub> | Trans                   | 1,0                                | N/A                        | N/A            |
| 8.3           | Pelaksanaan                | T <sub>EL</sub> | Trans                   | *(3)                               | *(3)                       | *(3)           |

CATATAN (1) Simbol yang terlihat hanya untuk beban nominal, simbol untuk beban rencana menggunakan tanda bintang, untuk PMS – berat sendiri nominal, P\*MS – berat sendiri rencana

CATATAN (2) Tran = transien

CATATAN (3) Untuk penjelasan lihat pasal yang sesuai

CATATAN (4) "N/A" menandakan tidak dapat dipakai. Dalam hal di mana pengaruh beban transien adalah meningkatkan keamanan, faktor beban yang cocok adalah nol

### 2.3.1 Beban Primer

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

#### 2.3.1.1 Beban Berat Sendiri

Adapun beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau.

**Tabel 2.4.** Faktor Beban Sendiri

| Jangka waktu | Load factor / Faktor beban |            |            |
|--------------|----------------------------|------------|------------|
|              | Bahan                      | $K_{MS}^U$ |            |
|              |                            | biasa      | terkurangi |
| Tetap        | Baja, Alumunium            | 1.1        | 0.9        |
|              | Beton Pracetak             | 1.2        | 0.85       |
|              | Beton dicor ditempat       | 1.3        | 0.75       |
|              | Kayu                       | 1.4        | 0.7        |

Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; ( RSNIT-02-2005; hal : 10)

#### 2.3.1.2 Beban mati

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

**Tabel 2.5** Berat Isi Untuk Beban Mati

| No | Bahan                      | Berat / Satuan Isi<br>( $kN/m^3$ ) | Kerapatan massa<br>( $kg/m^3$ ) |
|----|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Campuran aluminium         | 26,7                               | 2720                            |
| 2  | Lapisan permukaan beraspal | 22,0                               | 2240                            |
| 3  | Besi tuang                 | 71,0                               | 2700                            |
| 4  | Timbunan tanah dipadatkan  | 17,2                               | 760                             |
| 5  | Kerikil dipadatkan         | 18,2 – 22,7                        | 1920 – 2320                     |
| 6  | Aspal beton                | 22,0                               | 2244                            |
| 7  | Beton ringan               | 12,25 – 19, 6                      | 1250 – 2000                     |
| 8  | beton                      | 22,0 – 25,6                        | 2240 – 2560                     |
| 9  | Beton prategang            | 25,0 – 26,0                        | 2560 – 2640                     |
| 10 | Beton bertulang            | 23,5 – 25,5                        | 2400 – 2600                     |
| 11 | Timbal                     | 111                                | 11400                           |
| 12 | Lempung lepas              | 12.5                               | 1280                            |

|    |               |             |             |
|----|---------------|-------------|-------------|
| 13 | Batu pasangan | 23.5        | 2400        |
| 14 | Neoprin       | 11.3        | 1150        |
| 15 | Pasir Kering  | 15.7 – 17.2 | 1600 – 1760 |
| 16 | Pasir Basah   | 18.0 – 18.8 | 18.0 – 18.8 |
| 17 | Lumpur lunak  | 17.2        | 1760        |
| 18 | Baja          | 77,0        | 7850        |
| 19 | Kayu (ringan) | 7.8         | 800         |
| 20 | Kayu (keras)  | 11.0        | 1120        |
| 21 | Air murni     | 9.8         | 1000        |
| 22 | Air garam     | 10.0        | 1025        |
| 23 | Besi tempa    | 75.5        | 7680        |

Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 11)

### 2.3.1.3 Beban Lalu Lintas

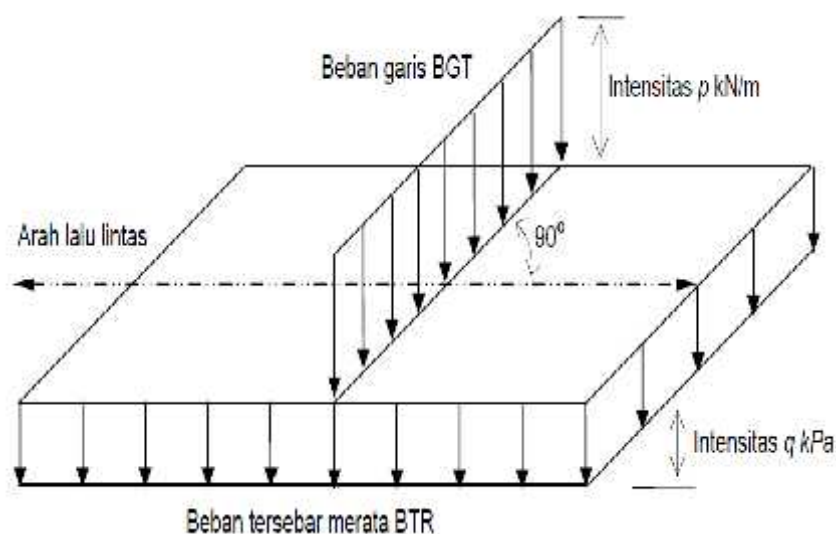
#### A. Beban lajur “D”

Menurut RSNI T – 02 – 2005 Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT).

**Tabel 2.6.** Faktor Beban lajur “D”

| Jangka Waktu | Faktor Beban |        |
|--------------|--------------|--------|
|              | Ks;:TD       | Ku;:TD |
| Transien     | 1,0          | 1,8    |

Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 17



Gambar 2.2 Beban lajur “D”

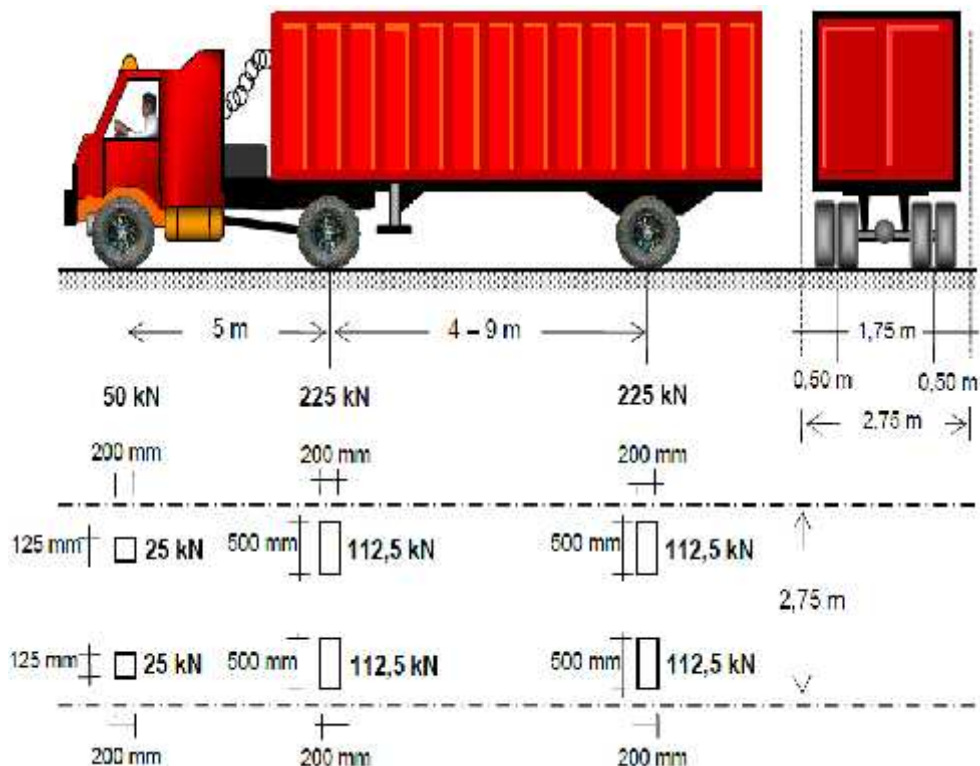
## B. Beban truk “T”

Menurut RSNI T – 02 – 2005 Pembebanan truck “T” dari masing – masing as disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang jarak antara 3 as tersebut bisa diubah – ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

**Tabel 2.7** Faktor beban untuk beban truk “T”

| Jangka Waktu | Faktor Beban |        |
|--------------|--------------|--------|
|              | Ks;:TT       | Ku;:TT |
| Transien     | 1,0          | 1,8    |

Sumber : Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 22



Gambar 2.3. Pembebanan Truk “T” (500kN)

Sumber : Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 23

A. Intensitas dari beban “D”

**Tabel 2.8** Jumlah lajur lalu lintas rencana

| Tipe jembatan (1)   | Lebar jalur<br>Kendaraan (m)<br>(2) | Jumlah Lajur<br>Lalu Lintas<br>rencana ( $n_1$ ) |
|---|-------------------------------------|--|
| Satu arah   | 4,0 – 5,0                           | 1  |
| Dua arah tanpa<br>median  | 5,5 – 8,25                          | 2 (3)  |
|   | 11,3 – 15,0                         | 4  |
| Banyak arah   | 8,25 – 11,25                        | 3  |
|   | 11,3 – 15,0                         | 4  |
|   | 15,1 – 18,75                        | 5  |
|   | 18,8 – 22,5                         | 6  |
| CATATAN (1) Untuk Jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang  |                                     |  |
| CATATAN (2) lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan satu atau jarak antara kerb / rintangan / median untuk banyak arah  |                                     |  |
| CATATAN (3) Lebar minimum yang aman untuk dua jalur kendaraan adalah 6,0 m. lebar jembatan antara 5,0 m – 6,0 m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberikan kesan kepada pengemudi seolah – olah memungkinkan untuk menyiap |                                     |  |

(Sumber : RSNI T – 02 – 2005 halaman 17)

B. Beban terbagi rata (BTR)

Mempunyai intensitas  $q$  kPa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total yang dibebani  $L$  seperti berikut:

$$L = 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa}$$

dengan pengertian :

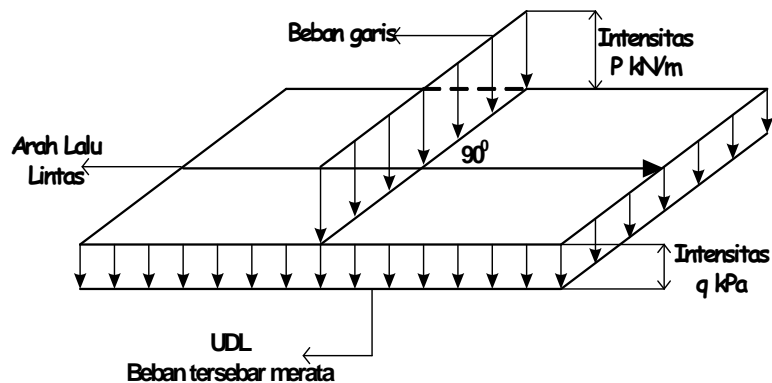
$q$  adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan.

$L$  adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).

Gambar 2.3 Beban “D” : Hubungan BTR dengan panjang yang dibebani

### C. Beban garis (BGT)

Dengan intensitas  $p$  kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas  $p$  adalah 49,0 kN/m.



Gambar 2.3 Sumber : RSNI T-02-2005; hal : 17-21

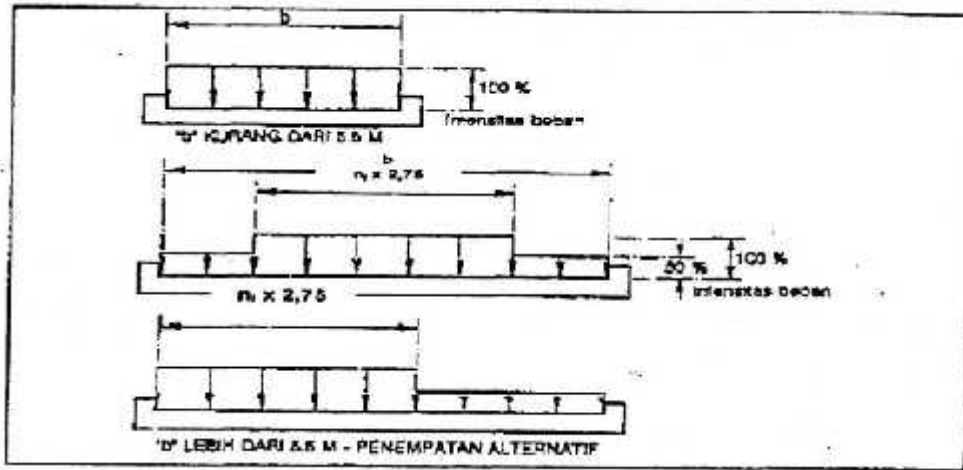
### D. Penyebaran beban D pada arah melintang

Beban “D” harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penempatan beban ini dilakukan dengan :

- Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5,5 m, maka beban “D” harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100% 1.
- Apabila lebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban “D” harus ditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana ( $n_1$ ). Hasilnya adalah

bebangaris equivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 \text{ q KN/m}$  dan beban terpusat equivalen sebesar  $n_1 \times 2,75 \text{ kN}$ , kedua – duanya bekerja strip pada jalur selebar  $n_1 \times 2,75 \text{ m}$ .

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

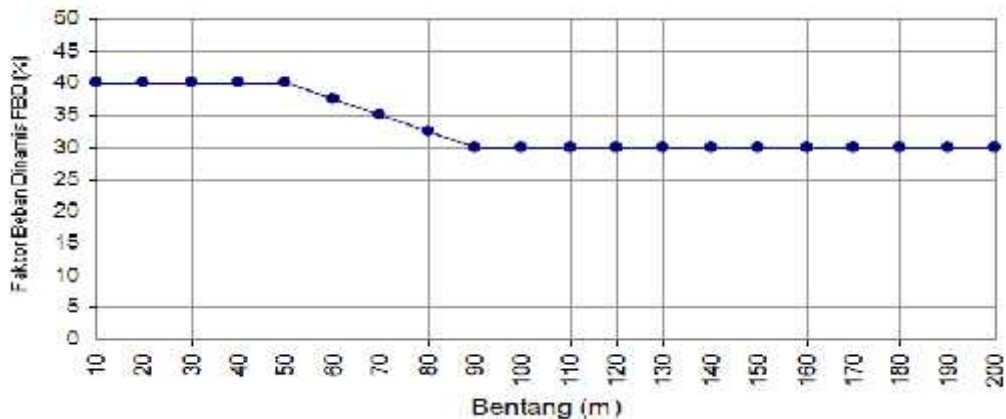


Gambar 2.4 Penyebaran pembebanan pada arah melintang

#### E. Faktor beban dinamis

Faktor beban dinamis (FBD) merupakan merupakan iteraksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Untuk truk “T” nilai FBD adalah 0.3 (30%). Untuk “BGT” nilai FBD diberikan dalam gambar berikut :

#### 2.5. Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan jalur “D”



Sumber : Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 24-25



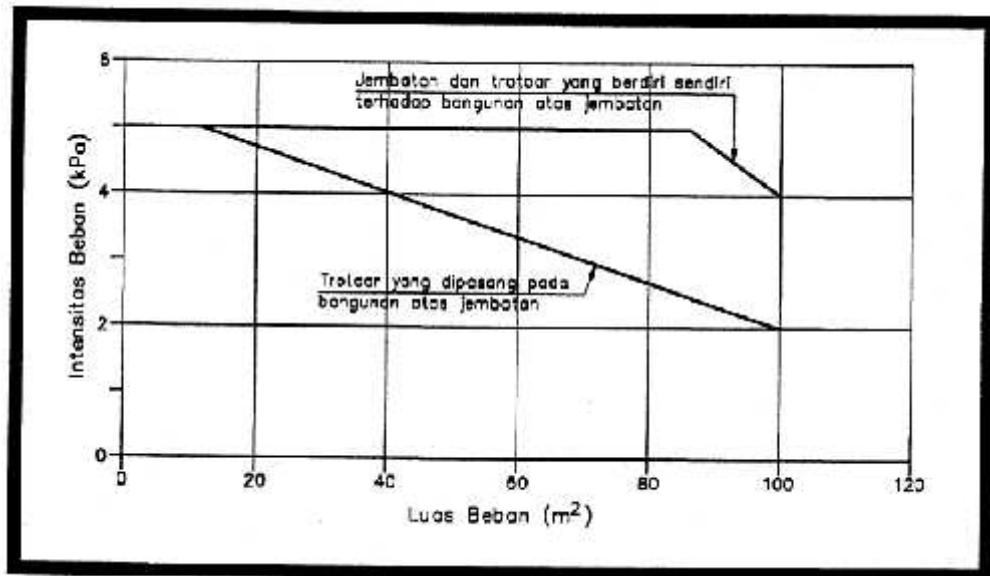
## F. Beban trotoar/Beban Pejalan Kaki

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk memikul  $5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2$ . Apabila trotoar memungkinkan digunakan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus direncanakan untuk bias memikul beban hidup terpusat sebesar  $20 \text{ kN}$ .

**Tabel 2.9.** Faktor beban untuk beban trotoar / untuk pejalan kaki

| Jangka Waktu | Faktor Beban |        |
|--------------|--------------|--------|
|              | Ks;:TP       | Ku;:TP |
| Transien     | 1,0          | 1,8    |

*Pembebanan Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 27*



*Gambar 2.6 Pembebanan Untuk Trotoir dan Pejalan kaki; RSNI T-02-2005; hal : 27*

### 2.3.2 Beban Sekunder

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

Yang termasuk dalam beban sekunder beban diantaranya adalah :

#### 2.3.2.1 Gaya rem

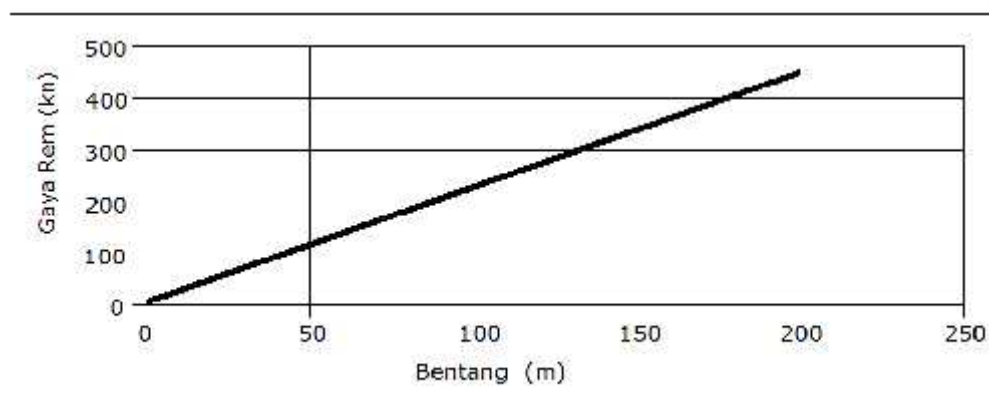
Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau. Pengaruh gaya ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban “D” tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter diatas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur D disini jangan direduksi bila panjang bentang melebihi 30 m, digunakan rumus 1 :  $q = 9 \text{ kPa}$

**Tabel 2.10** Faktor Beban untuk gaya rem

| Jangka waktu | Load factor / Faktor beban |          |
|--------------|----------------------------|----------|
|              | K S;;TT;                   | K U;;TT; |
| Transien     | 1.0                        | 1.8      |

Sumber : Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 25

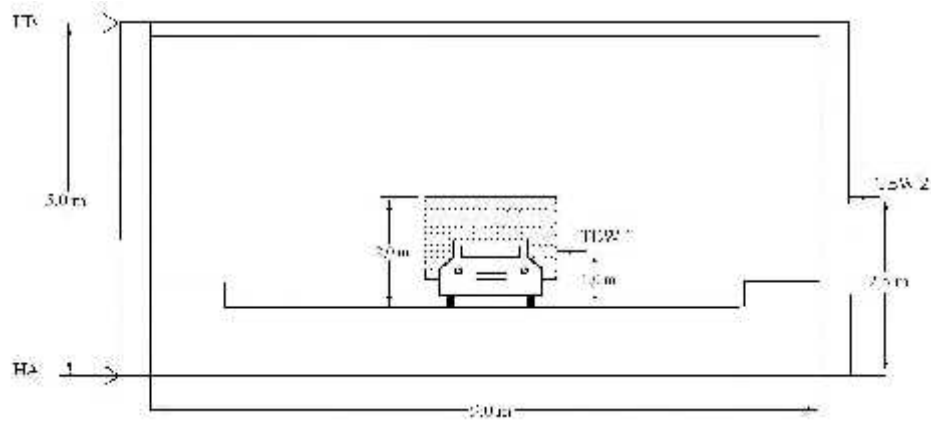
Tanpa melihat seberapa besarnya lebar jembatan, gaya memanjang yang bekerja diperhitungkan berdasarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 2.7. Grafik Gaya rem per lajur 2.75 m ( KBU )

( Sumber : SNI T-02-2005 ; halaman 25 )

**2.3.2.2 Gaya Angin**



Gambar 2.8. Gaya Angin

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

- i. Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin Rencana seperti berikut:

$$T_{EW} = 0,0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan pengertian:

$V_w$  adalah kecepatan angin rencana (m/s)

$C_w$  adalah koefisien seret

$A_w$  adalah luas koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ )

- ii. Untuk jembatan rangka luas ekivalen ini dianggap 30 % dari luas yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar.
- iii. Apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus:

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan pengertian :

$$C_w = 1,2$$

Tabel 2.11 koefisien seret  $C_w$

| Tipe jembatan   | $C_w$                          |
|---|--------------------------------|
| Bangunan atas masif ; (1), (2)<br>b/d = 1.0<br>b/d = 2.0<br>b/d = 6.0 | 2.1 (3)<br>1.5 (3)<br>1.25 (3) |
| Bangunan atas rangka  | 1.2                            |

Catatan (1) b = lebar keseluruhan jembatan dihitung dari sisi luar sandaran  
d = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagain sandaran yang masif

CATATAN (2) Untuk harga antara dari b/d bias diinterpolasi linier

CATATAN(3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi,  $C_w$  harus dinaikkan sebesar 3 % untuk setiap derajat superelevasi dengan kenaikan maksimum 2.5 %

| Keadaan batas | Lokasi                  |                   |
|---------------|-------------------------|-------------------|
|               | Sampai 5 km dari pantai | >5 km dari pantai |
| Daya layam    | 30 m/s                  | 25 m/s            |
| Ultimit       | 35 m/s                  | 30 m/s            |

Tabel 2.10 kecepatan angin rencana  $V_w$

**Tabel 2.12.** Faktor beban untuk beban angin

| Jangka waktu | Load factor / Faktor beban |          |
|--------------|----------------------------|----------|
|              | K S;;EW;                   | K U;;EW; |
| Transien     | 1.0                        | 1.2      |

Sumber : Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; RSNi T-02-2005; hal : 36

### 2.3.2.3 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 2.13.** Kombinasi beban umum untuk keadaan batas kelayanan dan ultimit

| Aksi   | Kelayanan  |   |   |   |   |   | Ultimit   |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <b>Aksi Permanen :</b><br>Berat sendiri<br>Beban mati tambahan<br>Susut rangkai<br>Pratlokai<br>Pengaruh beban tetap pelaksanaan<br>Tekanan tanah<br>Penurunan | X  | X | X | X | X | X | X   | X | X | X | X | X |
| <b>Aksi Transien :</b><br>Beban lajur "L" atau beban truk "T"<br>Gaya rem atau gaya sentrifugal  | X  | 0 | 0 | 0 | 0 |   | X   | 0 | 0 | 0 | 0 |   |
| Beban pejalan kaki<br>Gesekan perletakan<br>Pengaruh suhu<br>Aliran / hanyutan / batang kayu dan hidrostatis / apung   | 0  | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0   | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Beban angin  |  |   | 0 | 0 | X | 0 | 0   |   | 0 | X |   | 0 |
| <b>Aksi Khusus :</b><br>Gempa  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |
| Beban tumbukan<br>Pengaruh getaran   | X  | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Beban pelaksanaan  |  |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   | X |
| X = berat beban yang selalu aktif<br>0 = berat beban yang boleh dikombinasi dengan beban aksi lainnya sesuai dengan ketentuan.                                 | (1) = aksi permanen "X" KBL = beban aksi<br>"X" KBL + 1 beban "0" KBL<br>(2) = aksi permanen "X" KBL + beban aksi<br>"X" KBL + 1 beban "0" KBL + 0,7 beban "0" KBL<br>(3) = aksi permanen "X" KBL + beban aksi<br>"X" KBL + 1 beban "0" KBL + 0,9 beban "0" KBL +<br>0,5 beban "0" KBL |   |   |   |   |   | Aksi permanen "X" KBL + beban aksi<br>"X" KBL + 1 beban "0" KBL |   |   |   |   |   |

Sumber : Sumber : Standar Pembebanan Jembatan; RSNI T-02-2005; hal : 50-51

Keterangan :

1. Dalam keadaan batas daya layan pada bagian tabel ini, aksi dengan tanda "X" untuk kombinasi tertentu dimasukkan dengan faktor beban daya layan penuh. Butir dengan tanda "0" dimasukkan dengan faktor beban daya layan yang sudah diturunkan harganya.
2. Dalam keadaan batas ultimit pada bagian tabel ini, aksi dengan tanda "X" untuk kombinasi tertentu dimasukkan dengan faktor beban ultimit penuh. Butir dengan tanda "0" dimasukkan dengan harga yang sudah diturunkanyang besarnya sama dengan beban daya layan.

3. Beberapa aksi tetap berubah menurut waktu secara perlahan-lahan. Kombinasi beban untuk aksi demikian harus dihitung dengan harga rencana maksimum dan minimum untuk menemukan pengaruh yang paling berbahaya.

## **2.4 Pelaksanaan Jembatan**

### **2.4.1 Plat lantai kendaraan dan Trotoar jembatan**

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

Tebal plat lantai kendaraan

Plat lantai yang berfungsi sebagai jalan kendaraan pada jembatan harus mempunyai tebal minimum ( $t_s$ ), yang memenuhi kedua ketentuan sebagai berikut:  $t_s \geq 200$  mm

Dimana

$L$  = Bentang dari plat lantai antara tumpuan dan  $t_s$  dalam mm

Perhitungan pembebanan plat lantai kendaraan meliputi :

1. Pembebanan Plat Lantai
  - a) Beban mati terdiri atas berat aspal, berat plat lantai dan berat air hujan. Dari pembebanan tersebut akan diperoleh QDLult.
  - b). Berasal dari kendaraan bergerak Beban truck (  $T$  )
2. Pembebanan trotoar
  - a). Beban mati

Beban mati terdiri atas berat *finishing* trotoar, berat trotoar dan berat air hujan.

b). Beban hidup

Beban hidup terdiri atas beban atas beban pejalan kaki.

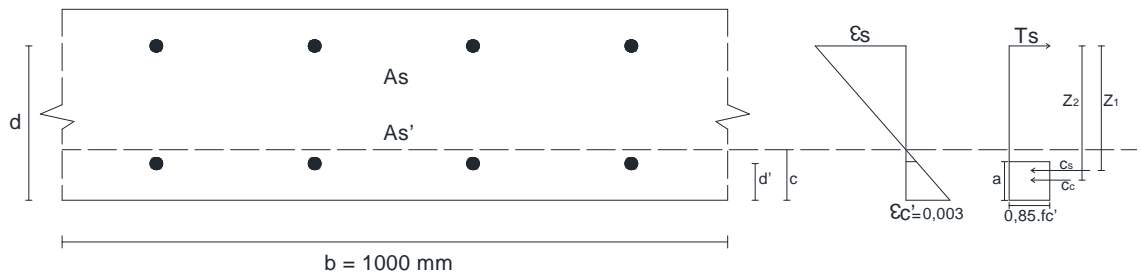
### Penulangan plat lantai kendaraan dan Trotoar

Mu didapat dengan menggunakan software STAAD Pro 2004

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

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

### Untuk perhitungan tulangan rangkap



Gambar 2.9 Tulangan rangkap pada plat lantai

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot x b} \quad (2.3)$$

Tegangan tekan pada serat beton:

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \quad (2.4)$$

Tegangan tekan pada serat baja:

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \quad (2.5)$$

Kekuatan momen yang terjadi:

$$M_n = C_c \cdot Z_1 + C_s \cdot Z_2 \quad (2.6)$$

Kekuatan momen rencana:

$$M_r = \gamma \cdot M_n, \text{ dimana } \gamma = 0,8 \quad (2.7)$$

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

$$M_r = M_n > M_u \quad ( 2.8 )$$

#### 2.4.2 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang

Proses pelaksanaan pada jembatan untuk mempercepat dan mengurangi pemakaian peraca, metode pelaksanaan yang digunakan menggunakan *steel deck* dan sistem *cantilever* pada konstruksi rangkanya.

Dalam Perencanaan jembatan terdapat balok memanjang dan melintang. Balok memanjang menerima beban dari plat lantai kendaraan. Sedangkan balok melintang meneruskan beban yang diterima balok memanjang ke struktur utama. Dalam perencanaan ini direncanakan sebagai gelagar komposit memakai baja WF dan dianggap sebagai balok dengan dua tumpuan. Momen yang diperhitungkan adalah pada saat sesudah komposit.

##### a. Perhitungan gelagar

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

$$bE \leq \frac{L}{4} \quad ( 2.9 )$$

$$bE \leq b_o \quad ( 2.10 )$$

$$bE \leq b_f + 16.t_s \quad ( 2.11 )$$

Dimana :

$bE$  = lebar efektif beton

$L$  = panjang gelagar

$B_o$  = jarak antar gelagar



Bf = lebar profil

ts = tebal plat lantai

➤ Elastisitas :

$$E_{beton} = 4700\sqrt{fc'}$$

$$E_{Baja} = 2100000 \text{ kg/cm}^2 = 210000 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad (2.12)$$

(Sumber : CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid III, 1992 : 582 )

➤ Kontrol kelangsingan profil :

Untuk tekuk flens

$$\lambda_f = \frac{B}{2.t_f} \quad (2.13)$$

$$\lambda_p = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (2.14)$$

syarat :  $\lambda_f < \lambda_p$

( berdasarkan SNI – 03 – 2005, HAL 31 )

Untuk tekuk local badan balok

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = \frac{H - 2(r + t_f)}{t_w} \quad (2.15)$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \quad (2.16)$$

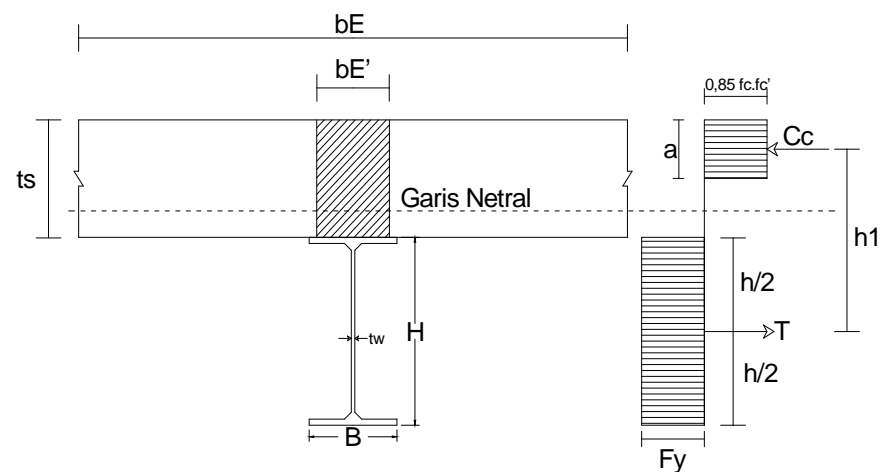
syarat :  $\lambda_w < \lambda_p$

Dimana :

B = lebar profil baja ( mm )

- H = Tinggi profil baja ( mm )
- tw = Tebal web ( mm )
- tf = Tebal flens ( mm )
- fy = mutu baja ( Mpa )
- fc = mutu beton ( Mpa )

(Setiawan, Agus. 2008. Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.85)



Gambar 2.10 Distribusi tegangan plastis pada kekuatan momen nominal Mn ( PNA = plastic neutral axis= sumbu netral plastis).

Sumbu netral plastis di dalam slab

➤ Kontrol kekuatan Penampang

$$Ya = \frac{\sum A.Y}{\sum A} \quad (2.17)$$

$$Yb = t + h - Ya \quad (2.18)$$

Misalkan  $Ya <$  tebal plat beton maka garis netral terletak pada plat beton.

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

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot bE} \quad (2.19)$$

Tebal plat beton 250 mm > a = 92,744 mm, maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik  $As \cdot fy$  yang timbul pada baja.

Tegangan tekan pada serat beton :

$$Cc = 0,85 \cdot fc' \cdot a \cdot bE \quad (2.20)$$

Tegangan tarik pada serat baja

$$T = As \cdot fy \quad (2.21)$$

Maka kuat lentur nominal dari komponen struktur komposit adalah

$$Mn = Cc \cdot h_1 \quad (2.22)$$

kontrol kekuatan penampang :

$$w_b \cdot Mn \geq Mu \quad (2.23)$$

Dimana :

$\phi_b$  = factor resistensi untuk lentur ( 0,9 )

$Mn$  = Momen nominal ( kgm )

$Mu$  = Momen ultimit ( kgm )

$T$  = Tegangan tarik pada serat baja

$Cc$  = Tegangan tekan pada serat beton

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

$$\bar{f} = \frac{1}{360} \cdot L \quad (2.24)$$

(sumber : C.G. Salmon,, "struktur baja II", hal : 393)

- Lendutan

Kontrol lendutan menggunakan Momen area a/ Luasan momen

$$u = \frac{M}{EI} \quad (2.25)$$

(sumber : Ir. V Sunggono kh, buku Teknik Sipi, halaman ; 83)

Dimana :

f = besar lendutan yang terjadi

Ix = momen inersia (cm<sup>4</sup>)

E = modulus elastisitas bahan baja ( MPa)

➤ Kontrol kekuatan geser

$$V_n = 0,55 \times d \times t_w \times f_y \quad (2.26)$$

Dimana :

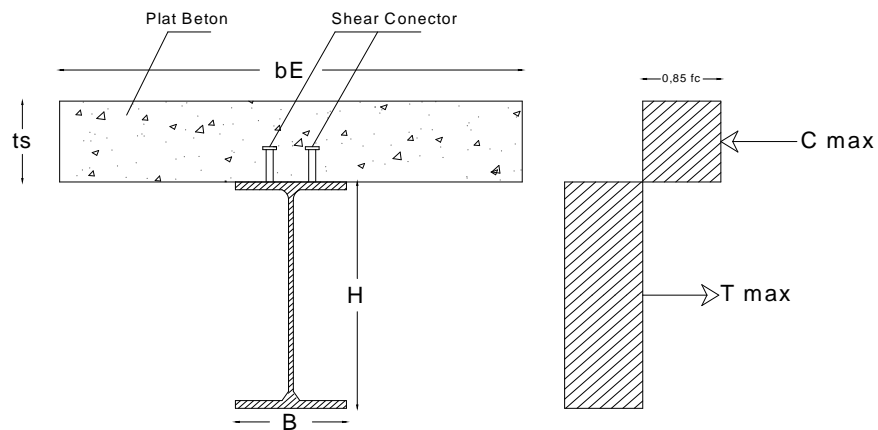
V<sub>n</sub> = kuat geser nominal plat badan (kg)

f<sub>y</sub> = tegangan leleh (Mpa)

d = tinggi profil baja ( cm )

t<sub>w</sub> = tebal web baja ( cm )

➤ Shear Konektor



### Gambar 2.11 Perencanaan shear conector

Untuk perhitungan gaya geser horizontal ( $V_h$ ) menggunakan

rumus:

$$- C_{max} = 0,85 \times f'_c \times b_E \times t_s \quad (2.27)$$

$$- T_{max} = A_s \times f_y \quad (2.28)$$

Dimana :

$C_{max}$  = gaya geser yang disumbangkan oleh beton

$T_{max}$  = gaya geser yang ditimbulkan oleh profil baja

$f'_c$  = kuat tekan beton (Mpa)

$f_y$  = tegangan leleh profil baja (Mpa)

$b_E$  = lebar slab efektif (cm)

$t_s$  = tebal slab ( cm )

$A_s$  = luas penampang lintang baja (cm)

Dari dua rumus diatas diambil nilai gaya geser yang lebih kecil.

#### ➤ Perhitungan kekuatan stud dan jumlah stud

##### ➤ Kekuatan geser satu stud

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot E_c \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} \quad (2.29)$$

Diamana :

$Q_n$  = kekuatan geser stud (kg)

$A_{sc}$  = luas satu stud (cm<sup>2</sup>)

$E_c$  = modulus elastisitas beton (Mpa)

##### ➤ Jumlah stud

$$n = V_h / Q_n \quad (2.30)$$

Diamana :

n = Jumlah stud

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.299)

### 2.4.3 Perencanaan Gelagar Induk

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

Beban-beban yang bekerja harus ditinjau dalam perhitungan gelagar adalah :

1. Beban mati

Terdiri dari berat sendiri gelagar induk, gelagar memanjang, gelagar melintang, plat lantai kendaraan, trotoar, ikatan angin, dan sandaran. Rumus-rumus yang dipergunakan untuk memperhitungkan beban-beban tersebut semuanya menggunakan program bantu *software* (STAAD PRO 2004) untuk berat sendiri (*selfweight*).

2. Beban Hidup pejalan kaki ( trotoar )

3. Beban lajur “D”

Beban hidup yang ditinjau yaitu beban terbagi merata dan beban garis.

4. Gaya rem

5. Beban Akibat Angin

Angin harus dianggap bekerja secara merata pada seluruh bangunan atas.

Beban yang bekerja ada dua macam :

$T_{EW1}$  = Gaya Akibat Tekanan Angin Pada Beban Hidup

$T_{EW2}$  = Gaya Akibat Tekanan Angin Pada Sisi rangka Jembatan.

6. Kombinasi pembebanan

Tabel 2.11 Kombinasi pembebanan untuk keadaan batas kelayanan dan ultimit

| Aksi   | Kelayanan   |   |   |   |   |   | Ultimit   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <b>Aksi Permanen:</b><br>Berat sendiri<br>Beban mati tambahan<br>Susut rangkai<br>Pengaruh beban tetangga<br>Tekanan tanah<br>Penurunan  | X   | X | X | X | X | X | X   | X | X | X | X | X |
| <b>Aksi Transien:</b><br>Beban lajur "D" atau beban truk "T"   | X   | o | o | o | o |   | X   | o | o | o | o |   |
| Gayaremataugayasentrifugal   | X   | o | o | o | o |   | X   | o | o | o |   |   |
| Beban pejal kaki   |   | X |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |
| Gesekan perletakan   | o   | o | X | o | o | o | o   | o | o | o |   | o |
| Pengaruh suhu  | o   | o | X | o | o | o | o   | o | o | o |   | o |
| Aliran/hanyutan/batang kayutan hidrostatik/apung   | o   |   | o | X | o | o | o   |   | X | o |   | o |
| Beban angin  |   |   | o | o | X | o | o   |   | o | X |   | o |
| <b>Aksi Khusus:</b><br>Gempa   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |
| Beban tumbukan   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Pengaruh getaran   | X   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Beban pelaksanaan  |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   | X |
| "X" berarti beban yang selalu aktif<br>"O" berarti beban yang boleh dikombinasikan dengan beban aktif, tunggal atau seperti ditunjukkan. | (1) = aksi permanen "x" KBL+ beban aktif "x" KBL+ 1 beban "o" KBL<br>(2) = aksi permanen "x" KBL+ beban aktif "x" KBL+ 1 beban "o" KBL+ 0,7 beban "o" KBL<br>(3) = aksi permanen "x" KBL+ beban |   |   |   |   |   | Aksi permanen "x" KBU + beban aktif "x" KBU + 1 beban "o" KBL |   |   |   |   |   |

(Sumber : SNI T-02-2005 ; halaman 51)

#### 2.4.4 Perencanaan ikatan angin

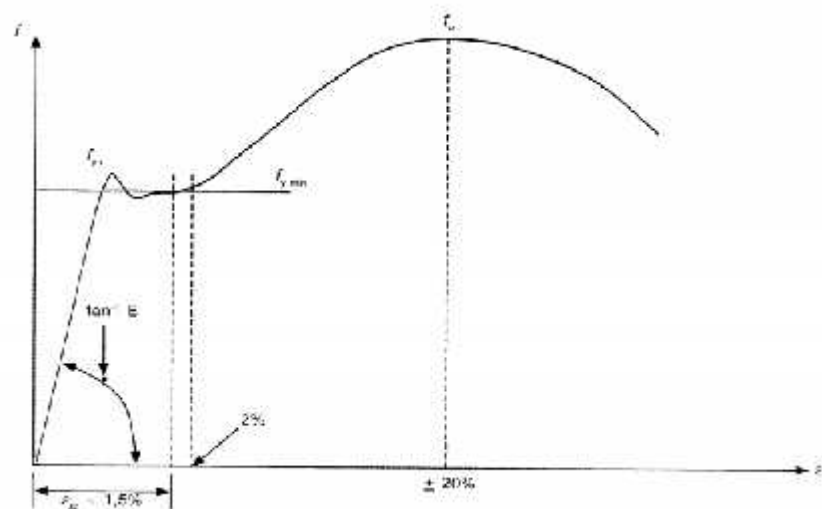
Ikatan angin adalah salah satu sisi komponen jembatan yang fungsi utamanya memberikan kekuatan konstruksi dalam bidang horizontal. Ikatan angin dapat terletak diatas, ditengah atau dibawah. Ikatan angin yang terletak diatas disebut ikatan angin atas, yang terletak ditengah disebut ikatan angin tengah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

#### 2.4.5 Teori Perletakan

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

#### 2.4.6 Teori Desain Struktur Baja dengan Metode LRFD

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



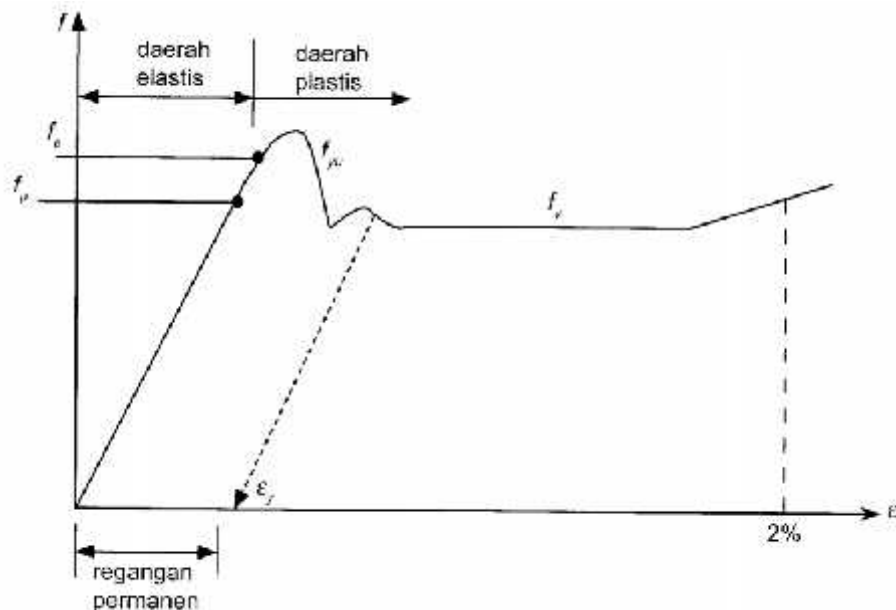


Gambar 2.12. Kurva Hubungan Tegangan ( $f$ ) vs Regangan ( $\epsilon$ )

( Sumber : *Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD (Agus Setiawan, hal 19)*

Hasil uji ini di tunjukan dalam diagram regangan dan tegangan. Titik  $f_y$  (*Titik Limit Perporcional*) pada diagram hubungan linear antara tegangan dan regangan, apabila dilakukan pembebanan tidak melewati titik ini baja masih bersifat elastis artinya apabila beban dihilangkan maka baja masih dapat kembali keadaan semula, tetapi apa bila dibebankan terus sampai melampaui titik tersebut maka baja tidak bersifat elastis lagi melainkan bersifat plastis sehingga baja tidak dapat kembali ke keadaan sebelum pembebanan.

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



Gambar 2.13. Bagian Kurva Tegangan - Regangan yang Diperbesar

( Sumber : *Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD (Agus Setiawan, hal 19)*

Berdasarkan grafik tersebut maka ada beberapa hal yang mendasari penulis menerapkan metode LRFD dalam penyelesaian skripsi yaitu :

1. Rasional LRFD selalu menarik perhatian, dan menjadi suatu perangsang yang menjanjikan penggunaan bahan yang lebih ekonomis dan lebih baik untuk beberapa kombinasi beban dan konfigurasi structural. LRFD juga cenderung memberikan struktur yang lebih aman bila di bandingkan dengan ASD dalam mengkombinasikan beban-beban hidup dan mati dan memperlakukan mereka dengan cara yang sama.
2. LRFD akan memudahkan pemasukan informasi baru mengenai beban-beban dan variasi-variasi bila informasi tersebut telah diperoleh. Pengetahuan kita mengenai beban-beban beserta variasi mereka masih jauh dari mencukupi. Bila dikehendaki, pemisahan pembebanan dari resistensyaa akan memungkinkan pengubahan yang satu tanpa perlu mempengaruhi yang lainnya.
3. Perubahan-perubahan dalam berbagai factor kelebihan beban dan factor resistensi lebih muda dilakukan ketimbang mengubah tegangan ijin dari ASD.
4. LRFD membuat desain dalam segala macam material lebih muda dipertautkan. Variabilitas beban-beban sebenarnya tidak berkaitan dengan material yang digunakan dalam desain.

#### 2.4.7 Desain Struktur Baja dengan Metode LRFD

Suatu desain struktur harus menyediakan cadangan kekuatanyang 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.

Disamping 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 :

$$\phi R_n \geq \sum_i Q_i \quad (2.31)$$

Dimana :

$\phi$  = faktor resistensi ( factor reduksi kekuatan)

$R_n$  = kekuatan nominal (kekuatan)

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*) untuk mendapatkan kekuatan design. Pada sisi beban dari persamaan diatas, berbagai faktor-faktor kelebihan beban ; untuk mendapatkan jumlah ; $Q$ ; 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 :

#### 2.4.7.1 Batang tarik

Persyaratan keamanan struktur yang diberikan dalam LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 95) adalah :

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u \quad (2.32)$$

Dimana :

$\phi_t$  = factor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

$T_n$  = kekuatan nominal batang tarik

$T_u$  = beban terfaktor pada batang tarik

Kekuatan desain  $\phi_t \cdot T_n$  menurut LRFD lebih kecil dibanding dengan yang didasarkan pada pelelehan pada penampang bruto :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_y \cdot A_g = 0,90 \cdot F_y \cdot A_g \quad (0,9 = \text{Faktor reduksi kuat tarik leleh})$$

Atau pada retakan pada penampang bersih :

$$\phi_t \cdot T_n = \phi_t \cdot F_u \cdot A_e = 0,75 \cdot F_u \cdot A_e \quad (0,75 = \text{Faktor reduksi kuat tarik fraktur})$$

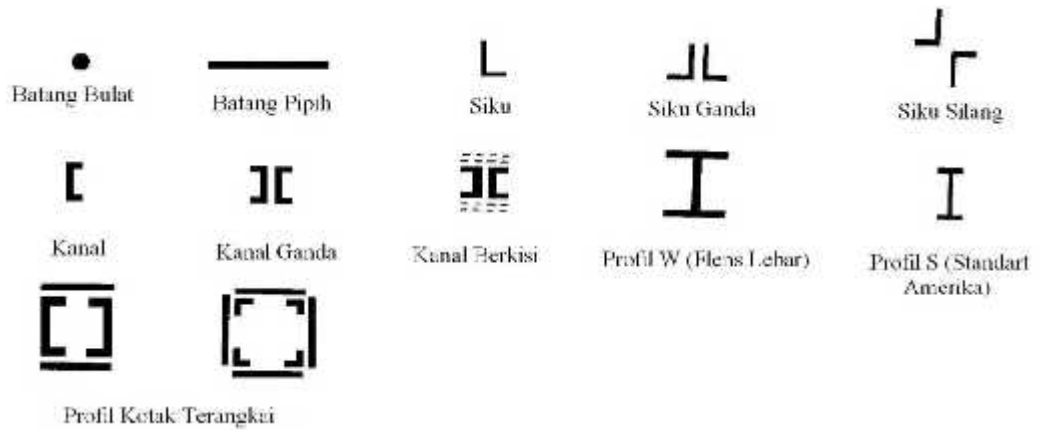
Dimana :

$A_g$  = Luas Penampang kotor

$A_e$  = Luas penampang bersih

$F_y$  = Tegangan leleh material

$F_u$  = Tegangan tarik putus



Gambar 2.14 Penampang melintang batang- batang tarik

( Sumber : Agus Setiawan, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, 2008: 29* )

#### 2.4.7.2 Batang Tekan

Persyaratan kekuatan dalam desain factor dan resistensi menurut LRFD

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

$$\phi_c \cdot P_n \geq P_u \quad (2.33)$$

Dimana :

$\phi_c$  = 0,85 (factor resistensi untuk batang tekan)

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$F_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992*

: 342) sebagai berikut :

1. Untuk  $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = (0,658 \lambda_c^2) f_y \quad (2.34)$$

2. Untuk  $\lambda_c > 1,5$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,887}{\lambda_c^2} \right) f_y \quad (2.35)$$

Untuk memberikan keamanan batang dari bahaya tekuk maka LRFD memberikan spesifikasi tersendiri untuk parameter kerampingan (CG.Salmon, JE. Jhonson. *Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992* : 340 )

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{f^2 \cdot E}} \quad (2.36)$$

Dimana :

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

K = factor panjang efektif

L = panjang batang

r = radius girasi =  $\sqrt{\frac{I}{Ag}}$

r<sub>y</sub> = radius girasi =  $\sqrt{\frac{I_y}{Ag}}$

r<sub>x</sub> = radius girasi =  $\sqrt{\frac{I_x}{Ag}}$

I = momen inersia

E = modulus elastisitas baja (210.000 Mpa)

### 2.4.7.3 Kuat Tekan Nominal akibat tekuk lentur

Tekuk lentur pada umumnya kekuatan komponen struktur dengan beban aksial tekan murni ditentukan oleh tekuk lentur. Hingga kini komponen struktur tekan yang dibahas oleh komponen struktur tekan yang mengalami tekuk lentur. Tekuk lentur mengakibatkan defleksi terhadap sumbu lemah (sumbu dengan rasio kelangsingan terbesar) setiap komponen struktur tekan dapat mengalami kegagalan akibat tekuk lentur. (Agus Setyawan, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, 2008; hal 66).

Menurut RSNI T - 03 – 2005; halaman 19 Kuat tekan nominal akibat tekuk-lentur,  $N_n$ , dari komponen struktur tekan dengan elemen-elemen penampangnya mempunyai rasio lebar-tebal,  $c$ , lebih kecil dari yang ditentukan sebagai berikut :

$$N_n = (0,66 c^2) A_g f_y \quad (2.37)$$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda c^2} A_g f_y \quad (2.38)$$

$$c = \frac{k}{r\pi} \sqrt{\frac{I_y}{E}} \quad (2.39)$$

$$Lk = kcL \quad (2.40)$$

dengan pengertian :













$A_g$  = luas penampang bruto, (mm)

$f_y$  = tegangan leleh, (MPa)

$c$  = parameter kelangsingan

$k_c$  = faktor panjang tekuk untuk komponen struktur jembatan rangka (mm).

$E$  = modulus elastisitas bahan baja, (MPa)

|                                    | Kolom Tak Bergoyang   |  |   | Kolom Bergoyang   |  |   |
|------------------------------------|---|--|---|---|--|---|
| Bentuk tekuk                       |                                        |   |    |                                     |                                     |                                      |
| Faktor panjang efektif ( $k$ )     | 0.70  | 0.85   | 1.00  | 1.2   | 2.2  | 2.2   |
| Simbol untuk keadaan penahan ujung |  = Rotasi terjepit, translasi terjepit |  = Rotasi terjepit, translasi terjepit |  = Rotasi terjepit, translasi terjepit |  = Rotasi terjepit, translasi bebas |  = Rotasi terjepit, translasi bebas |  = Rotasi terjepit, translasi bebas |

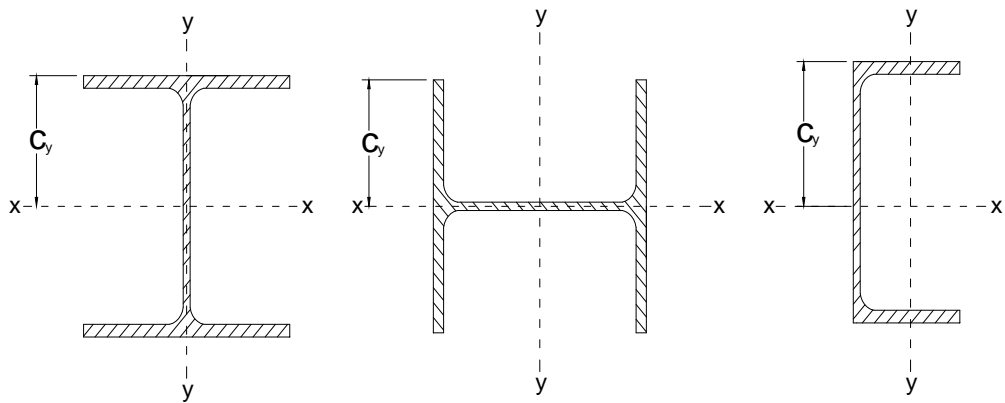
Gambar 2.15. Faktor panjang efektif

( Sumber : Agus Setiawan, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, 2008: 57 )

#### 2.4.7.4 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 2.16 Penampang batang lentur

( sumber : Agus Setiawan, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, 2008: 82 )

$$f = \sqrt{\left(\frac{M_x}{S_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{S_y}\right)^2} \quad (\text{CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Deain dan}$$

*Prilaku, Jilid I, 1992, 421)*

Dengan  $S_x = \frac{I_x}{C_y}$  dan  $S_y = \frac{I_y}{C_x}$  Sehingga

$$f = \frac{M_x \cdot C_y}{I_x} + \frac{M_y \cdot C_x}{I_y} \quad (2.41)$$

Dimana :  $f$  = tegangan lentur

$M_x, M_y$  = Momen Lentur Arah  $x$  dan  $y$

$S_x, S_y$  = Modulus Penampang Arah  $x$  dan  $y$

$I_x, I_y$  = Momen Inersia arah  $x$  dan  $y$

$C_x, C_y$  = Jarak dari titik berat ke tepi serat arah  $x$  dan  $y$

#### 2.4.8 Perencanaan Sambungan Baut

Sambungan dalam suatu struktur merupakan bagian yang tidak mungkin diabaikan begitu saja, karena kegagalan pada sambungan dapat mengakibatkan kegagalan stuktur secara keseluruhan.

Syarat-syarat sambungan :

1. Harus kuat, aman tetapi cukup hemat.
2. Ditempat yang mudah terlihat, seharusnya dibuat seindah mungkin.
3. Mudah dalam pelaksanaan pemasangan di lapangan.
4. Pada satu titik sambungan sebaiknya dihindari penggunaan alat penyambung yang beda-beda.

Klasifikasi sambungan

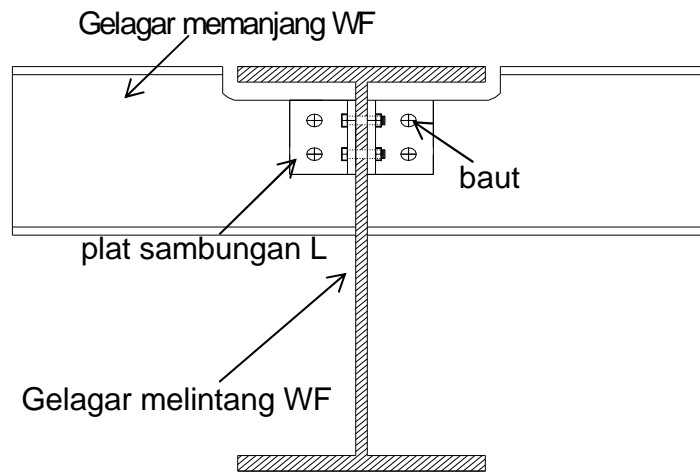
➤ Sambungan kaku ( rigid momen )

Pada struktur rangka kaku, sambungan dianggap memiliki kekakuan untuk mempertahankan sudut-sudut diantara komponen-komponen struktur yang disambung. Deformasi plat penyambung harus sedemikian rupa sehingga tidak berpengaruh terhadap distribusi gaya maupun terhadap deformasi keseluruhan struktur.

➤ Sambungan tidak kaku ( semi - rigid )

Pada struktur sederhana, sambungan pada kedua ujung komponen struktur dianggap bebas momen. Sambungan sendi dapat berubah bentuk agar memberikan rotasi yang diperlukan pada sambungan. Sambungan tidak boleh mengakibatkan momen lentur terhadap komponen struktur yang disambung.

### 2.4.8.1 Sambungan gelagar Memanjang dengan gelagar Melintang



Gambar 2.17 Sambungan Gelagar Melintang dan Memanjang

Sambungan yang digunakan pada gelagar melintang dan gelagar memanjang adalah sambungan semi-rigid ( pined join ).

Pada perencanaan jembatan rangka tipe *k-truss* ini sambungan direncanakan dengan menggunakan baut mutu tinggi (A490).

Persyaratan keamanan yang diberikan LRFD untuk penyambung persamaan menjadi :

$$\phi R_n \geq P_u \quad (2.42)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 131 )

Dimana :

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

$R_n$  = kekuatan satu penyambung

$P_u$  = Beban terfaktor pada satu penyambung

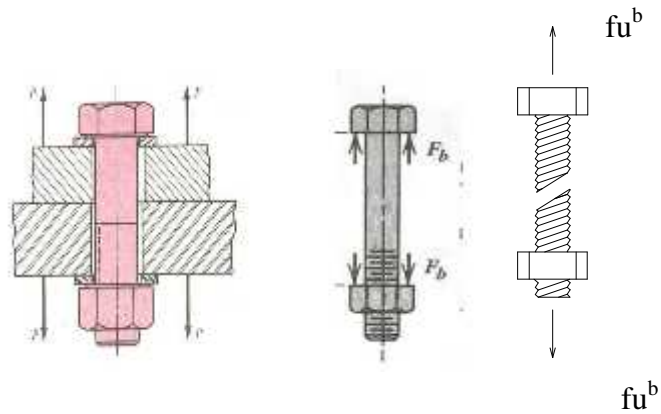
➤ **Kekuatan Tarik Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$ , berdasarkan kekuatan tarik penyambung menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132 ) adalah :

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot F_u^b (0,75 \cdot A_b) \\ &= 0,75 \cdot F_u^b (0,75 \cdot A_b)\end{aligned}$$

Atau :

$$\phi R_n = 0,75 \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b \quad (2.43)$$



Gambar 2.18 Kegagalan tarik baut

Dimana :

$\phi = 0,75$ , suatu harga untuk bentuk kegagalan tarik

$F_u^b$  = kekuatan tarik bahan baut (120 ksi untuk baut A325, 150 ksi untuk baut A490)

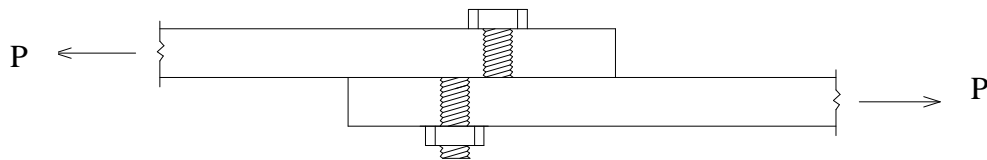
1 ksi = 68.95 kg/cm<sup>2</sup>

$A_b$  = luas penampang lintang bruto yang melintang pada bagian tangkai baut yang berulir.

➤ **Kekuatan Geser Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$  bila terdapat ulir pada bidang geser menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132) adalah :

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b\end{aligned}\quad (2.44)$$



Gambar 2.19 Kegagalan geser baut ada ulir

➤ **Kekuatan Tumpu Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$ , berdasarkan kekuatan tumpu pada lubang baut menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 134 ) dibagi menjadi beberapa kategori :

1. Untuk kondisi biasa (lubang standar atau lubang beralur pendek, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya), berlaku persamaan :

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

Dimana :

- $\phi$  = 0,75, harga untuk baut terhadap sisi lubang
- d = diameter nominal baut (bukan pada bagian ulir)
- t = ketebalan bagian yang disambung (misalnya pelat)

$F_u$  = kekuatan tarik baja untuk membentuk bagian yang disambung

2. Untuk lubang beralur pendek yang tegak lurus terhadap arah transmisi beban, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.45)$$

Dimana :  $\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang

3. Untuk baut yang paling berdekatan dengan pinggir dimana kondisi 1 dan 2 tidak terpenuhi, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (L \cdot t \cdot F_u)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang

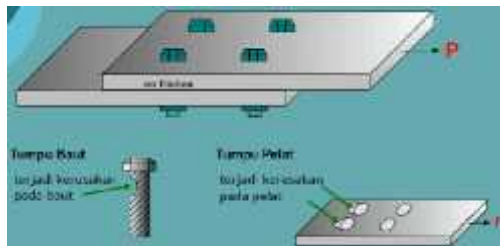
L = jarak ujung pada garis gaya, dari pusat suatu standar atau lubang berukuran lebih, atau dari pertengahan lebar lubang beralur pendek, sampai pinggiran bagian yang disambung

4. Bila perpanjangan lubang lebih besar dari 0,25 dapat dipergunakan persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (3,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.46)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang

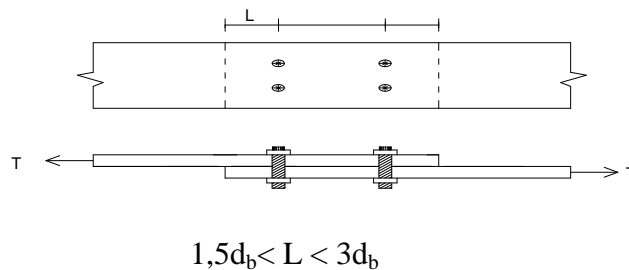


Gambar 2.20 Kegagalan tumpu baut ada ulir

➤ **Jarak minimum Baut Pada Garis Transmisi Gaya**

Untuk jarak minimum  $L$  dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 135) :

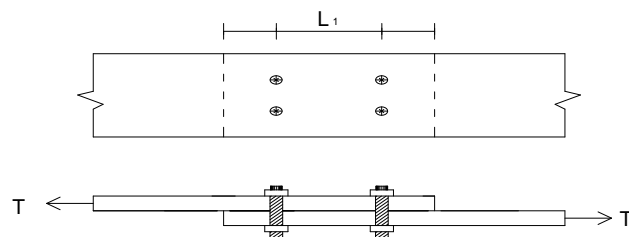
$$L \geq \frac{Rn}{Fu.t} \quad (2.47)$$



Gambar 2.21 jarak baut dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan

Dan kemudian penambahan radius  $db/2$  lubang baut kepersamaan tersebut akan memberikan jarak minimum dari pusat ke pusat :

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \quad (2.48)$$



Gambar 2.22 jarak baut dari pusat sampai kepusat

$$3 d_b < L_1 < 7 d_b$$

Karena  $Rn$  pada persamaan ini merupakan kekuatan nominal yang disyaratkan, yang sama dengan beban factor  $P$ , yang bekerja pada satu

faktor resistensi  $\phi$ , maka persamaan menjadi :  
 baut dibagi dengan

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{P}{w \cdot Fu.t} + \frac{Db}{2} \quad (2.49)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

$P$  = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

$Fu$  = kekuatan tarik dari bahan pelat

$Db$  = diameter lubang baut

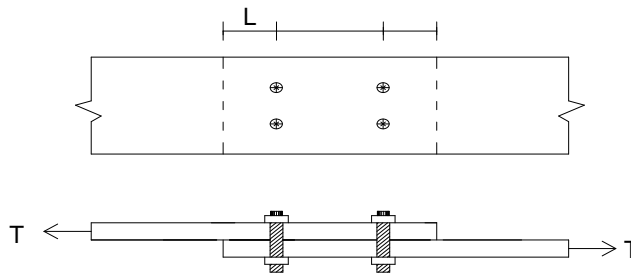
Jarak minimum baut dalam satu garis lebih disukai sebesar 3 x diameter baut dan tidak boleh kurang dari  $2 \frac{2}{3}$  x diameter baut.

➤ **Jarak Ujung minimum Pada Arah Transmisi Gaya**

Jarak minimum  $L$  dari pusat penyambung sampai kepinggir luas

berdekatan :

$$L \geq \frac{Rn}{Fu.t} \quad (2.50)$$



Gambar 2.23 jarak baut dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan

Bila kekuatan nominal yang disyaratkan adalah beban terfaktor dibagi

dengan faktor resistensi  $\phi$ , maka persamaan menjadi :

$$L \geq \frac{P}{w \cdot Fu.t} \quad (2.51)$$



Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

P = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

Fu = kekuatan tarik dari bahan pelat

t = ketebalan pelat

➤ **Perhitungan Jumlah Baut (n)**

Untuk menghitung jumlah baut yang diperlukan dalam merencanakan sambungan dapat menggunakan rumus :

Jumlah baut untuk sambungan (n)

$$n = \sqrt{\frac{6 \times Mu}{wRn.p}} \quad (2.52)$$

Dimana :

n = jumlah baut

R=  $\phi$ .Rn kekuatan (tarik, geser dan tumpu desain baut akan diambil

hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil), ( kg )

p = jarak antar baut

➤ **Menentukan tebal plat simpul ( t )**

Untuk menghitung tebal plat simpul digunakan rumus :

$$t > \frac{P}{w.Fu.L} \quad (2.53)$$

Dimana:

P = beban terfaktor (cm)

w = factor retesistensi (0,75)

$F_u$  = kekuatan tarik dari bahan pelat ( $\text{kg/cm}^2$ )

$L$  = jarak ujung minimum (cm)

$t$  = tebal plat simpul (cm)

➤ **Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung**

- Kekuatan tarik desain beban tarik terfaktor baut :

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

Dimana :

$t \cdot R_{nt}$  = kekuatan tarik desain

$R_{ut}$  = beban tarik terfaktor baut

$$R_{ut} = \frac{M_u \times y}{\sum y^2}$$

- Kekuatan geser desain beban geser terfaktor baut :

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

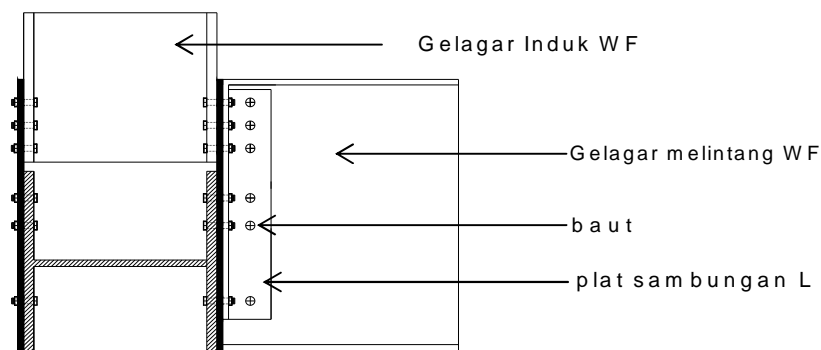
Dimana :

$v \cdot R_{nv}$  = kekuatan geser desain

$R_{uv}$  = Beban geser terfaktor

$$R_{uv} = \frac{P_u}{\sum n}$$

### 2.4.8.2 Sambungan gelagar Melintang dengan Gelagar induk



### Gambar 2.24 Sambungan Gelagar Melintang dan Induk

Sambungan yang digunakan pada gelagar melintang dan gelagar induk adalah sambungan rigid ( momen join ).

Pada perencanaan jembatan rangka tipe *k-truss* ini sambungan direncanakan dengan menggunakan baut mutu tinggi (A490).

Persyaratan keamanan yang diberikan LRFD untuk penyambung persamaan menjadi :

$$\phi R_n \geq P_u \quad (2.54)$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 131 )

Dimana :

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

$R_n$  = kekuatan satu penyambung

$P_u$  = Beban terfaktor pada satu penyambung

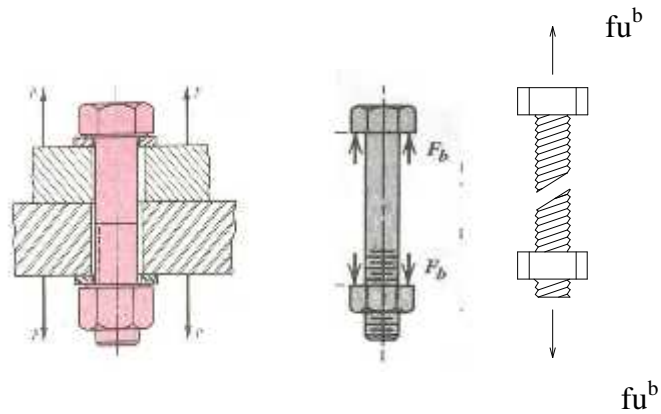
#### ➤ **Kekuatan Tarik Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$ , berdasarkan kekuatan tarik penyambung menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132 ) adalah :

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \cdot F_u^b (0,75 \cdot A_b) \\ &= 0,75 \cdot F_u^b (0,75 \cdot A_b) \end{aligned}$$

Atau :

$$\phi R_n = 0,75 \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b \quad (2.55)$$



Gambar 2.25 Kegagalan tarik baut

Dimana :

$\phi = 0,75$ , suatu harga untuk bentuk kegagalan tarik

$F_u^b$  = kekuatan tarik bahan baut (120 ksi untuk baut A325, 150 ksi untuk baut A490)

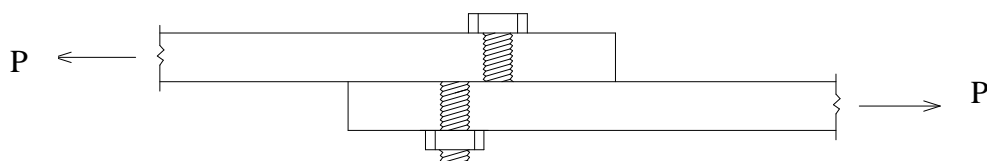
1 ksi = 68.95 kg/cm<sup>2</sup>

$A_b$  = luas penampang lintang bruto yang melintang pada bagian tangkai baut yang berulir.

### ➤ Kekuatan Geser Desain Untuk Baut

Kekuatan desain  $\phi R_n$  bila terdapat ulir pada bidang geser menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132) adalah :

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \end{aligned} \quad (2.56)$$



Gambar 2.26 Kegagalan geser baut ada ulir

➤ **Kekuatan Tumpu Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$ , berdasarkan kekuatan tumpu pada lubang baut menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 134 ) dibagi menjadi beberapa kategori :

5. Untuk kondisi biasa (lubang standar atau lubang beralur pendek, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya), berlaku persamaan :

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

Dimana :

$\phi$  = 0,75, harga untuk baut terhadap sisi lubang

d = diameter nominal baut (bukan pada bagian ulir)

t = ketebalan bagian yang disambung (misalnya pelat)

$F_u$  = kekuatan tarik baja untuk membentuk bagian yang disambung

6. Untuk lubang beralur pendek yang tegak lurus terhadap arah transmisi beban, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.57)$$

Dimana :  $\phi$  = 0,75, harga untuk baut terhadap sisi lubang

7. Untuk baut yang paling berdekatan dengan pinggir dimana kondisi 1 dan 2 tidak terpenuhi, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (L \cdot t \cdot F_u)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang

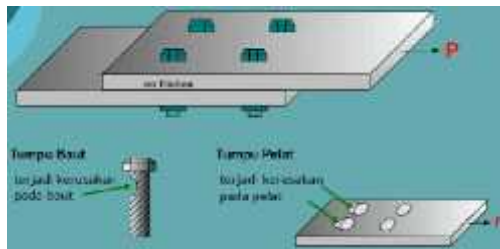
$L$  = jarak ujung pada garis gaya, dari pusat suatu standar atau lubang berukuran lebih, atau dari pertengahan lebar lubang beralur pendek, sampai pinggiran bagian yang disambung

8. Bila perpanjangan lubang lebih besar dari 0,25 dapat dipergunakan persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (3,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.58)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang

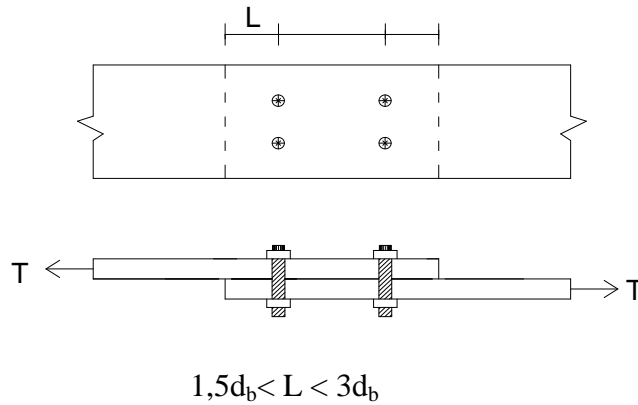


Gambar 2.27 Kegagalan tumpu baut ada ulir

### ➤ Jarak minimum Baut Pada Garis Transmisi Gaya

Untuk jarak minimum  $L$  dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1,

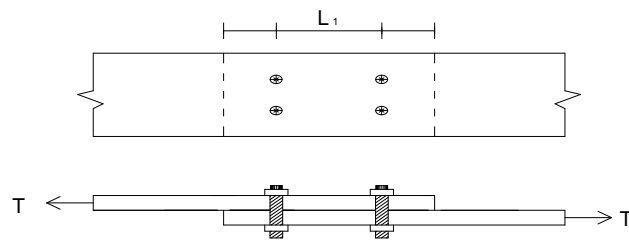
1992 : 135) : 
$$L \geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} \quad (2.59)$$



Gambar 2.28 jarak baut dari pusat penyambung  
sampai kepinggir luas berdekatan

Dan kemudian penambahan radius  $db/2$  lubang baut kepersamaan tersebut akan memberikan jarak minimum dari pusat ke pusat :

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \quad (2.60)$$



Gambar 2.29 jarak baut dari pusat sampai kepusat

$$3 d_b < L_1 < 7 d_b$$

Karena  $Rn$  pada persamaan ini merupakan kekuatan nominal yang disyaratkan, yang sama dengan beban factor  $P$ , yang bekerja pada satu

faktor resistensi  $\phi$ , maka persamaan menjadi :  
baut dibagi dengan

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{P}{w . Fu.t} + \frac{Db}{2} \quad (2.61)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

$P$  = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

$F_u$  = kekuatan tarik dari bahan pelat

$D_b$  = diameter ludang baut

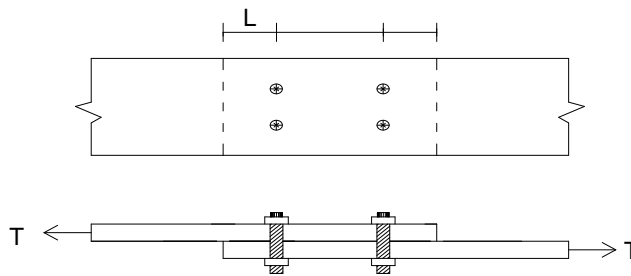
Jarak minimum baut dalam satu garis lebih disukai sebesar 3 x diameter baut dan tidak boleh kurang dari  $2 \frac{2}{3}$  x diameter baut.

➤ **Jarak Ujung minimum Pada Arah Transmisi Gaya**

Jarak minimum  $L$  dari pusat penyambung sampai kepinggir luas

berdekatan :

$$L \geq \frac{Rn}{F_{u.t}} \quad (2.62)$$



Gambar 2.30 jarak baut dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan

Bila kekuatan nominal yang disyaratkan adalah beban terfaktor dibagi

resistensi  $\phi$ , maka persamaan menjadi :  
dengan faktor

$$L \geq \frac{P}{\phi \cdot F_{u.t}} \quad (2.63)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat



P = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

Fu = kekuatan tarik dari bahan pelat

t = ketebalan pelat

➤ **Perhitungan Jumlah Baut (n)**

Untuk menghitung jumlah baut yang diperlukan dalam merencanakan sambungan dapat menggunakan rumus :

Jumlah baut untuk sambungan (n)

$$n = \sqrt{\frac{6 \times Mu}{wRn.p}} \quad (2.64)$$

Dimana :

n = jumlah baut

R = Ø.Rn kekuatan (tarik, geser dan tumpu desain baut akan diambil hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil), ( kg )

p = jarak antar baut

➤ **Menentukan tebal plat simpul ( t )**

Untuk menghitung tebal plat simpul digunakan rumus :

$$t > \frac{P}{w.Fu.L} \quad (2.65)$$

Dimana:

P = beban terfaktor (cm)

w = factor retesistensi (0,75)

Fu = kekuatan tarik dari bahan pelat (kg/cm<sup>2</sup>)

L = jarak ujung minimum (cm)

$t$  = tebal plat simpul (cm)

➤ **Kontrol kekuatan baut terhadap kekuatan baut penyambung**

- Kekuatan tarik desain beban tarik terfaktor baut :

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

Dimana :

$t \cdot R_{nt}$  = kekuatan tarik desain

$R_{ut}$  = beban tarik terfaktor baut

$$R_{ut} = \frac{M_u \times y}{\sum y^2}$$

- Kekuatan geser desain beban geser terfaktor baut :

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

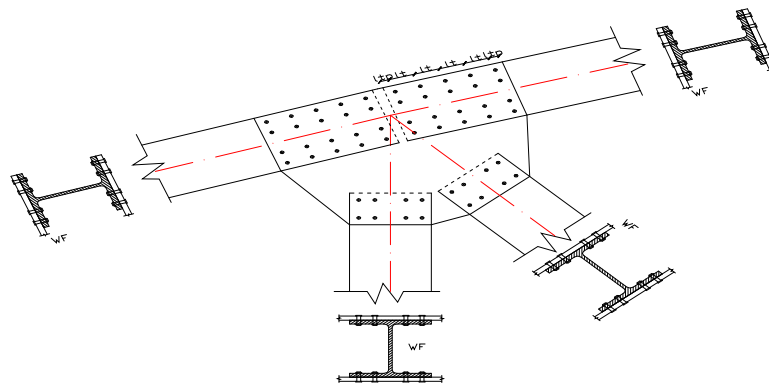
Dimana :

$v \cdot R_{nv}$  = kekuatan geser desain

$R_{uv}$  = Beban geser terfaktor

$$R_{uv} = \frac{P_u}{\sum n}$$

### 2.4.8.3 Sambungan gelagar Induk



Gambar 2.31 Sambungan Plat simpul Gelagar Induk

Sambungan yang digunakan pada gelagar melintang dan gelagar induk adalah sambungan semi-rigid ( pined join ).

Persyaratan keamanan yang diberikan LRFD untuk penyambung persamaan menjadi :

$$\phi R_n \geq P_u \quad ( 2.66 )$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 131 )

Dimana :

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

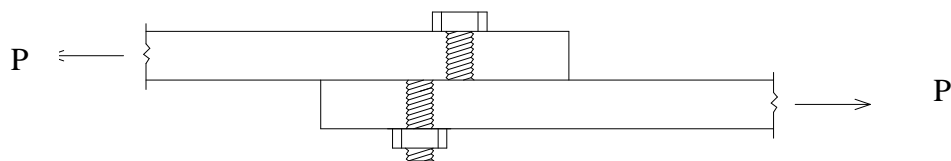
$R_n$  = kekuatan satu penyambung

$P_u$  = Beban terfaktor pada satu penyambung

➤ **Kekuatan Geser Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$  bila terdapat ulir pada bidang geser menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 132) adalah :

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \end{aligned} \quad ( 2.68 )$$



Gambar 2.32 Kegagalan geser baut ada ulir

➤ **Kekuatan Tumpu Desain Untuk Baut**

Kekuatan desain  $\phi R_n$ , berdasarkan kekuatan tumpu pada lubang baut menurut LRFD (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Jilid 1, 1992 : 134 ) dibagi menjadi beberapa kategori :

- Untuk kondisi biasa (lubang standar atau lubang beralur pendek, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya), berlaku persamaan :

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

Dimana :

$\phi$  = 0,75, harga untuk baut terhadap sisi lubang

d = diameter nominal baut (bukan pada bagian ulir)

t = ketebalan bagian yang disambung (misalnya pelat)

$F_u$  = kekuatan tarik baja untuk membentuk bagian yang disambung

- Untuk lubang beralur pendek yang tegak lurus terhadap arah transmisi beban, jarak ujung tidak kurang dari 1,5 D, dengan jarak baut dari pusat ke pusat tidak kurang dari 3 D, dengan dua atau lebih pada garis gaya, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.69)$$

Dimana :  $\phi$  = 0,75, harga untuk baut terhadap sisi lubang

9. Untuk baut yang paling berdekatan dengan pinggir dimana kondisi 1 dan 2 tidak terpenuhi, berlaku persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (L \cdot t \cdot F_u)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang

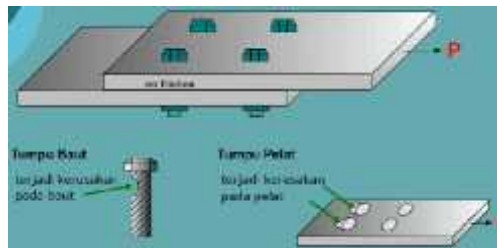
$L$  = jarak ujung pada garis gaya, dari pusat suatu standar atau lubang berukuran lebih, atau dari pertengahan lebar lubang beralur pendek, sampai pinggiran bagian yang disambung

10. Bila perpanjangan lubang lebih besar dari 0,25 dapat dipergunakan persamaan :

$$\phi R_n = \phi \cdot (3,0 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \quad (2.70)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk baut terhadap sisi lubang



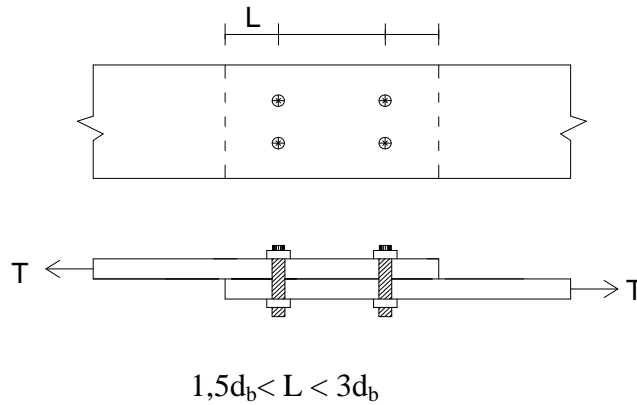
Gambar 2.33 Kegagalan tumpu baut ada ulir

➤ **Jarak minimum Baut Pada Garis Transmisi Gaya**

Untuk jarak minimum  $L$  dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku,

Jilid 1, 1992 : 135) :

$$L \geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} \quad (2.71)$$

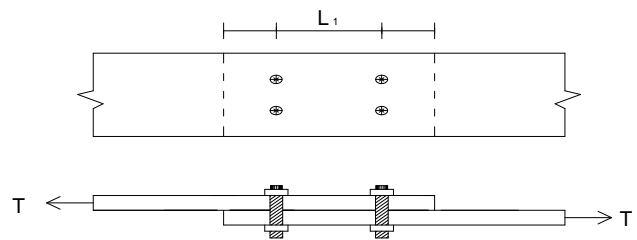


$$1,5d_b < L < 3d_b$$

Gambar 2.34 jarak baut dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan

Dan kemudian penambahan radius  $db/2$  lubang baut kepersamaan tersebut akan memberikan jarak minimum dari pusat ke pusat :

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{Rn}{Fu.t} + \frac{Db}{2} \quad (2.72)$$



Gambar 2.35 jarak baut dari pusat sampai kepusat

$$3 d_b < L_1 < 7 d_b$$

Karena  $Rn$  pada persamaan ini merupakan kekuatan nominal yang disyaratkan, yang sama dengan beban factor  $P$ , yang bekerja pada satu

faktor resistensi  $\phi$ , maka persamaan menjadi :  
 baut dibagi dengan

$$\text{Jarak antar baut} \geq \frac{P}{w . Fu.t} + \frac{Db}{2}$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

$P$  = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

$F_u$  = kekuatan tarik dari bahan pelat

$D_b$  = diameter ludang baut

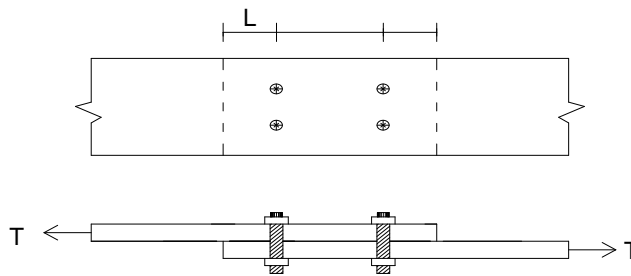
Jarak minimum baut dalam satu garis lebih disukai sebesar 3 x diameter baut dan tidak boleh kurang dari  $2 \frac{2}{3}$  x diameter baut.

➤ **Jarak Ujung minimum Pada Arah Transmisi Gaya**

Jarak minimum  $L$  dari pusat penyambung sampai kepinggir luas

berdekatan :

$$L \geq \frac{Rn}{F_{u.t}} \quad (2.73)$$



Gambar 2.36 jarak baut dari pusat penyambung sampai kepinggir luas berdekatan

Bila kekuatan nominal yang disyaratkan adalah beban terfaktor dibagi

resistensi  $\phi$ , maka persamaan menjadi :  
dengan faktor

$$L \geq \frac{P}{\phi \cdot F_{u.t}} \quad (2.74)$$

Dimana :

$\phi = 0,75$ , harga untuk kegagalan tarik atau sisi lubang pada pelat

P = beban terfaktor yang bekerja pada satu baut

Fu = kekuatan tarik dari bahan pelat

t = ketebalan pelat

➤ **Perhitungan Jumlah Baut (n)**

Untuk menghitung jumlah baut yang diperlukan dalam merencanakan sambungan dapat menggunakan rumus :

Jumlah baut untuk sambungan (n)

$$n = \frac{P_u}{w.R} \quad (2.75)$$

Dimana :

n = jumlah baut

P<sub>u</sub> = Beban terfaktor yang bekerja pada satu baut ( kg )

R = kekuatan ( geser dan tumpu desain baut akan diambil hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil), ( kg )

➤ **Menentukan tebal plat simpul ( t )**

Untuk menghitung tebal plat simpul digunakan rumus :

$$t > \frac{P}{w.F_u.L} \quad (2.76)$$

Dimana:

P = beban terfaktor (cm)

w = factor retesistensi (0,75)

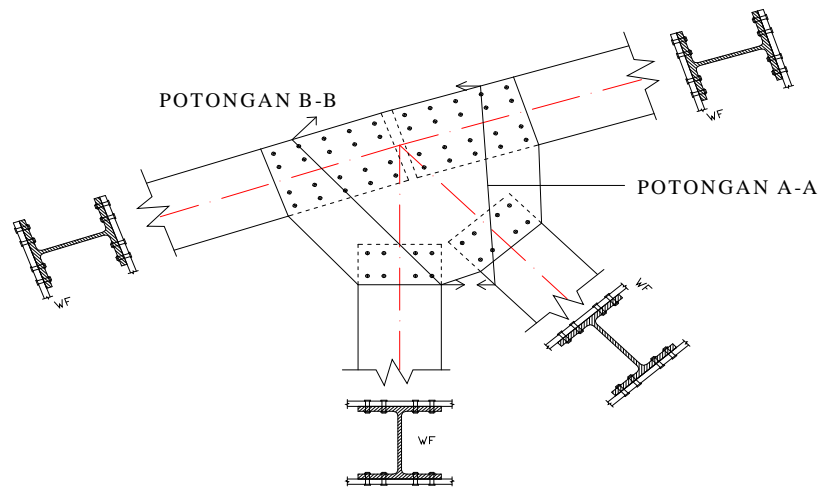
Fu = kekuatan tarik dari bahan pelat (kg/cm<sup>2</sup>)

L = jarak ujung minimum (cm)

t = tebal plat simpul (cm)



➤ **Kontrol plat simpul**

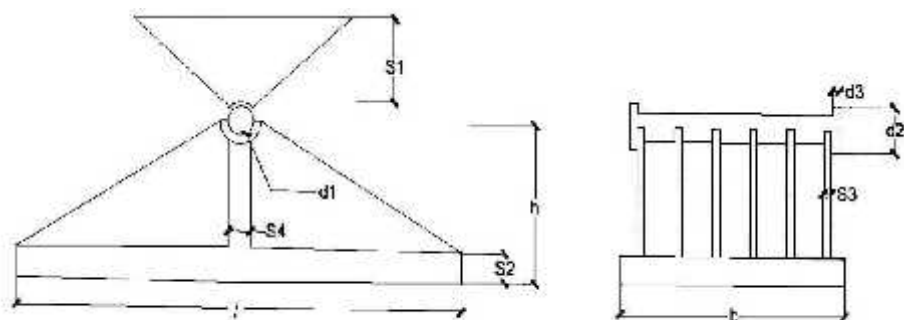


Gambar 2.37 Sambungan Kontrol Plat Simpul

11. Dicari Potongan Yang Terpendek
12. Tebal plat simpul tebal flens baja

## 2.4.9 Perencanaan Perletakan

### 2.4.9.1 Perletakan sendi



Gambar 2.38 Konstruksi perletakan Sendi

(Sumber : H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan :  
halaman 243)

Untuk menghitung perletakan sendi digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$= L+40 \quad ( 2. 77 )$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

= Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3.Pu.l}{b.W.fy}} \quad ( 2.78 )$$

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

Dimana :

Pu = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

w = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

Fy = Mutu baja st 52 = 240 Mpa

- Selanjutnya untuk ukuran  $S_2$ ,  $S_3$ , h dan W dapat direcanakan dengan melihat tabel Muller Breslaw, sebagai berikut :

Tabel 2.15 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 :  
halaman 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  $S_5 = h/4$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot Pu \cdot \quad W = \frac{M_{\max}}{w \cdot fy} \quad (2.79)$$

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

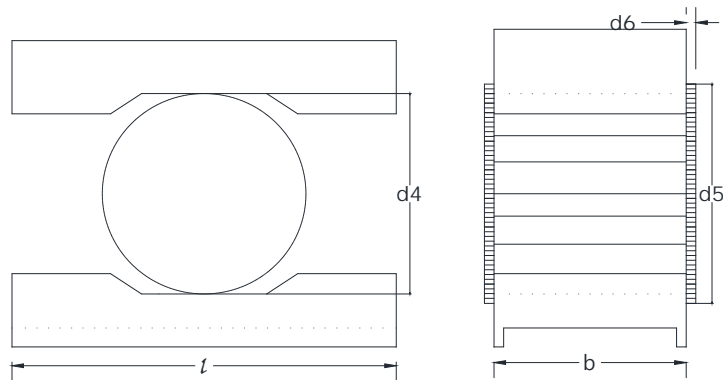
- Jari-Jari garis tengah sendi

$$r = \frac{1}{2} \cdot d_1 \quad (2.80)$$

$$r = \frac{0,8 \cdot P}{w \cdot fy \cdot \ell} \quad (2.81)$$

(Sumber : H.J. Struyk, K.H.C.w. Van Der Veen, Soemargono, Jembatan :  
halaman 250 )

### 2.4.9.2 Perletakan Rol



Gambar 2.39 Konstruksi Perletakan Rol

Untuk menghitung perletakan rol digunakan rumus- rumus sebagai berikut :

- Panjang empiris dihitung dengan rumus

$$= L+40 \quad (2.82)$$

Dimana :

L = Panjang jembatan (m)

= Panjang perletakan (cm)

- Tebal bantalan

$$S_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot P_u \cdot \ell}{b \cdot w \cdot f_y}} \quad (2.83)$$

Dimana :

P<sub>u</sub> = Besar gaya (kg)

b = Lebar perletakan

w = Faktor resistansi untuk sendi rol 0,90

f<sub>y</sub> = Mutu baja st 52 = 240 Mpa = 2400 kg/cm<sup>2</sup>

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

- Jari- Jari garis tengah rol

$$\begin{aligned} r &= \frac{1}{2} \cdot d_4 \\ &= \frac{0,8 \cdot P}{w \cdot f_y \cdot \ell} \end{aligned} \quad (2.84)$$

- Diameter rol

$$\begin{aligned} d_4 &= 0,75 \cdot 10^6 \cdot \frac{P}{\ell \cdot w \cdot \tau_y} \quad \tau_y = \text{tegangan tarik putus baja} \\ &= 8500 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Baja A529)} \end{aligned}$$

- Tinggi total rol

$$d_5 = d_4 + 2 \cdot d_6 \quad (2.85)$$

Tebal bibir rol

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

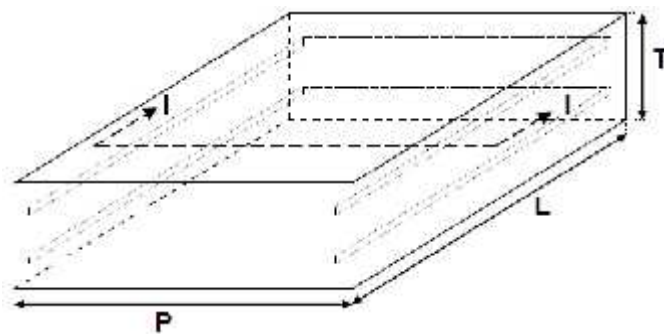
#### 2.4.9.2 Perencanaan Perletakan Bantalan Elastomer

Perletakan elastomer merupakan material yang memiliki sifat karet asli, karet vulkanisasi, atau karet sintetis yang meregang apabila diberi tegangan dan berdeformasi secara cepat dan dapat kembali ke dimensi semula.

Bantalan elastomer memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut :

- Terdiri dari dua atau lebih lapisan elastomer dan plat baja yang bekerja secara komposit.
- Tipikal beban maksimum pada arah vertikal sebesar 5000 kN
- Membutuhkan modifikasi untuk dapat menahan gaya memanjang jembatan

- d. Membutuhkan modifikasi untuk dapat menahan gaya melintang jembatan
- e. Tipikal perpindahan maksimum sebesar 50 mm
- f. Memungkinkan perputaran
- g. Baik untuk menahan beban gempa sebagai peredam (*buffer*)



Gambar 2.40 Bantalan Elastomer`

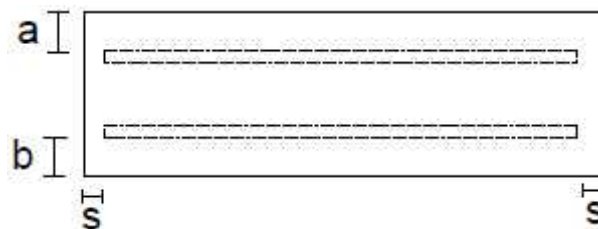
( sumber : SNI 3967 : 2008 ; halaman 14 )

dengan:

P = panjang bantalan;

L = lebar bantalan;

T = tinggi bantalan.



Gambar 2.41 Potongan Elastomer

( sumber : SNI 3967 : 2008 ; halaman 14 )

dengan :

a = tebal *cover* atas;

b = tebal *cover* bawah;

s = tebal *cover* samping.

Beban yang harus dihitung diterima oleh bantalan adalah beban hidup ditambah beban matirencana.

### Kontrol Elastomer

#### 1. Faktor bentuk

$$S = \frac{Ar}{P \cdot te} \quad (2.86)$$

(Sumber : BMS pasal 8.3.5)

Dimana : Ar = Luas permukaan terikat (cm<sup>2</sup>)

P = Keliling permukaan terikat (cm')

te = Tebal efektif lapisan elastomer (cm)

Syarat perletakan laminasi :  $4 < S < 12$ ..... (OK)

#### 2. Persyaratan perencanaan

a. Regangan geser tekan  $sc$  (Sumber : BMS pasal 8.3.6)

$$b = \frac{Hb \cdot t}{Ar \cdot G} \quad (2.87)$$

Dimana :

a = b = Simpangan geser max. tangensial pada permukaan tumpuandalam arah dimensi a dan b akibat gerakan struktur dan gaya tangensial.

Ar = seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

G = modulus geser (Mpa)

t = tebal total elastomer (cm)

Ha = P gempa longitudinal (kg)

Hb = P gempa transversal (kg)

➤ Aeff = luas daerah efektif perletakan

$$A_{eff} = A \left( 1 - \frac{u_a}{a} - \frac{u_b}{b} \right) \quad (2.88)$$

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.1.d)

Dimana :

A = Seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat

a = Panjang perletakan

b = lebar perletakan

➤ 
$$v_c = \frac{V_{max}}{3 \cdot A_{eff} \cdot G \cdot (1 + 2 \cdot S^2)} \quad (2.89)$$

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.1.d)

Dimana :

$v_c$  = regangan geser

$V_{max}$  = tegangan geser maksimum

$A_{eff}$  = luas daerah efektif perletakan (cm<sup>2</sup>)

➤ 
$$s_c = 6 \cdot S \cdot c \quad (2.90)$$

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.1.d)

Dimana :

$s_c$  = regangan geser tekan

S = faktor bentuk

b. Regangan geser torsi ( sr)



Gaya vertikal  $V_{max}$  bekerja pada pusat luasan Elastomer dan momen = 0, maka :  $a = b = 0$

$$s_r = 0 \quad (\text{Sumber : BMS pasal 8.3.6.3})$$

c. Regangan geser tangensial (  $sh$  )

$$sh = \frac{Ua}{t} \quad (2.91)$$

Dimana :

$t$  = tebal total elastomer (cm)

$vsh$  = Regangan geser tangensial

$a$  = simpangan geser max. tangensial pada permukaan tumpuandalam arah dimensi  $a$  dan  $b$  akibat gerakan struktur dan gaya tangensial.

- Untuk membatasi distorsi tangensial dan agar ujung perletakan menggelinding seminimum mungkin atas kecenderungan plat baja untuk melentur, syarat yang harus dipenuhi adalah pasal (8.3.6.3) ; nilai regangan geser maksimum ijin :

$$A_{eff} = 0,9 \cdot A_r \quad (2.92)$$

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.3)

dan  $sh = 0,7$

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.3)

- Syarat untuk menjamin bahwa regangan geser total yang berkembang tidak berlebihan berdasarkan pasal 8.3.6.1 adalah :

$$v_{sh} + v_{sr} + v_{sc} = \frac{2,6}{\sqrt{G}} = \frac{2,6}{\sqrt{1,2}} \quad (2.93)$$

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.3)

Dimana

$v_{sh}$  = Regangan geser tangensial

$v_{sr}$  = Regangan geser torsi

$v_{sc}$  = Regangan geser tekan.

### 3. Persyaratan tegangan tekan rata-rata

( Sumber : BMS pasal 8.3.6.2)

$$\frac{V_{\max}}{A_r} \leq 15 \text{ Mpa} \quad (2.94)$$

Dimana :

$V_{\max}$  = tegangan geser maksimum

$A_r$  = seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat (cm<sup>2</sup>)

### 4. Persyaratan stabilitas perletakan

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.5)

$$\frac{V_{\max}}{A_{eff}} \leq \frac{2.b.G.S}{3.t} \quad (2.95)$$

Dimana :

$V_{\max}$  = tegangan geser maksimum

$A_{eff}$  = luas daerah efektif perletakan

$b$  = lebar perletakan

$G$  = modulus geser (Mpa)

$S$  = faktor bentuk

t = tebal total elastomer (cm)

## 5. Persyaratan tebal minimum plat baja

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.6)

➤ Syarat 1 :

$$t_s \geq 3 \text{ mm}$$

$t_s$  = tebal plat baja (mm)

➤ Syarat 2 :

$$t_s \geq \frac{3 \cdot V_{\max} \cdot t_1}{A_r \cdot F_y} \quad (2.96)$$

$t_s$  = tebal plat baja (mm)

$t_1$  = Tebal lapisan dalam

$V_{\max}$  = tegangan geser maksimum

$A_r$  = seluruh luas daerah untuk lapis tak terikat  
(mm<sup>2</sup>)

$F_y$  = tegangan leleh baja

## 6. Persyaratan penahan perletakan

(Sumber : BMS pasal 8.3.6.7)

➤ kombinasi beban

$$H' < 0,1 \cdot [V_{\max} + 3 A_{\text{eff}} \cdot 0,001] \quad (2.97)$$

Diama :

$H'$  = Beban gempa horizontal terbesar

$V_{\max}$  = tegangan geser maksimum

$A_{\text{eff}}$  = luas daerah efektif perletakan

➤ beban permanen

$$\frac{V_{\max}}{A_{eff}} \geq 2 \quad (2.98)$$

## 2.5 Sambungan Las

- Ukuran las

Ukuran las tumpul penetrasi penuh untuk sambungan T atau sambungan sudut adalah tebal bagian yang menumpu pada bagian yang lain.

- Panjang efektif

Panjang efektif las tumpul adalah jumlah dari panjang las ukuran penuh.

- Luas efektif

Luas efektif las tumpul adalah perkalian panjang efektif dengan tebal rencana leher.

- Kuat las per satuan panjang

Las sudut yang memikul gaya rencana per satuan panjang las,  $V_w$  harus memenuhi

$$V_w^* \leq \phi V_w \dots \dots \dots (2.77)$$

Gaya rencana per satuan panjang,  $V_w$  adalah jumlah vektor gaya rencana per satuan

- panjang pada luas efektif las.

Kekuatan nominal las sudut per satuan panjang harus dihitung sebagai berikut:

$$V_w = 0,6 \cdot f_{uw} \cdot t_f \cdot k_r \dots \dots \dots (2.78)$$

dengan pengertian :

$k_r$  adalah faktor reduksi kekuatan

$f_{uw}$  adalah kekuatan nominal las sudut per satuan panjang (MPa).

$t_f$  adalah lebar rencana leher (mm)

$k_r$  adalah faktor reduksi untuk memperhitungkan panjang hubungan lebih yang di las,  $L_w$ . Untuk semua jenis hubungan lain,  $k_r = 1,0$

## 2.6 Metode Pelaksanaan Jembatan Rangka Baja

### 1. Metode cantilever

Dalam merencanakan jembatan ini saya menggunakan system cantilever.

Perakitan dengan system kantilever adalah suatu system perakitan jembatan rangka baja yang dilakukan tanpa alat penyangga/perancah tetapi merupakan system pemasangan komponen per komponen yang dipasang setempat secara bertahap mulai dari abutment atau pilar hingga posisi akhir dengan penambahan dan pemasangan masing – masing komponen pada bagian bentang yang telah dipasang sebelumnya, sehingga membentuk kantilever yang bergerak segmen demi segmen. Pemasangan system kantilever ini bersifat statis dan membutuhkan bentang pemberat ( caunter weigh) dan rangka penghubung.

Urutan perakitan :

1. Sebagai dasar perakitan statis awal adalah pembuatan satu rangkaian segitiga awal tepat setelah susunan rangka penghubung, tentunya dapat dengan pemasangan batang diagonal (2) pada sambungan / join

1 dimana sambungan sudah terpasang terlebih dahulu. Setelah kelengkapan sambungan terpasang semua pada join 1, maka baut dapat segera dimasukkan dan diputar dalam kondisi sementara sehingga batang diagonal (2) masih mudah diatur posisinya untuk menunggu dipasangnya batang gelagar bawah (3) yang dipasangkan dan dibautkan pada join 2 lebih dahulu.

Sambung dan pasang baut batang (2) dan (3) pada sambungan join 3 dengan dilengkapi keperluan plat sambung dan kelengkapannya. Setelah terbentuk segitiga pada posisi yang benar maka dilengkapi semua baut pada tiap – tiap sambungan dan dapat dikencangkan sepenuhnya sehingga terbentuklah segitiga awal sebagai segitiga pijakan awal untuk perakitan selanjutnya.

2. Pasang batang datar tepi atas pada pelat buhul dan pelat penyambung bagian bawah pada titik sambungan join 1 yang telah selesai sebelumnya. Sisipkan pelat penyambung atas dan pelat pengisi bagian dalam (jika diperlukan). Setelah join 1 terpasang, pelat penyambung bagian badan dan pengisi badan dan dalam keadaan pembautan penuh (baut dikencangkan sepenuhnya)
3. Rakit dan pasang dua batang diagonal (2) berikut pelat buhul termasuk pelat penyambung batang diagonal yang sudah ditandai bersama – sama sehingga membentuk rakitan (V terbalik). Angkat dalam keadaan tegak dan sisipkan ujung bawahnya diantara pelat buhul batang bawah pada join 3. Sisipkan pelat pengisi sanyap dan pelat penyambung ke bagian bawah jalur diagonal, lalu dikunci

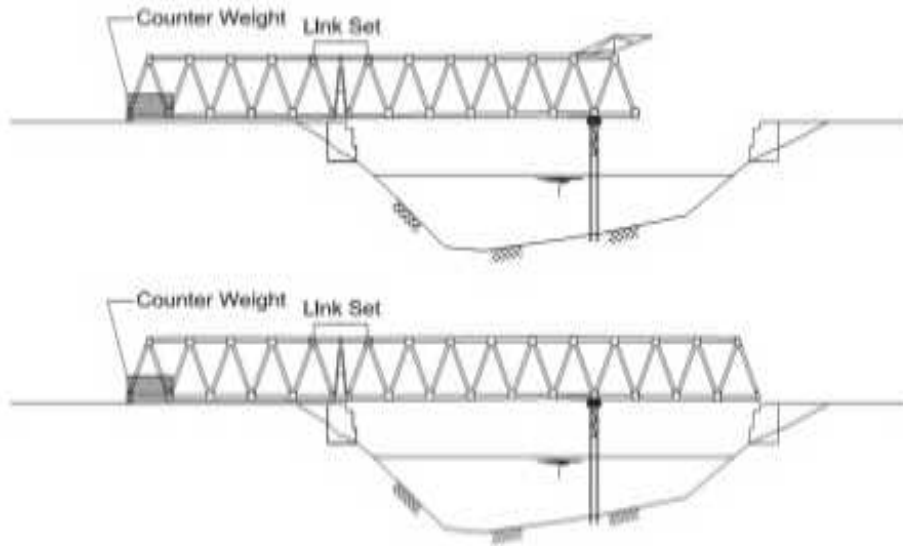
dengan kunci pas ujung lancip dan sisipkan agar pelat buhul atas bisa pas dengan batang atas (1) pada join 4. Pasang pelat penyambung sayap bawah dan bagian dalam dan bagian luar pelat pengisi pada join 3 dan pasang bagian baut – baut pada join 4 dan join 5

4. Pasang batang datartepi bawah (3), masukan diantara pelat buhul pada bagian pertemuan join 3 yang telah selesai sebagian. Pasang pelat pengisi dan pelat penyambung atas selesai (join 4) setelah pemasangan pelat penghubung bagian atas dan pelat penyambung badan yang ada dan baut seluruhnya pada join 4.

Pada ujung depan dari batang datar bawah, pasang pelat buhul luar dan pelat pnyambung bawah secara bersamaan dengan pengisi yang ditentukan, bautkan pada batang datar bawah dan batang diagonal pada join 5.

5. Pasang ikatan angina batang atas dan hubungkan pada pertemuan join 1 dan join 4 saling menyilang. Jalan kerja dari kayu daoat dipasangkan pada gelagar melintang bagian atas (5) dan rangka pengangkat dipindahkan satu panel berikutnya dipasang dan diikat kembali.
6. Ulangi langkah pertama. Pasangkan batang penghubung atas berikutnya seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dan selesaikan titik hubung join 3.
7. Ulang langkah kedua dan lanjutkan tahapan perakitan seperti sebelumnya. Penting sekali bahwa seluruh baut harus dikencangkan

penuhi setelah semua komponen pada suatu titik pertemuan terpasang.



Gambar 2.21. metode pelaksanaan sistem Kantilever



## **BAB III**

### **METODOLOGI PERENCANAAN**

#### **3.1 Data Teknis Proyek**

- Nama Proyek : Jembatan Kalilanang
- Lokasi : Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu
- Fungsi bangunan : Jembatan
- Panjang bangunan : 40 m
- Lebar Jembatan : 9.0 m

#### **3.2 Metodologi Perancangan**

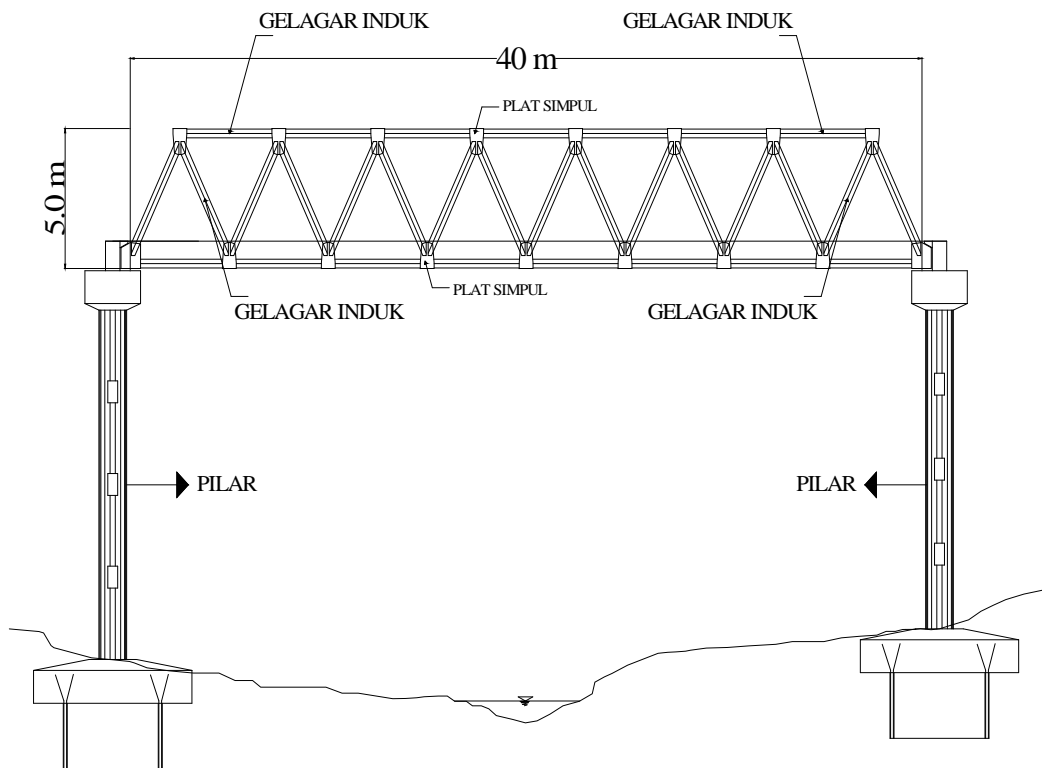
Dalam perencanaan jembatan ini digunakan pendekatan pada studi kasus, dengan data perhitungannya menggunakan metode *Load Resistance Factor and Design* (L.R.F.D).

#### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

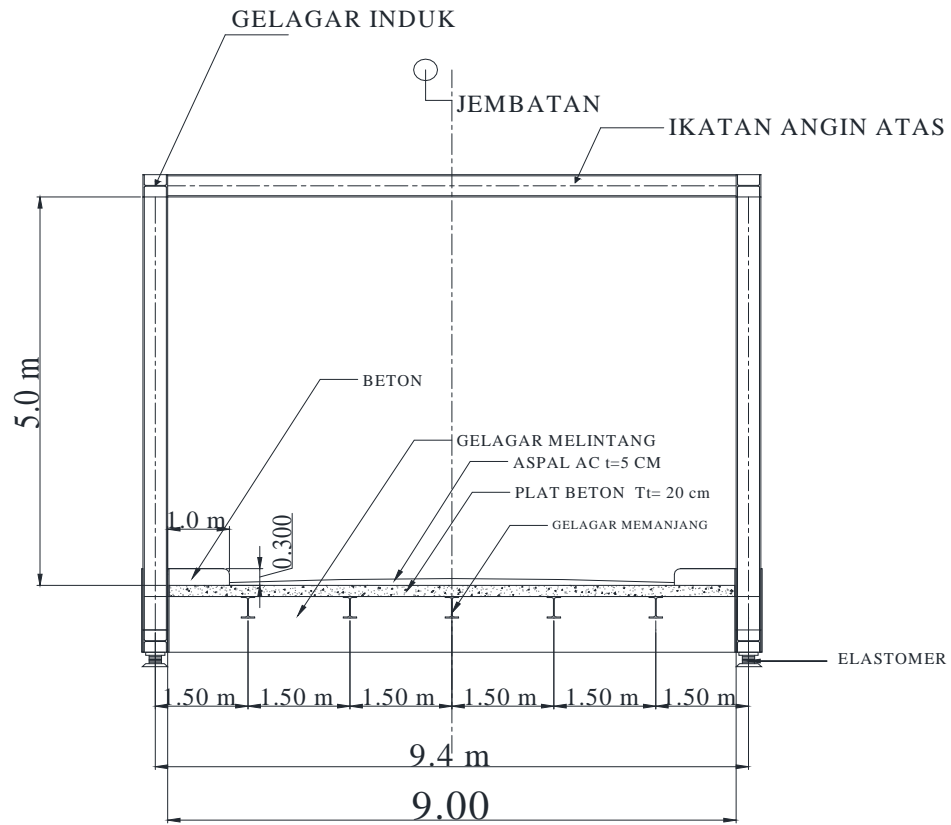
Dalam kasus ini pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data dari Kantor Dinas PU Bina Marga kota Batu yang berupa data gambar struktur kemudian data yang sudah ada diolah kembali.

### 3.4 Data Existing Jembatan Kalilanang

1. Kelas Jembatan : I (satu)
2. Panjang Jembatan : 40,00 meter
3. Lebar Lantai Kendaraan : 7,00 meter
4. Lebar Trotoir : 2 x 1,0 meter
5. Tipe Jembatan : Rangka Baja type V- Truss
6. Jarak antar Gelagar Melintang : 5,00 meter
7. Jarak antar Gelagar Memanjang : 1,50 meter
8. Tebal Plat beton : 0,20 meter



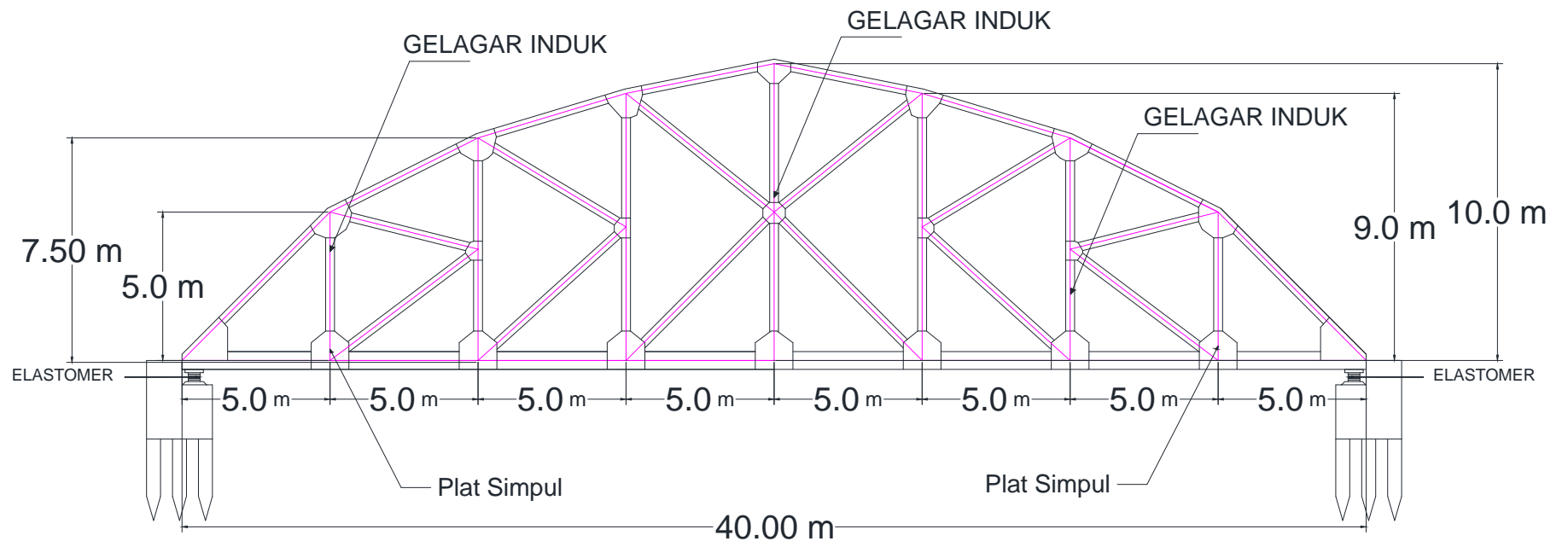
Gambar 3.1 potongan memanjang jembatan existing tipe V - Truss



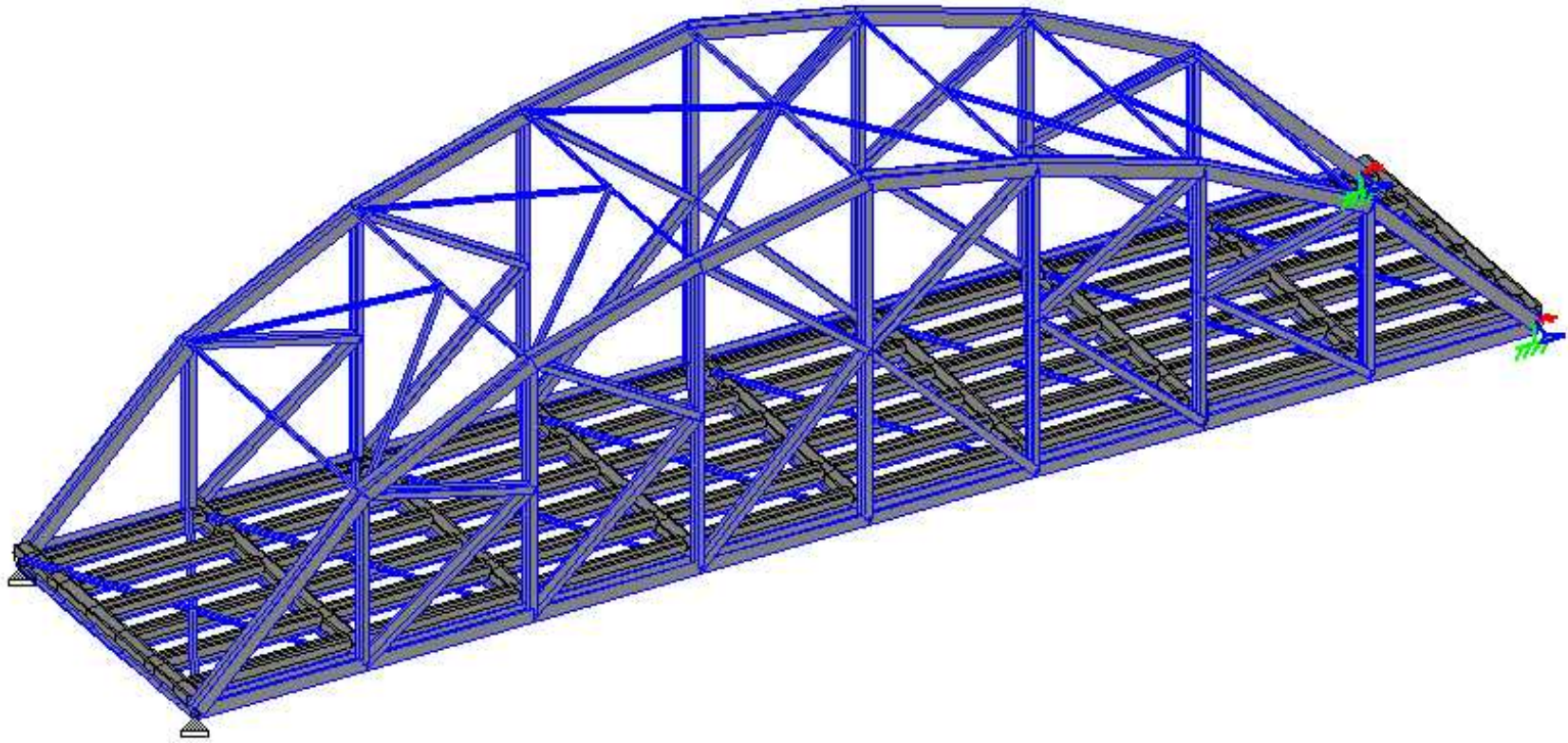
Gambar 3.2 potongan melintang jembatan existing Tipe V - Truss

### 3.5 Pre Eleminary Design Jembatan

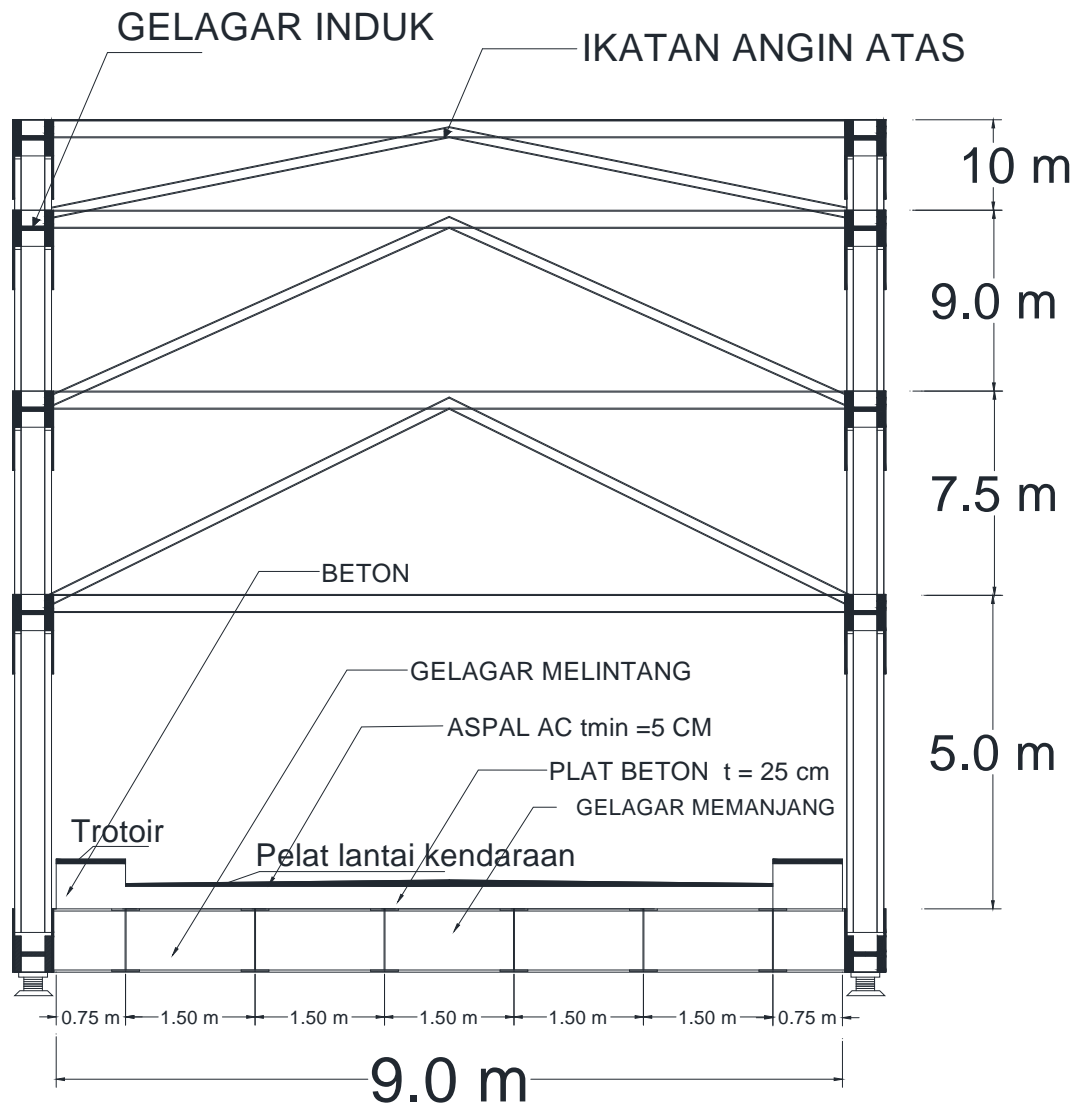
1. Kelas Jembatan : I (satu)
2. Panjang Jembatan : 40,00 meter
3. Lebar Lantai Kendaraan : 7,50 meter
4. Lebar Trotoir : 2 x 0,75 meter
5. Tipe Jembatan : Rangka Baja type K - Truss
6. Jarak antar Gelagar Melintang : 5,00 meter
7. Jarak antar Gelagar Memanjang : 1,50 meter
8. Tinggi rangka jembatan : 10,00 meter
9. Tebal Plat beton : 0,25 meter
10. Mutu Bahan
  - ✓ Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) : 32 Mpa
11. Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 Mpa
12. Mutu baja : BJ 55
  - ✓ Tegangan leleh baja :  $4100 \text{ kg/cm}^2$
  - ✓ Tegangan dasar :  $2400 \text{ kg/cm}^2$



Gambar 3.3 Potongan Memanjang Jembatan Pre Eleminary Design

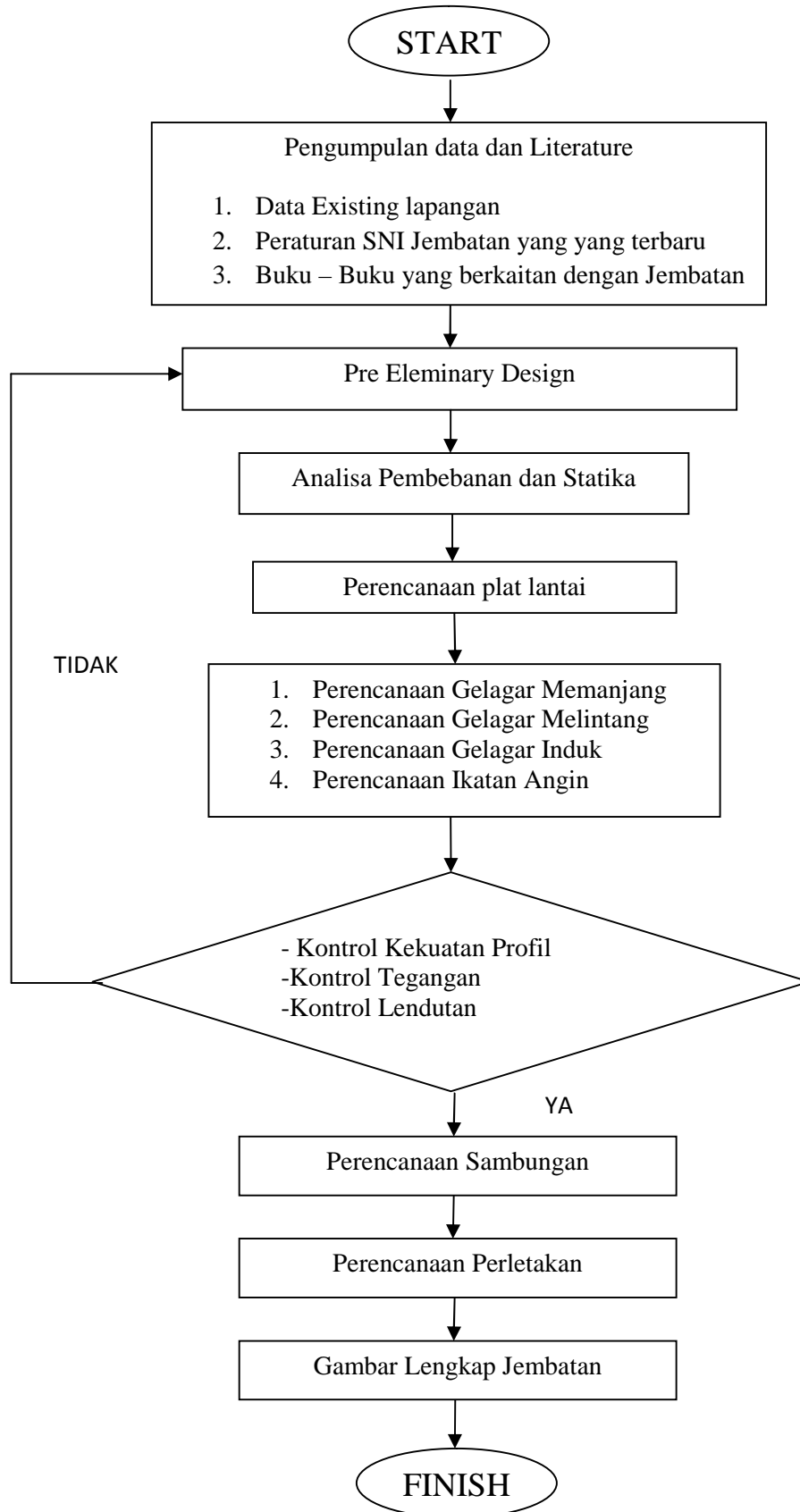


Gambar 3.4 Gambar Tampak 3D Jembatan Pre Eleminary Design



Gambar 3.5 Potongan Melintang Jembatan Pre Elementary design

### 3.6 Bagan Alir





## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Perhitungan Plat Lantai Kendaraan dan Trotoir**

##### **4.1.1 Data Pembebanan**

a) Lapisan aspal lantai kendaraan

- Tebal Aspal min = 0.05 meter (*Data perencanaan Dinas PU kota Batu*)
- Berat jenis aspal =  $2240 \text{ kg/m}^3$  (*SNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.3$  (*SNI T-02-2005, hal : 10*)

b) Plat beton lantai trotoar

- Tebal plat beton = 0.55 meter
- Berat jenis beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^3$  (*SNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.3$  (*SNI T-02-2005, hal : 10*)

c) Plat beton lantai kendaraan

- Tebal plat beton = 0.25meter
- Berat jenis beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^3$  (*SNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.3$  (*SNI T-02-2005, hal : 10*)

d) Air hujan

- Tebal air hujan = 0.05 meter
- Berat jenis beton bertulang =  $1000 \text{ kg/m}^3$  (*SNI T-02-2005, hal : 11*)
- Faktor beban  $K_{uMS} = 2.0$  (*SNI T-02-2005, hal : 10*)

e) Steel Deck

- Tebal steel deck union = 0.80 mm
- Berat jenis steel deck =  $10,86 \text{ kg/m}^3$
- Faktor beban  $K_{uMS} = 1.1$  (*SNI T-02-2005, hal : 10*)

#### 4.1.2 Perhitungan Pembebanan

##### a. Plat lantai kendaraan ( diambil pias 1 meter )

###### Beban Mati ( qd )

- Berat sendiri lantai kendaraan =  $0,25 \times 1 \times 2400 \times 1.3 = 780 \text{ kg/m}$
  - Berat aspal =  $0,07 \times 1 \times 2240 \times 1.3 = 203,84 \text{ kg/m}$
  - Berat steel deck (0.80 mm) =  $1 \times 10,86 \times 1 \times 1.1 = 11,95 \text{ kg/m}$
  - Berat air hujan =  $0,05 \times 1 \times 1000 \times 2.0 = 100 \text{ kg/m} +$
- Qd1 = 1095,79 kg/m

###### Beban Hidup ( ql )

- Muatan "T" yang bekerja pada lantai kendaraan adalah tekanan gandar = 225 kN = 22500 kg, atau tekanan roda = 112.5 kN = 11250 kg (SNI T-02-2005, hal : 22)
- Faktor beban = 1.8 (SNI T-02-2005, hal : 22)
- Maka P = 1.8 x 11250 = 20250 kg

##### b. Trotoar

###### Beban Mati ( qd )

- Berat sendiri lantai trotoar =  $0,55 \times 1.0 \times 2400 \times 1.3 = 1716 \text{ kg/m}$
  - Berat tegel + spesi =  $0,05 \times 1.0 \times 2240 \times 1.3 = 145.6 \text{ kg/m}$
  - Berat steel deck (0.80 mm) =  $1 \times 10,86 \times 1 \times 1.1 = 11,95 \text{ kg/m}$
  - Berat air hujan =  $0,05 \times 1.0 \times 1000 \times 2.0 = 100 \text{ kg/m} +$
- Qd<sub>2</sub> = 1973,55 kg/m

### **Beban hidup ( ql )**

Beban hidup trotoar

Faktor beban = 1.8 (SNI T-02-2005, hal : 19)

Beban hidup trotoar harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar :

$$Q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2 \text{ (SNI T-02-2005, hal : 27)}$$

$$Ql_2 = 500 \times 1 \times 1.8 = 900 \text{ kg/m}^2$$

Pipa Sandaran

Faktor beban 1.1 (SNI T-02-2005, hal : 9)

Menggunakan pipa baja dengan diameter 76.3 mm = 7.63 cm

Berat (G) = 5.08 kg/m

Tebal (t) = 2.8 mm = 0.28 cm

### **Beban terfaktor trotoir**

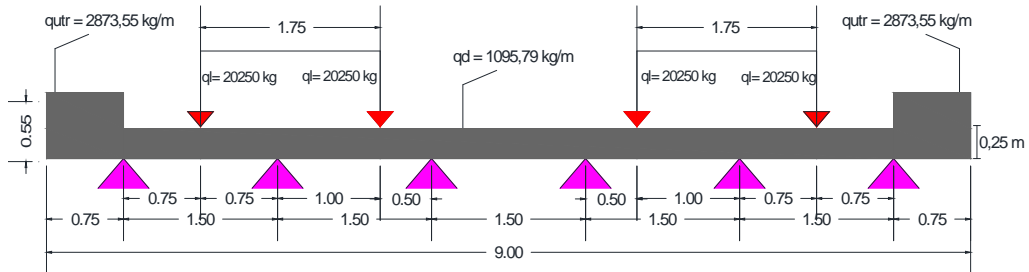
$$Q_u = q_d + q_l$$

$$= 1973,55 + 900$$

$$= 2873,55 \text{ kg/m}$$

### 4.1.3 Perhitungan statika

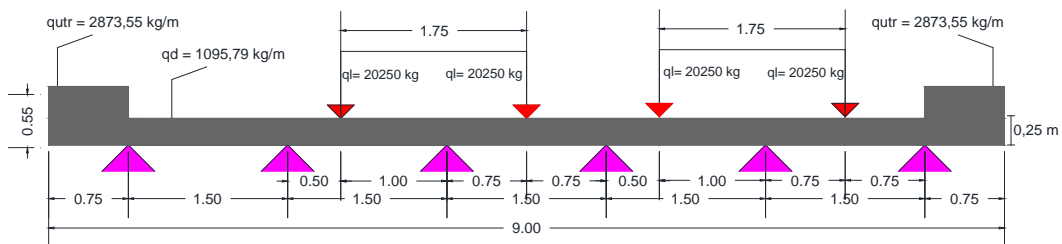
#### Kondisi I



Gambar 41. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

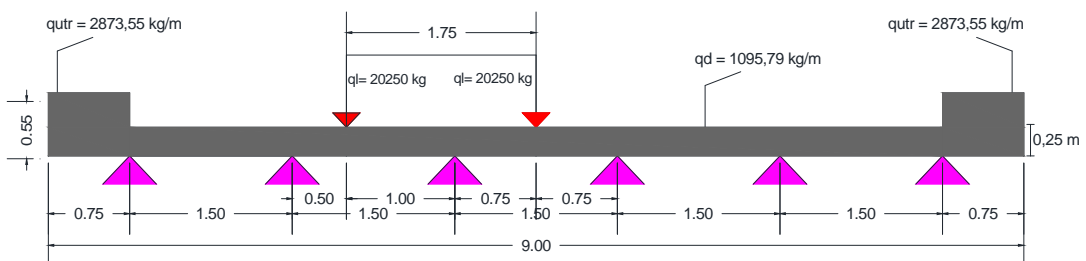
#### Kondisi II



Gambar 4.2 Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

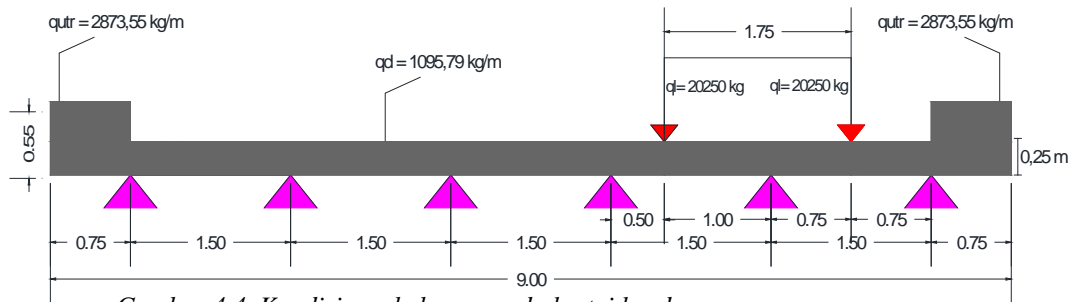
#### Kondisi III



Gambar 4.3. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

### Kondisi IV



Gambar 4.4. Kondisi pembebanan pada lantai kendaraan

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

) Hasil Rekapitulasi Momen Maximum dari program StaadPro

| KONDISI  | KONDISI 1 | KONDISI 2 | KONDISI 3 | KONDISI 4 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MOMEN    | Kg.m      | Kg.m      | Kg.m      | Kg.m      |
| LAPANGAN | -202,046  | -202,046  | -202,046  | -202,046  |
|          | 5126,4    | 1070      | -1017     | -176,759  |
|          | 4394,9    | 4342,2    | 4746,3    | 333,256   |
|          | -1264     | 3972      | 4641,1    | -594,869  |
|          | 4394,9    | 2998,9    | -573,667  | 4132,8    |
|          | 5126,4    | 5406,5    | -103,282  | 5179      |
|          | -202,046  | -202,046  | -202,046  | -202,046  |
| TUMPUAN  | -808,186  | -808,186  | -808,186  | -808,186  |
|          | -4743     | -1948     | -1843     | -161,714  |
|          | -1572     | -3914     | -4360     | 211,843   |
|          | -1572     | 3946      | -2162     | -2018     |
|          | -4743     | 4183      | 398,369   | -4638     |
|          | -808,186  | -808,186  | -808,186  | -808,186  |

#### 4.1.4. Penulangan Pelat Lantai Kendaraan dan Trotoir

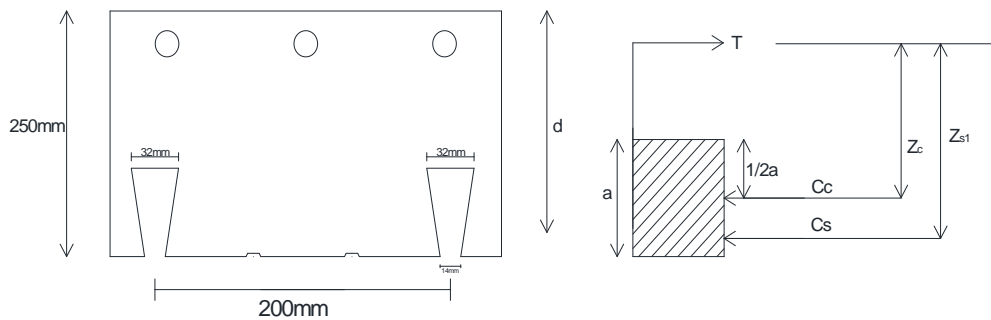
Dengan penulangan statika menggunakan software STAAD PRO didapat momen maximum pada

$$M_{\max \text{ negative}} = 4743 \text{ Kg.m}$$

$$\text{Jadi, } M_u = 47430000 \text{ Nmm}$$

Untuk perhitungan penulangan plat diambil momen max

) Perhitungan Penulangan Momen negative ( Tumpuan )



Syarat kesetimbangan :

$$C_c = T$$

$$C_s = 0$$

$$\text{Jadi, } C_c = T$$

Direncanakan D 16 – 200

$$T = \frac{1}{4} \times \rho \times d^2 \times s \times f_y$$

= factor reduksi untuk kuat lentur

$$T = \frac{1}{4} \times \rho \times d^2 \times s \times f_y$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \times 1000/200 \times 320$$

$$= 321536 \text{ N}$$

$$T = Cc$$

$$Cc = a \times f_c \times 1000$$

$$Cc = a \times 35 \times 1000$$

$$a \times 35 \times 1000 = 321536$$

$$a = 9,188 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{2} a = 4,594 \text{ mm}$$

$$Z_c = \text{tebal plat} - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot 16 - \frac{1}{2} a$$

$$= 250 - 25 - \frac{1}{2} \cdot 16 - 4,594$$

$$= 212,406 \text{ mm}$$

$$Mn = Z_1 \times T$$

$$= 212,406 \times 321536$$

$$= 6896175,62 \text{ N.mm}$$

$$0,85 \times 6896175,62 > 47430000 \text{ Nmm}$$

$$58051749,27 \text{ Nmm} > 47430000 \text{ Nmm} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

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

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

$$= 0,2 \times 1005,71$$

$$= 201,062 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi untuk trotoar 750 m (n)

$$n \times \frac{A_{s\text{bagi}}}{A_{s\text{ada}}} \times \frac{201,062}{\frac{1}{4} f \cdot 13^2} = 1,52 \quad 5 \text{ tulangan}$$

$$S \times \frac{b \text{ ditinjau}}{n} \times \frac{750}{5} = 150 \text{ mm}$$

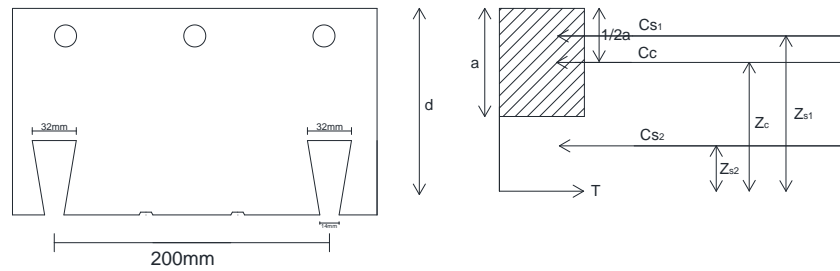
Dipakai tulangan : D13 – 150 mm

J) Perhitungan Penulangan Momen positive ( Lapangan )

$$M_{\max} \text{ positif} = 5406,5 \text{ Kg.m}$$

$$\text{Jadi, } M_u = 54065000 \text{ Nmm}$$

Untuk perhitungan penulangan plat diambil momen max



Syarat kesetimbangan :

$$C_c + C_{s1} + C_{s2} = T$$

Direncanakan D16 – 200 Tulangan tarik

$$T = (A_s \text{ steel deck} \times f_y \text{ steel deck})$$

$$= 1314,01 \times 550$$

$$= 722705,5 \text{ N}$$

$$C_{s1} = A_s \times 1000/200 \times f_y \text{ tulangan}$$

$$= \frac{1}{4} \times 16^2 \times 1000/200 \times 320$$

$$= 273305,6 \text{ N}$$

$$C_{s2} = A_s \times 1000/200 \times f_y \text{ tulangan}$$

$$= \frac{1}{4} \times 16^2 \times 1000/200 \times 320$$

$$= 273305,6 \text{ N}$$

$$T = C_c + C_{s1} + C_{s2}$$

$$C_c = 722705,5 - 273305,6 - 273305,6$$

$$C_c = 176094,3 \text{ N}$$



$$C_c = a \times f_c \times 1000$$

$$C_c = a \times 35 \times 1000$$

$$a \times 35 \times 1000 = 176094,3$$

$$a = 5,031 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{2} a = 2,516 \text{ mm}$$

$$Z_c = \text{tebal plat} - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot a - \frac{1}{2} \text{ tinggi steeldeck} - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 250 - 25 - 2,516 - \frac{1}{2} \cdot 54 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 187,484 \text{ mm}$$

$$Z_{s1} = \text{tebal plat} - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot a - \frac{1}{2} \text{ tinggi steeldeck} - (2 \times \frac{1}{2} \cdot 16)$$

$$= 250 - 25 - 2,516 - \frac{1}{2} \cdot 54 - (2 \times \frac{1}{2} \cdot 16)$$

$$= 179,484 \text{ mm}$$

$$Z_{s2} = \text{tebal plat} - \frac{1}{2} \text{ tinggi steeldeck} - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 250 - \frac{1}{2} \cdot 54 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 215 \text{ mm}$$

$$M_n = C_c \times Z_c + C_{s1} \times Z_{s1} + C_{s2} \times Z_{s2}$$

$$= (176094,3 \times 187,484) + (273305,6 \times 179,484) + (273305,6 \times 215)$$

$$= 140829550,1 \text{ N.mm}$$

$$0,85 \times 22469243,16 \text{ Nmm} > 54065000 \text{ Nmm}$$

$$119.705.117,5 \text{ Nmm} > 54065000 \text{ Nmm} \dots\dots \text{Aman}$$

Jadi di tambah tulangan pada steeldeck dipakai tulangan : D16 – 200 mm

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

$$= 0,2 \times 1005,71$$

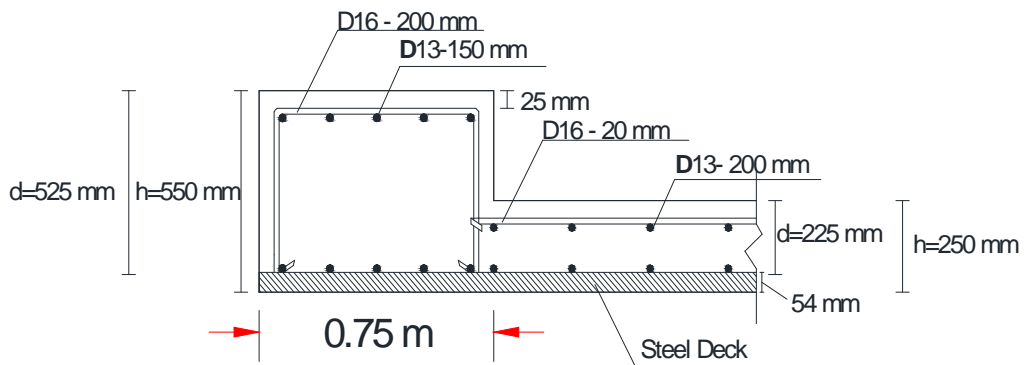
$$= 201,062 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan bagi untuk trotoar 750 m (n)

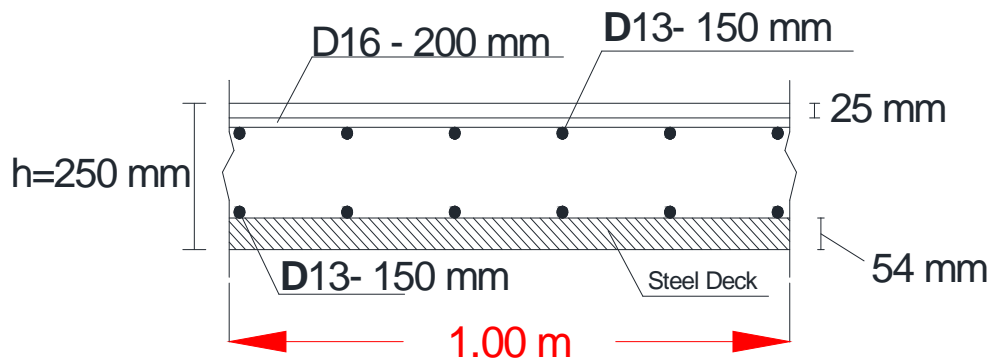
$$n \times \frac{A_{s_{\text{bagi}}}}{A_{s_{\text{ada}}}} \times \frac{201,062}{\frac{1}{4} f \cdot 13^2} = 1,52 \quad 5 \text{ tulangan}$$

$$S \times \frac{b \text{ ditinjau}}{n} \times \frac{1000}{5} = 150 \text{ mm}$$

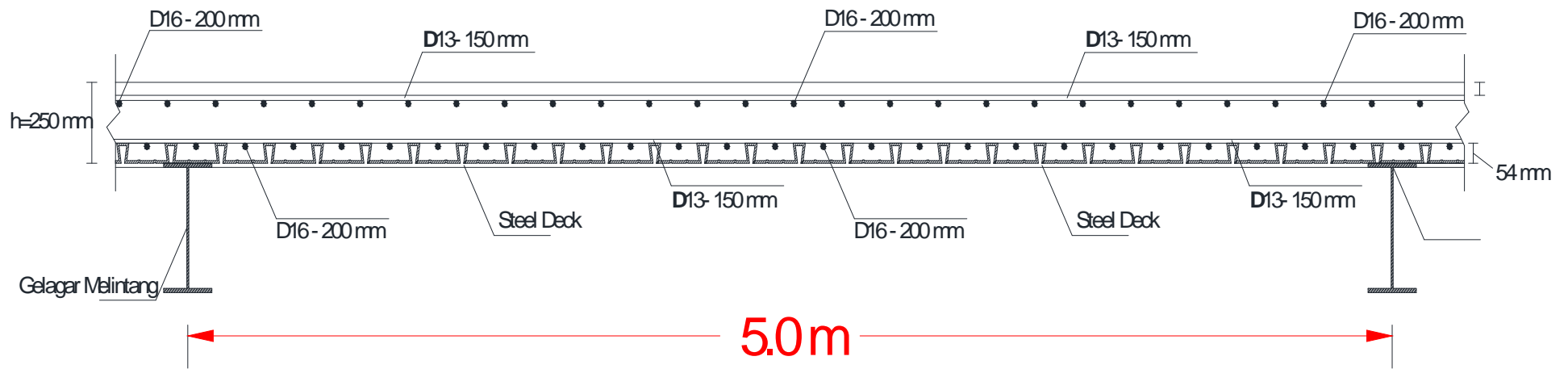
Dipakai tulangan bagi : D13 – 150 mm



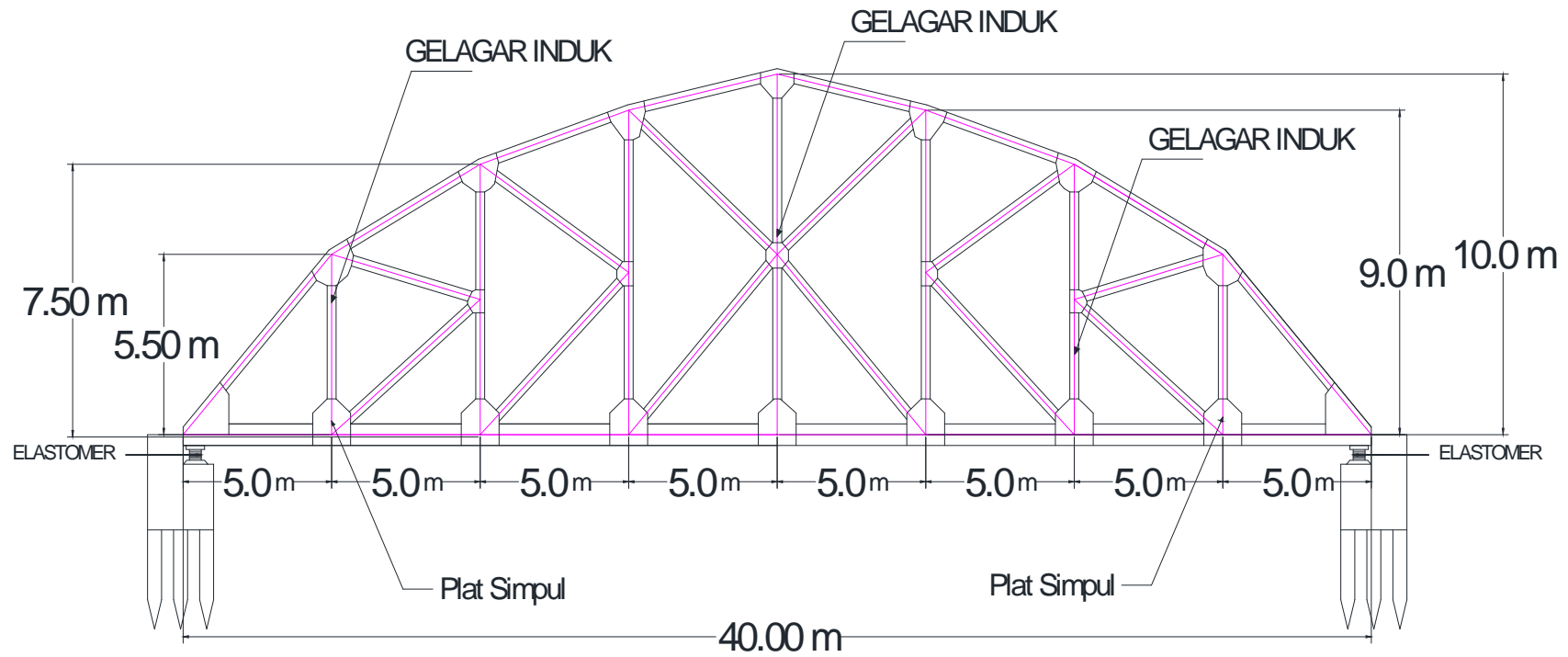
Gambar 4.5 Penulangan Plat Lantai dan Trotoir per segmen



Gambar 4.6 Penulangan Plat Lantai kendaraan



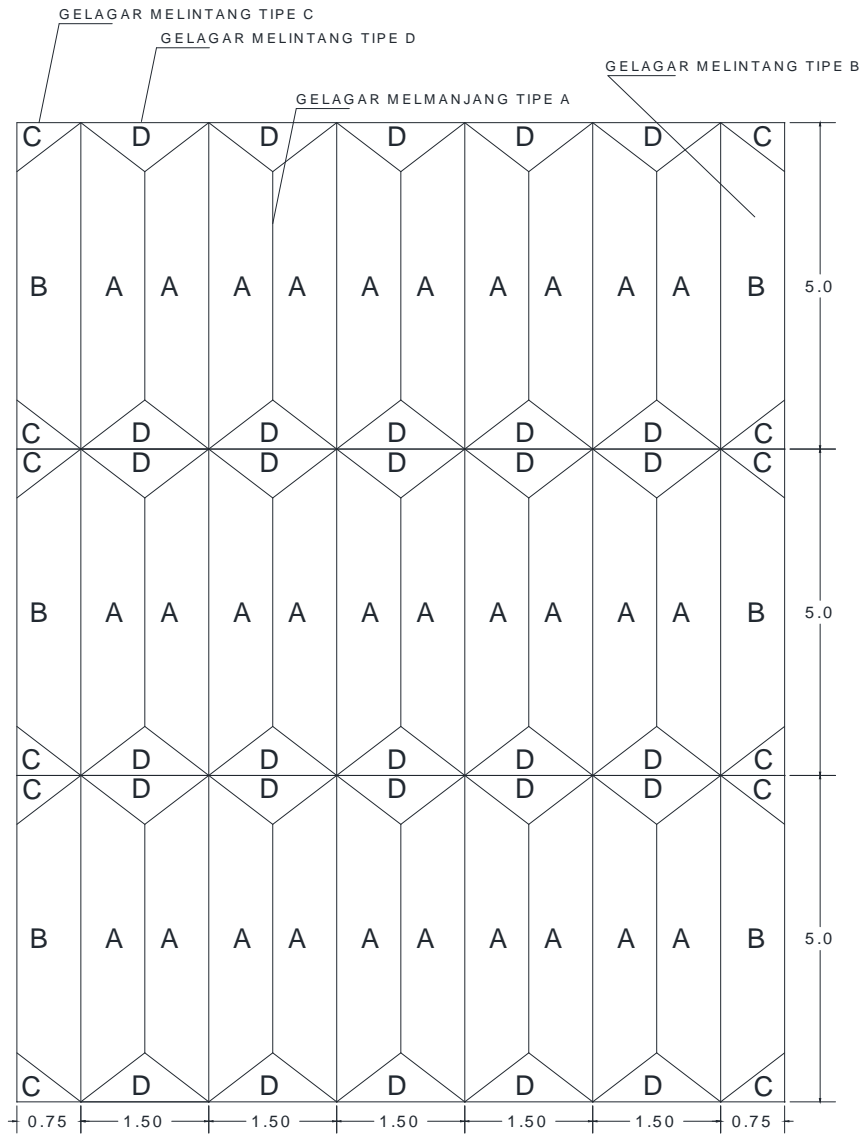
Gambar 4.7 Penulangan Plat Lantai kendaraan arah memanjang



4.8 Gambar Tampak Samping Jembatan

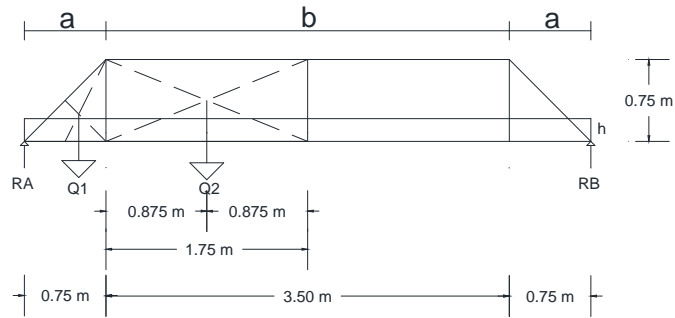
## 4.2 Perhitungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

### 4.2.1 Perhitungan Perataan Beban



Gambar 4.9 Perataan Beban Plat Lantai dan Trotoar

### 1. Perataan Tipe A



$$Q1 = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 0.75 = 0.281 \text{ m}^2$$

$$Q2 = 1.75 \times 0.75 = 1.313 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} RA = RB &= Q1 + Q2 \\ &= 0.281 + 1.313 \\ &= 1.594 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$M_1 = (RA \times 2,5) - ((Q1 \times (1/3 \times a + 1/2 \times b)) + (Q2 \times 1/2 \times 1/2 \times b))$$

$$\begin{aligned} M_1 = (1.594 \times 2,5) - ((0.281 \times (1/3 \times 0.75 + 1/2 \times 3.50)) + (1.313 \times 1/2 \times 1/2 \\ \times 3.50)) \end{aligned}$$

$$M_1 = 2,274$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times l^2$$

$$= \frac{1}{8} \times h \times 5^2$$

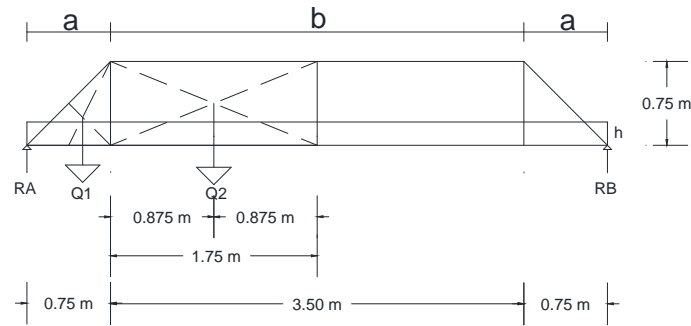
$$M_2 = 3.125 h$$

$$M_1 = M_2$$

$$2,274 = 3.125 h$$

$$h = 0.728 \text{ m} < 0,75 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$

## 2. Perataan Tipe B



$$Q1 = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 0.75 = 0.281 \text{ m}^2$$

$$Q2 = 1.75 \times 0.75 = 1.313 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} RA = RB &= Q1 + Q2 \\ &= 0.281 + 1.313 \\ &= 1.594 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$M_1 = (RA \times 2,5) - ((Q1 \times (1/3 \times a + 1/2 \times b)) + (Q2 \times 1/2 \times b))$$

$$\begin{aligned} M_1 &= (1.594 \times 2,5) - ((0.281 \times (1/3 \times 0.75 + 1/2 \times 1.75)) + (1.313 \times 1/2 \times 1.75)) \\ &= 2.274 \end{aligned}$$

$$M_1 = 2.274$$

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{1}{8} \times h \times l^2 \\ &= \frac{1}{8} \times h \times 5^2 \end{aligned}$$

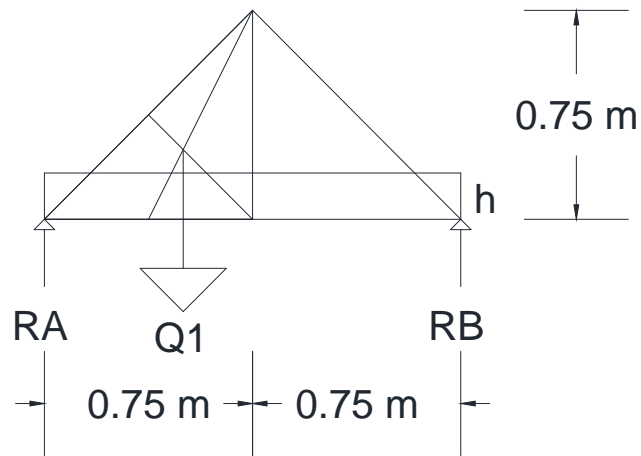
$$M_2 = 3.125 h$$

$$M_1 = M_2$$

$$2.274 = 3.125 h$$

$$h = 0.728 \text{ m} < 0,75 \text{ m} \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$

### 3. Perataan Tipe D



$$Q_1 = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 0.75 = 0.281 \text{ m}^2$$

$$R_A = R_B = 0.281 \text{ m}^2$$

$$M_1 = (R_A \times 0.75) - (Q_1 \times \frac{1}{3} \times 0.75)$$

$$M_1 = (0.281 \times 0.75) - (0.281 \times \frac{1}{3} \times 0.75)$$

$$M_1 = 0.141 \text{ m}$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times l^2$$

$$= \frac{1}{8} \times h \times 1.50^2$$

$$M_2 = 0.281 h$$

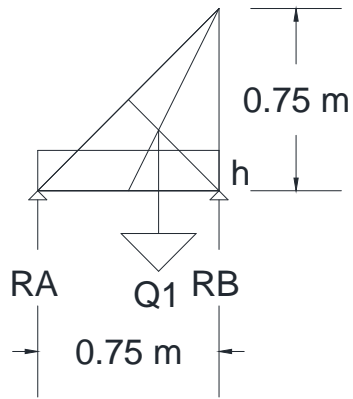
$$M_1 = M_2$$

$$0.141 = 0.281 h$$

$$h = 0.50 \text{ m} < 0.75 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$



4. Perataan Tipe C



$$Q_1 = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 0.75 = 0.281 \text{ m}^2$$

$$R_A = R_B = 0.281 \text{ m}^2$$

$$M_1 = (R_A \times 0.5 \times 0.75) - (Q_1 \times 1/3 \times 0.75)$$

$$M_1 = (0.281 \times 0.5 \times 0.75) - (0.281 \times 1/3 \times 0.75)$$

$$M_1 = 0.035 \text{ m}$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times l^2$$

$$= \frac{1}{8} \times h \times 0.75^2$$

$$M_2 = 0.070 \text{ h}$$

$$M_1 = M_2$$

$$0.035 = 0.070 \text{ h}$$

$$h = 0.50 \text{ m} < 0.75 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (\text{Memenuhi})$$

#### 4.2.2 Perencanaan Gelagar Memanjang

✓ Jarak gelagar memanjang = 1,50 m

✓ Jarak gelagar melintang = 5,0 m

##### 4.2.2.1 Perhitungan pembebanan

###### a. Beban Mati

- ✓ Akibat berat lantai trotoir (untuk gelagar tepi)

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

$$q_u = (0,728 \times 1973,55) + (0,728 \times 1095,79)$$

$$q_u = 2208,27 \text{ kg/m}$$

$$J \quad q_L = (\text{beban hidup trotoir} \times \text{perataan tipe B} \times \text{faktor beban}) \\ = 500 \times 0,728 \times 1,8 = 655,2 \text{ kg/m}$$

- ✓ Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tengah)

$$q_u = (2 \times \text{perataan beban tipe A} \times q \text{ plat lantai kendaraan})$$

$$q_u = (2 \times 0,728 \times 1095,79)$$

$$q_u = 1595,47 \text{ kg/m}$$

###### b. Beban Hidup “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 :

$$L = 40 \text{ m} \longrightarrow L = 30 \text{ m (RSNI T - 02 - 2005, halaman : 18)}$$

$$q = 9 \cdot 0,5 \Gamma \frac{15}{L} \text{ kPa}$$

$$= 9 \cdot 0,5 \Gamma \frac{15}{40} \text{ kPa}$$

$$= 7,9 \text{ kPa} = 790 \text{ kg/m}^2$$

- ✓ Muatan terbagi rata ; faktor beban 1,8 (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

$$q = 790 \text{ kg/m}^2$$

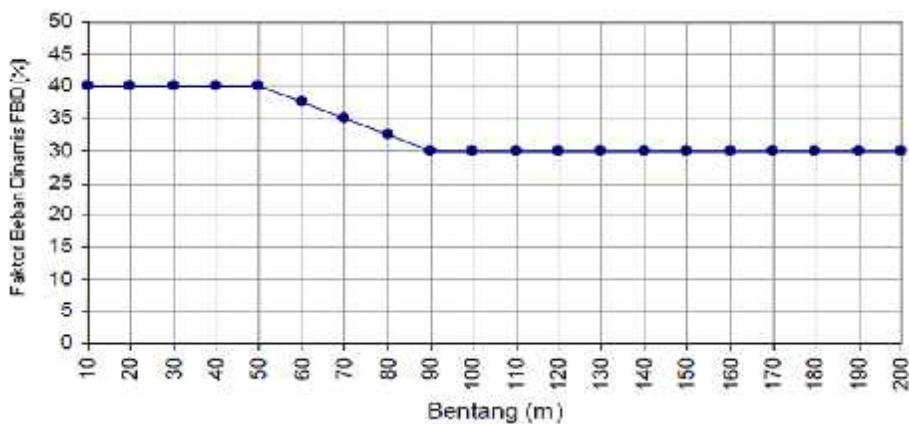
- ✓ Akibat beban garis  $P = 49 \text{ kN/m} = 4900 \text{ kg/m}$  ; faktor beban 1,8 (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

$$P_u = 4900 \times 1,8$$

$$= 8820 \text{ kg/m}$$

- ✓ Faktor beban dinamis / koefisien kejut

Berdasarkan RSNI-T-02-2005, halaman : 25, nilai dari factor beban dinamis tergantung pada panjang bentangan jembatan (L).



Utuk  $L = 40 \text{ m}$ ,  $L = 40$  maka :  $\longrightarrow$  FBD = 0,4

Maka :  $k = 1 + DLA$

$$= 1 + 0,40 = 1,40$$

Perbandingan beban hidup gelagar :

1) Beban Hidup yang diterima Gelagar memanjang

a. Gelagar Memanjang Tipe B-B

$$\begin{aligned}q_u &= \frac{790}{2,75} \times (\text{perataan tipe A} \times \text{perataan tipe B}) \times 1,8 \\&= \frac{790}{2,75} \times (0,728 + 0,728) \times 1,8 \\&= 752,884 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u &= \frac{8820}{2,75} \times (0,728 + 0,728) \times k \\&= 3207,30 \times 1,456 \times 1,40 \\&= 6537,76 \text{ kg}\end{aligned}$$

b. Gelagar Memanjang Tipe A-A

$$\begin{aligned}q_u &= \frac{790}{2,75} \times (2 \times \text{perataan tipe A}) \times 1,8 \\&= \frac{790}{2,75} \times (0,728 + 0,728) \times 1,8 \\&= 752,884 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u &= \frac{8820}{2,75} \times (0,728 + 0,728) \times k \\&= 3207,30 \times 1,456 \times 1,40 \\&= 6537,76 \text{ kg}\end{aligned}$$

Catatan : Pembagian 2,75 selalu tetap dan tidak tergantung pada Lebar kendaraan

Diambil beban terbesar yang menentukan yaitu :

$$q_l^u = 752,884 \text{ kg/m}$$

$$P_l^u = 6537,76 \text{ kg/m}$$

#### 4.2.2.2 Perhitungan Statika

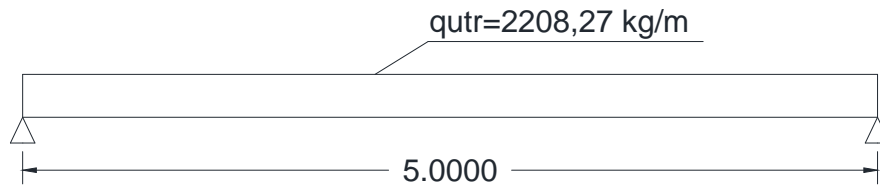
Merupakan perhitungan momen yang terjadi ditengah-tengah gelagar memanjang.

a. Gelagar tepi

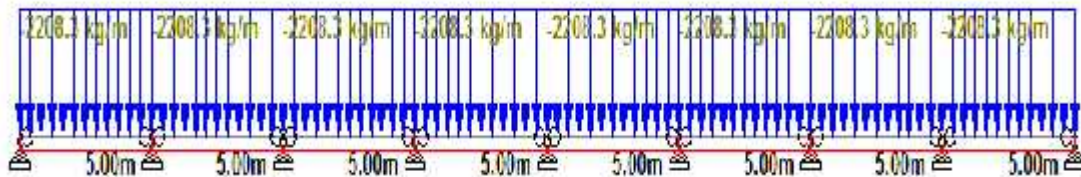
✓ Akibat beban mati

$q_u$  = beban mati akibat berat lantai trotoir untuk gelagar tepi

$$= 2208,27 \text{ kg/m}$$



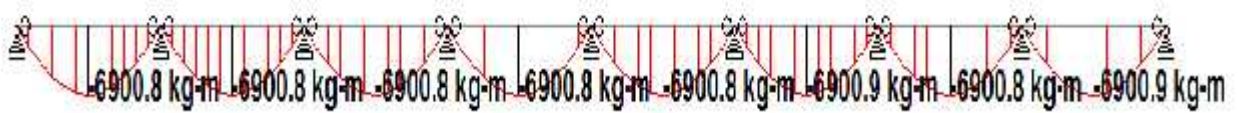
) Input beban mati akibat berat lantai trotoir pada staadPro



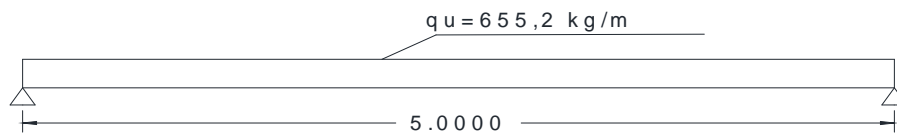
) Hasil gaya lintang (D) untuk beban mati dengan menggunakan Staadpro



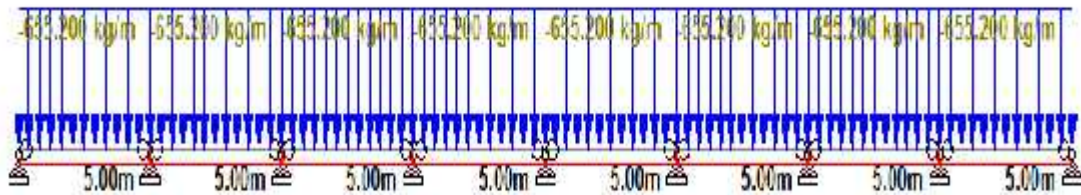
) Hasil gaya Momen (M) untuk beban mati dengan menggunakan Staadpro



✓ Akibat beban hidup



) Input beban hidup trotoir pada staadPro



) Hasil gaya lintang (D) untuk beban hidup trotoir menggunakan Staadpro



) Hasil gaya Momen (M) untuk beban hidup trotoir menggunakan Staadpro

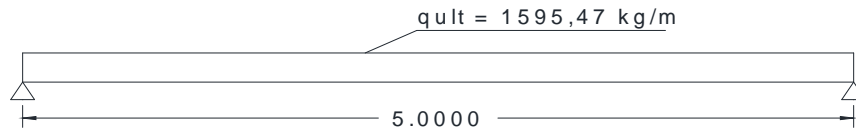


b. Gelagar tengah

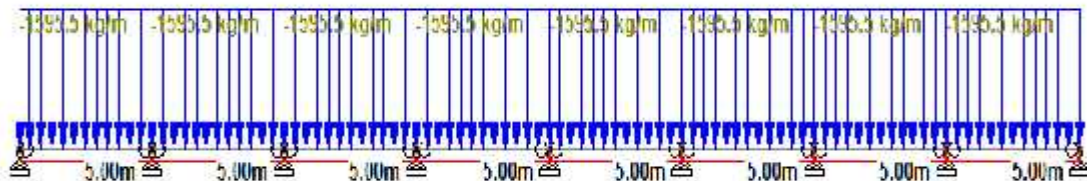
✓ Akibat beban mati

$q_u$  = beban mati akibat berat lantai kendaraan untuk gelagar tengah

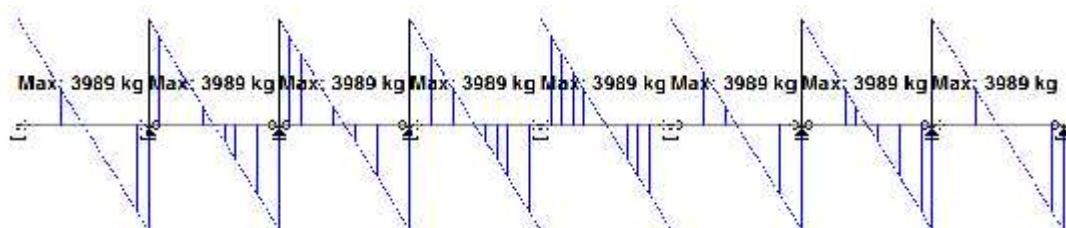
$$= 1595,47 \text{ kg/m}$$



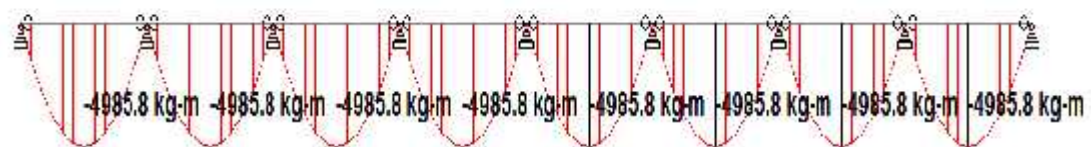
) Input beban mati lantai kendaraan pada staadPro



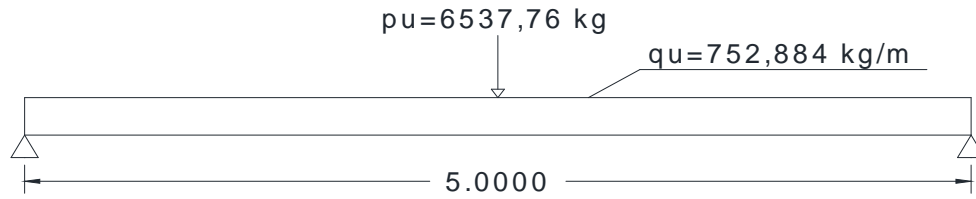
) Hasil gaya lintang (D) untuk beban mati lantai kendaraan dengan menggunakan Staadpro



) Hasil gaya Momen (M) untuk untuk beban mati lantai kendaraan dengan menggunakan Staadpro



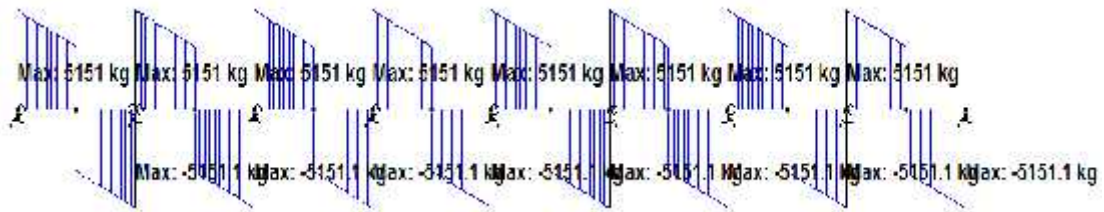
✓ Akibat beban hidup



) Input beban hidup lantai kendaraan pada staadPro



) Hasil gaya lintang (D) untuk beban hidup lantai kendaraan dengan menggunakan Staadpro



) Hasil gaya Momen (M) untuk beban hidup lantai kendaraan dengan menggunakan Staadpro





Momen total :

a. Untuk gelagar tepi,  $Mu_1 = 6900,9 + 2047,5$

$= 8948,40 \text{ kgm}$

b. Untuk gelagar tengah,  $Mu_{II} = 4985,8 + 10525$

$= 15510,8 \text{ kgm}$

Gaya Geser Total

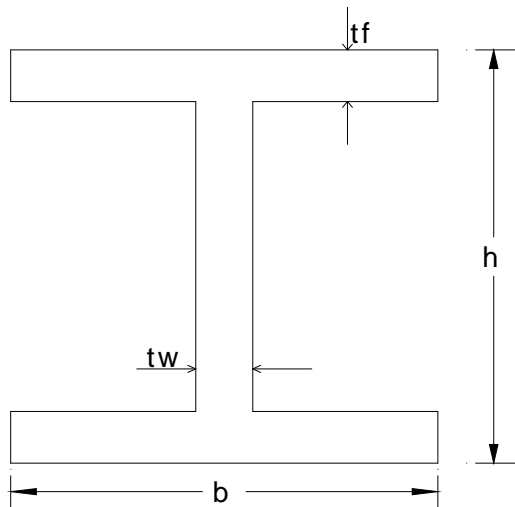
a. Gelagar tepi,  $V_1 = 5521 + 1638 = 7159 \text{ kg}$

b. Gelagar tengah,  $V_2 = 3989 + 5151,10 = 9140,10 \text{ kg}$

#### 4.2.2.3 Perencanaan dimensi gelagar memanjang

##### A. Penentuan dimensi profil gelagar memanjang

Direncanakan baja WF 300 x 150 x 6,5 x 9 (tabel profil baja WF berdasarkan metode LRFD dan SNI 03 – 1729 – 2002, Penerbit : ITS) Mutu Baja BJ – 55 dengan,  $f_y = 4100 \text{ kg/m}^2 = 410 \text{ Mpa}$



Faktor beban untuk baja = 1,2

$W = 36,7 \text{ kg/m}$        $B = 150 \text{ mm}$        $r = 13 \text{ mm}$

$A = 46,78 \text{ cm}^2$        $H = 300 \text{ mm}$

$I_x = 7210 \text{ cm}^4$        $tw = 6,5 \text{ mm}$

$I_y = 508 \text{ cm}^4$        $tf = 9 \text{ mm}$

## B. Desain balok sebelum komposit

Syarat pemilihan profil berdasarkan metode LRFD

$M_u \leq \phi M_n$  (Sumber : SNI T – 02 – 2005, halaman : 30)

Dimana :

$M_u$  = kuat lentur rencana (kgcm)

$M_n$  = kuat lentur nominal penampang (kgcm)

$\phi$  = faktor reduksi kekuatan batang lentur (0,9)

✓ Mencari nilai  $M_u$

$M_{u(\text{Profil WF})} = \gamma \cdot G \cdot l^2 \cdot (dikalikan 1,2 \text{ faktor beban})$

$= \gamma \cdot 36,7 \cdot 5^2 \cdot 1,2$

$= 137,625 \text{ kgm}$

$M_u \text{ total} = 137,625 + 8948,40 + 15510,8$

$= 24596,825 \text{ kgm}$

$= 2459682,5 \text{ kgcm}$

$M_u = 2459682,5 \text{ kgcm}$

✓ Kontrol kelangsingan dan kekompakan penampang

Kontrol kelangsingan penampang Berdasarkan SNI T - 03 2005, hal.31

$$}f \times \frac{B}{2.tf} \times \frac{150}{2 | 9} \times 8,33 \quad \text{TM } }p \times 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{fy}} \times 0,38 \times \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{410}} \times 8,60$$

$$}w \times \frac{b}{2.tw} \times \frac{150}{2 \times 6,5} \times 11,54 \quad \text{TM } }p \times 1,76 \times \sqrt{\frac{E}{fy}} \times 1,76 \times \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{410}} \times 39,832$$

Persyaratan penampang kompak (Berdasarkan SNI T – 03 -2005,hal 31)

syarat : f p

$$8,33 \quad 8,60 \quad \dots \text{OK}$$

syarat : f p

$$11,54 \quad 39,83 \quad \dots \text{OK}$$

#### Kontrol Penampang kompak

$$Zx \times B.tf.(h Ztf) \Gamma \frac{1}{4}.tw(h Z2tf)^2$$

$$Zx \times 150.9.(300 Z9) \Gamma \frac{1}{4}.6,5 (300 Z2.9)^2$$

$$\times 393074,25 \text{ mm}^2$$

$$Mn \times Zx | fy$$

$$\times 393074,25 | 410$$

$$= 161160442,5 \text{ N.mm} \quad 16116,044 \text{ kgm}$$

$$Mn = 16116,044 \times 0,9$$

$$= 14504,439 \text{ kgm}$$

$$\text{Syarat Mu} \quad Mn = 126,156 \text{ kgm} \quad 14504,439 \text{ kgm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

### C. Perhitungan Balok Komposit

📌 Perhitungan  $b_{\text{eff}}$

$$L = 5 \text{ m} = 500 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} < \frac{1}{5} \times L$$

$$< \frac{1}{5} \times 500$$

$$< 100 \text{ cm}$$

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

$$< 1,44 \text{ m}$$

$$< 144 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} < \left( \frac{1}{2} \times S.k + \frac{1}{2} \times S.k \right)$$

$$< \left( \frac{1}{2} \times 1,44 + \frac{1}{2} \times 1,44 \right)$$

$$< 1,44 \text{ m} = 144 \text{ cm}$$

Maka dipakai nilai  $b_{\text{eff}}$  yg terkecil yaitu 100 cm

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

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

$E_c$  = Modulus elastisitas beton ( $4700 \cdot \sqrt{f'c}$ )

$$= (4700 \cdot \sqrt{35})$$

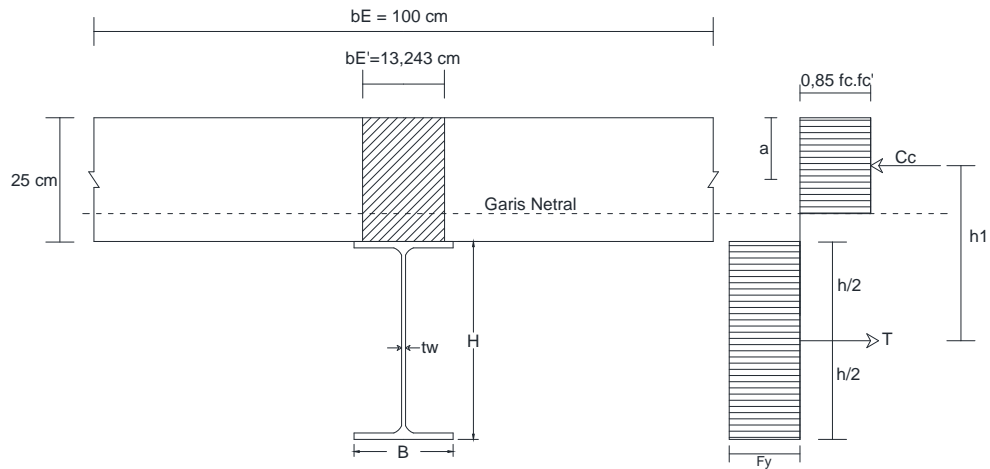
$$= 2,781 \times 10^4 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{2,1 \times 10^5}{2,781 \times 10^4}$$

$$= 7,551$$

$$\frac{b_{eff}}{n} = \frac{100}{7,551}$$

$$= 13,243 \text{ cm}$$



| NO | Luas penampang A<br>( cm <sup>2</sup> ) | Lengan Momen<br>Y ( cm )           | Statis Momen<br>A . Y ( cm <sup>3</sup> ) |
|----|---|------------------------------------|---|
| 1  | Beton = 13,243 x 25<br>= 331,075        | $\frac{25}{2} \times 12,5$         | 4138,44                                   |
| 2  | Baja = 46,78                            | $\frac{40}{2} \Gamma 25 \times 45$ | 2105,10                                   |
|    | A = 377,855                             |                                    | A.Y = 6234,54                             |

Diukur dari bagian atas plat

$$Y_a = \frac{\sum A.Y}{\sum A}$$

$$= \frac{6,5}{3,8}$$

$$= 16,524 \text{ cm}$$

$$Y_b = t + h - Y_a$$

$$= 25 + 30 - 16,524$$

$$= 38,476 \text{ cm}$$

| NO  | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | Y<br>(cm)                   | Io<br>(cm <sup>4</sup> )                               | d<br>(cm)                   | Io+Ad <sup>2</sup><br>(cm <sup>4</sup> ) |
|-----|-------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| 1   | 331,075                 | $\frac{25}{2}$<br>= 12,5    | $\frac{1}{12} \times 13,243 \times 25^3$<br>= 17243,49 | 16,524 - 12,5<br>= 4,024    | 22604,45                                 |
| 2   | 46,78                   | $\frac{40}{2} + 25$<br>= 45 | 7210   | 38,476 - (30/2)<br>= 23,476 | 32991,51                                 |
| A = | 377,855                 |                             |  | Ix =                        | 55595,96                                 |

Karena  $Y_a = 16,524 \text{ cm} < \text{tebal plat beton}$  maka garis netral terletak pada plat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan Gaya C = T, maka diperoleh :

$$a \times \frac{A \cdot f_s}{0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot e}$$

$$\times \frac{4678 \cdot 410}{0,85 \cdot 35 \cdot 1000}$$

$$= 64,47 \text{ mm} < \text{Tebal plat (tc)} = 250 \text{ mm}$$

Karena nilai  $a < \text{tebal pelat}$  maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik  $A_s \cdot f_s$  yang timbul pada baja.

🌈 Tegangan tekan pada serat beton

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot E \\ &= 0.85 \times 35 \times 64,47 \times 1000 \\ &= 1917982,5 \text{ N} \end{aligned}$$

🌈 Tegangan tarik pada serat baja

$$\begin{aligned} T &= A_s \cdot f_y \\ &= 4678 \times 410 \\ &= 1917980 \text{ N} \end{aligned}$$

🌈 Menghitung kuat lentur nominal balok komposit

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \cdot \frac{d}{2} - T \cdot \frac{a}{2} \\ &= 1917982,5 \left| \frac{300}{2} \right| - 1917980 \cdot \frac{64,47}{2} \\ &= 705366834,1 \text{ Nmm} \\ &= 70536,683 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Kuat momen nominal yang dihitung berdasarkan distribusi tegangan plastis pada penampang Komposit.  $w_b \cdot X_{0,85}$ .

$$M_n = 70536,683 \times 0,85 = 59956.181 \text{ kgm}$$

$$M_n = 59956.181 \text{ kgm} > M_u = 24596,825 \text{ kgm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

(Sumber : Agus Setiawan. “Perencanaan Struktur Baja dengan Menggunakan Metode LRFD”. Halaman : 293)

### 🚩 Kontrol Geser

$$V_{total} = 16299,10 \text{ kg}$$

Kapasitas geser penampang :

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

$$= 0,55 \cdot 30 \cdot 0,65 \cdot 4100$$

$$= 43972,5 \text{ kg}$$

Kontrol :

$$V_y > V_{total}$$
$$43972,5 \text{ kg} > 16299,10 \text{ kg} \quad \dots\text{okk}$$

### Kontrol Lendutan

#### 🚩 Lendutan ijin

$$(L = 5\text{m} = 500 \text{ cm})$$

(C.G. Salmon, "struktur baja II", hal : 393)

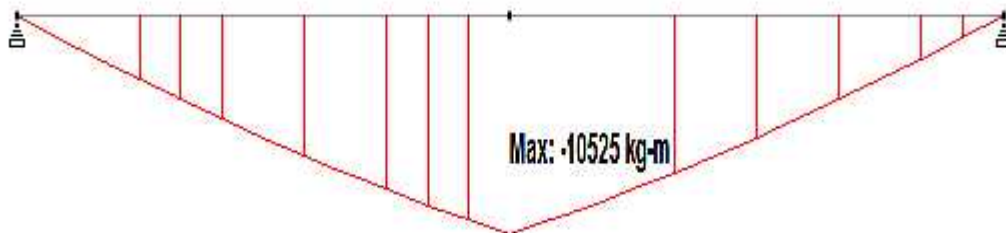
$$f_{ijin} = \frac{1}{360} L$$

$$= \frac{1}{360} \cdot 500$$

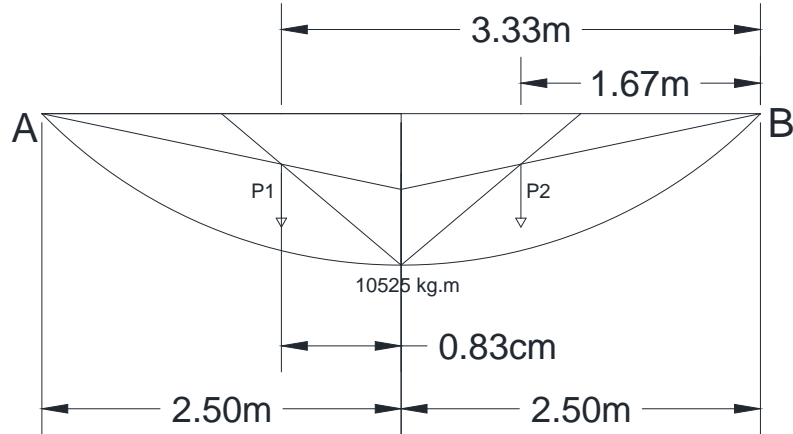
$$= 1,388 \text{ cm}$$

#### 🚩 Besar lendutan yang terjadi ( metode momen area )

) Dari Staad Pro diperoleh nilai momen sebagai berikut :







J) Luas Momen

$$- P1 = \frac{2}{3} \times 10525 \times 2,5 = 17541,67 \text{ kg.m}^2$$

$$- P2 = \frac{2}{3} \times 10525 \times 2,5 = 17541,67 \text{ kg.m}^2$$

$$MB = 0$$

$$(RA \times 5) - (P1 \times 3,33) - (P2 \times 1,67) = 0$$

$$(5RA) - (17541,67 \times 3,33) - (17541,67 \times 1,67) = 0$$

$$5 RA = 87708,35$$

$$RA = 87708,35/5$$

$$= 17541,67 \text{ kg.m}^2$$

$$M_{\max} = (RA \times 2,5) - (P1 \times 0,833)$$

$$= (17541,67 \times 2,5) - (17541,67 \times 0,833)$$

$$= 29241,964 \text{ kg.m}^3$$

$$= 29241,964 \times 10^5 \text{ kg.cm}^3$$

$$E X \frac{Ec | \frac{Ac}{Ac} \Gamma Es | \frac{As}{Ac} \quad 278055,75 \quad \frac{2500}{2500 \Gamma 46,78} \quad \Gamma 2100000 | \frac{46,78}{46,78 \Gamma 2500}}{2} X \frac{46,78}{46,78 \Gamma 2500}$$

$$E X 311521,755 \text{ kg/cm}^2$$

$$x = \frac{M \cdot m}{E \cdot I}$$

$$= \frac{2,9 \times 10^5}{3,7 \times 5,9} = 0,169 \text{ cm}$$

Maka : f ijin = 1,388 cm < x = 0,169 cm .....Aman !!!

#### Perencanaan *Shear Conector*

##### Gelagar Memanjang

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

$$A_{sc} \times \frac{1}{4} | y | d^2$$

$$A_{sc} \times \frac{1}{4} | 3,14 | 19,05^2$$

$$A_{sc} \times 284,88 \text{ mm}^2$$

Kekuatan nominal penghubung geser

$$E_c \times 4700 \sqrt{35} \times 27805,575 \text{ Mpa}$$

$$Q_n \times 0,5 \cdot A_{sc} | \sqrt{f_c'} | E_c$$

$$Q_n \times 0,5 | 284,88 | \sqrt{35} | 27805,575$$

$$Q_n \times 140517,990 \text{ N}$$

Perhitungan Gaya geser Horizontal (  $V_h$  )

$$V_h \times 0,85 f_c' | b E | t_s$$

Dimana pada perhitungan ini menggunakan penghubung geser berkepala

( stud  $\frac{3}{4}$ ' = 1,905 cm dengan tinggi stud 10 cm )

$$V_h \times (0,85 \mid 35 \mid 132,43 \mid 250)$$

$$V_h \times 984948,125 \text{ N}$$

$$V_h \times C_{\max} \times 984948,125 \text{ N}$$

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

$$\times A_s \cdot f_y$$

$$\times 4678 \mid 410$$

$$\times 1917980 \text{ N}$$

Dari kedua rumus di atas dipilih nilai yang terkecil

$$C_{\max} = 984948,125 \text{ N}$$

$$T_{\max} = 1917980 \text{ N}$$

Dipakai  $T_{\max} = 984948,125 \text{ N}$

Banyaknya konektor yang harus dipasang pada flens gelagar memanjang adalah :

$$N \times \frac{V_h}{Q_n} \times \frac{984948,125}{140517,990} \times 7,01 \mid 8 \text{ buah}$$

8 buah Stud pada baris pertama, jadi jumlah Stud yang di pasang pada jarak 5 m gelagar memanjang sebanyak 16 buah Stud

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD.

Penerbit Erlangga hal.296 )

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar memanjang adalah :

- Jarak minimum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud di daerah tumpu

$$S_{\min} = 6 \times d = 6 \times 19,05 = 114,3 \text{ mm} = 11,34 \text{ cm}$$

- Jarak maximum longitudinal :

$$S_{\max} = 8 \times t \text{ ( plat beton )} = 8 \times 25 = 20 \text{ cm}$$

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

Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

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

digunakan jarak 15 cm

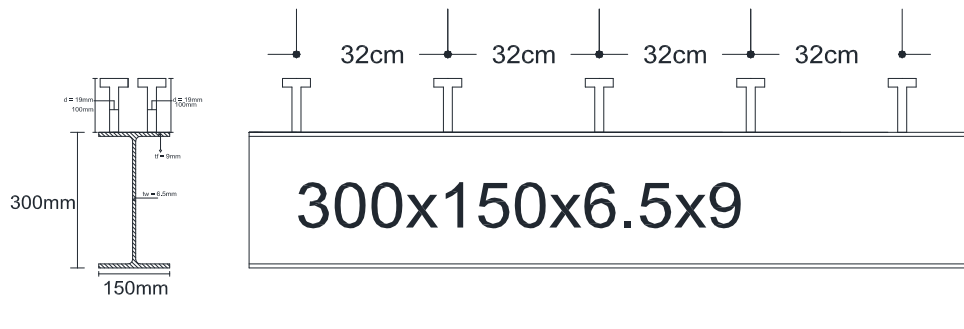
Daerah lapangan

Karena stud dipasang dua baris maka, jumlah stud pada baris pertama = 8 stud.

$$\text{Jarak antar stud } \times \frac{250}{8} \times 31,25 \text{ ] } 32 \text{ cm .}$$

Keterangan : ( 250 = ½ bentangan dari gelagar memanjang )

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.295)



Gambar pemasangan Stud pada Gelagar Memanjang

### 4.2.3 Perencanaan Gelagar Melintang

#### 4.2.3.1. Pembebanan

##### 1. Beban Mati ( qd )

$$q \text{ Trotoar} = 1973,55 \text{ kg/m}$$

$$q \text{ Plat lantai} = 1095,79 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jarak Gelagar Melintang} = 5 \text{ m}$$

##### Akibat Berat Trotoar

$$\begin{aligned} q_{d1}^u &= (\text{Perataan beban tipe C} \times 2) \times (q \text{ trotoar}) \\ &= (0,50 \times 2) \times (1973,55) \\ &= 1973,55 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{d1} &= 2 \times (\frac{1}{2} \text{ perataan tipe A}) + (\frac{1}{2} \text{ perataan tipe B}) \times q \text{ trotoar} \\ &= 2 \times (\frac{1}{2} \times 0,728) + (\frac{1}{2} \times 0,728) \times 1973,55 \\ &= 2873,49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

##### Akibat Berat lantai Kendaraan

$$\begin{aligned} q_{d2}^u &= (\text{perataan tipe D} \times 2) \times (q \text{ plat lantai}) \\ &= (0,50 \times 2) \times (1095,79) \\ &= 1095,79 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{d1} &= 2 \times (\frac{1}{2} \text{ perataan tipe A} + \frac{1}{2} \text{ perataan tipe A}) \times q \text{ plat lantai} \\ &= 2 \times (\frac{1}{2} \times 0,728) + (\frac{1}{2} \times 0,728) \times 1095,79 \\ &= 1595,47 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

##### Akibat Beban Profil Memanjang ( WF 400 x 200 x 8 x 13)

$$\text{Factor beban untuk baja} = 1,2$$

$$W = 66,03 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 P_1^u &= W \times L \times \text{Faktor beban} \\
 &= 66,03 \times 5 \times 1,2 \\
 &= 369,18 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

## 2. Beban Hidup

### Akibat Beban Lajur “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.

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata ( BTR ) yang digabungkan dengan beban garis ( BGT ).

#### ✓ Muatan Tersebar Merata ( BTR )

Faktor beban = 1,8 ( *Sumber : SNI T 02-2005, halaman 17* )

Dimana :  $L = 40 \text{ m} > 30 \text{ m}$

$$q \times 9,0 \mid (0,5 \Gamma \frac{15}{L}) \text{kpa}$$

$$q \times 9,0 \mid (0,5 \Gamma \frac{15}{40}) \text{kpa}$$

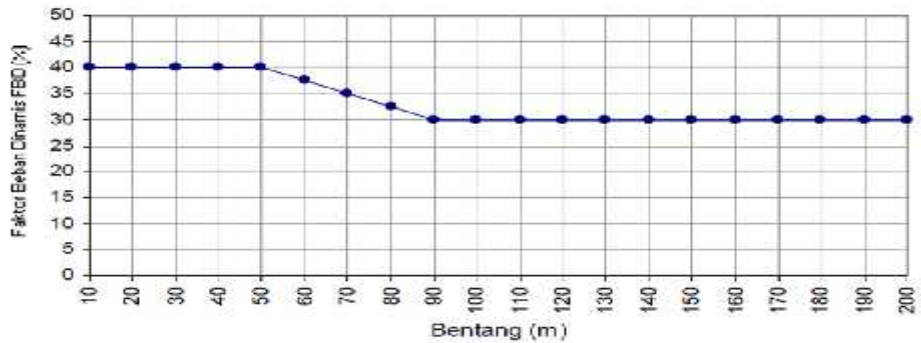
$$q \times 7,9 \text{kPa} \times 790 \text{kg} / \text{m}^2$$

$$q_3(100\%) \times \frac{790}{2,75} \mid f_2 \mid 0,500 \text{ A} \mid 1,8 \mid 100\% \times 471,273 \text{kg} / \text{m}$$

$$q_4(50\%) \times \frac{790}{2,75} \mid f_2 \mid 0,500 \text{ A} \mid 1,8 \mid 50\% \times 235,636 \text{kg} / \text{m}$$

#### ✓ Muatan Beban Garis ( BGT )

Pajang bentang (L) = 40 m



Gambar 3.15 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur “D”

( Sumber : SNI T 02-2005, halaman 25 )

Berdasarkan grafik factor beban dinamis maka :

Untuk L = 40 m, FBD = 0,4

$$K = 1 + FBD$$

$$= 1 + 0,4$$

$$= 1,4$$

Beban Garis P = 49 KN/m = 4900 kg/m' dengan factor beban 1,8

$$P_4'' (100\%) \times \frac{4900}{2,75} | 1,4 | 1,8 | 100\% \times 4490,182 \text{ kg / m'}$$

$$P_5'' (50\%) \times \frac{4900}{2,75} | 1,4 | 1,8 | 50\% \times 2245,091 \text{ kg / m'}$$

Sehingga akibat beban lajur “ D “

$$q_5 100\% \times f_4 1,273 \Gamma 4490,182 \text{ A} \times 4961,455 \text{ kg / m'}$$

$$q_6 50\% \times f_5 235,636 \Gamma 2245,091 \text{ A} \times 2480,730 \text{ kg / m'}$$

#### ✚ Akibat Muatan Beban Hidup Trotoar

Faktor beban = 1,8 ( Sumber : SNI T 02-2005, halaman 27 )



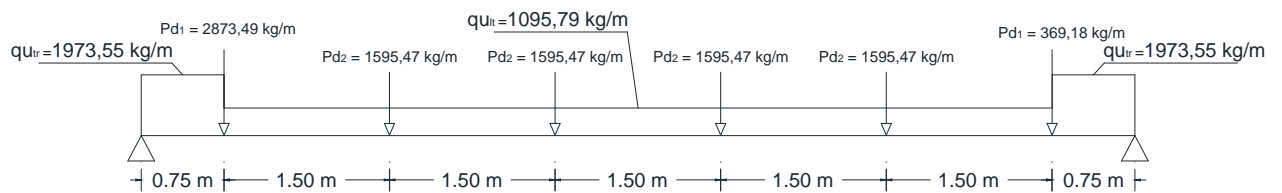
$$q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}$$

$$q_7'' \text{ X500} \mid (2 \mid 0,50) \mid 1,8 \mid L$$

$$q_7'' \text{ X500} \mid 1 \mid 1,8 \mid 5 \text{ X4500kg/m}$$

### 4.2.3.2 Perhitungan Momen Pada Gelagar Melintang

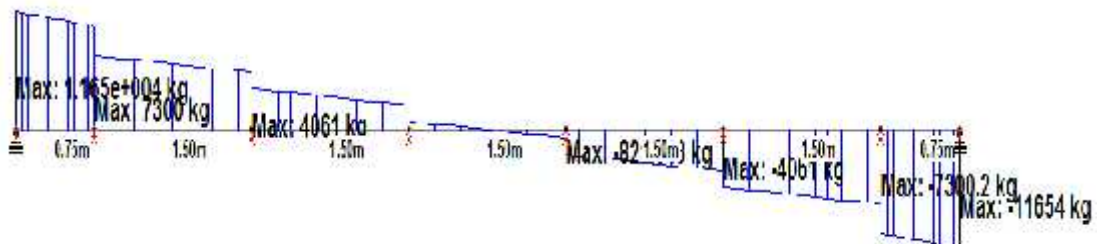
📌 Akibat Beban mati lantai Kendaraan dan Trotoar



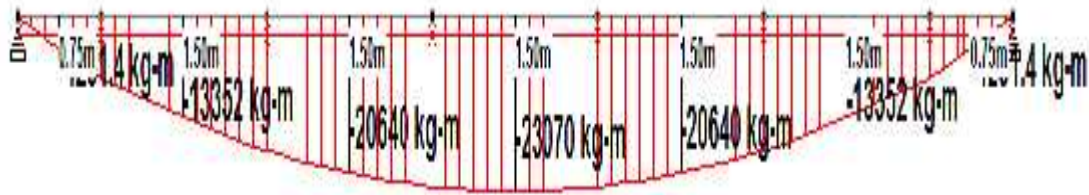
) Input beban mati Lantai kendaraan dan trotoir pada staadPro



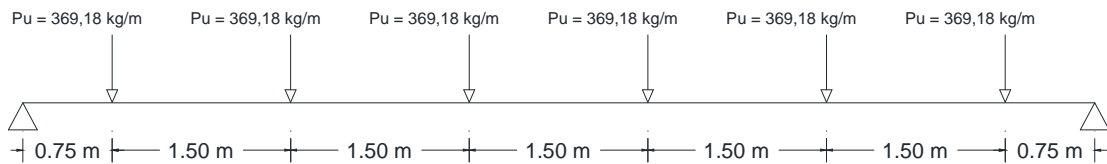
) Hasil gaya lintang (D) untuk beban mati Lantai kendaraan dan trotoir dengan menggunakan Staadpro



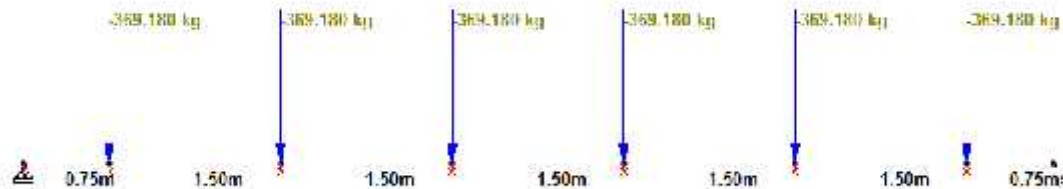
) Hasil gaya Momen (M) untuk beban mati Lantai kendaraan dan trotoir dengan menggunakan Staadpro



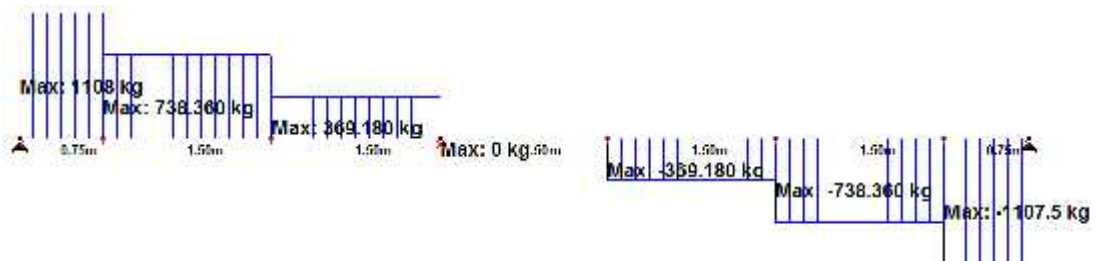
🚦 Akibat berat Gelagar Memanjang



) Input beban berat gelagar memanjang pada staadPro



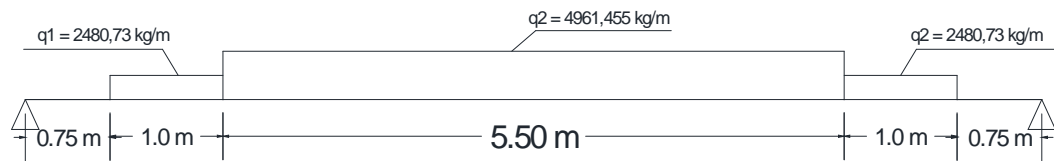
menggunakan Staadpro



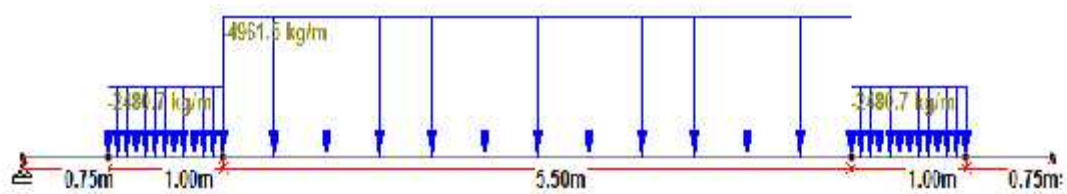
) Hasil gaya Momen (M) untuk berat gelagar memanjang dengan menggunakan Staadpro



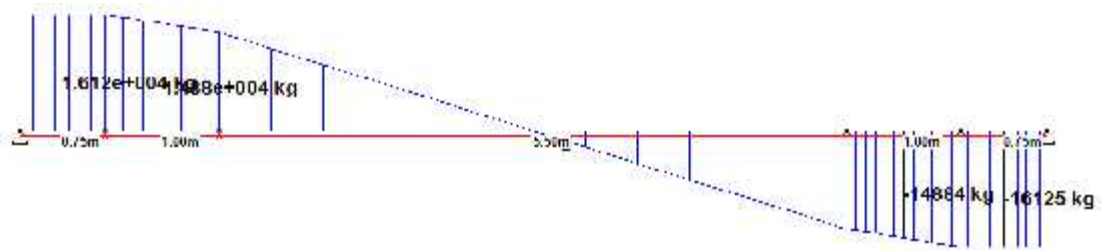
↳ Akibat beban lajur “D”



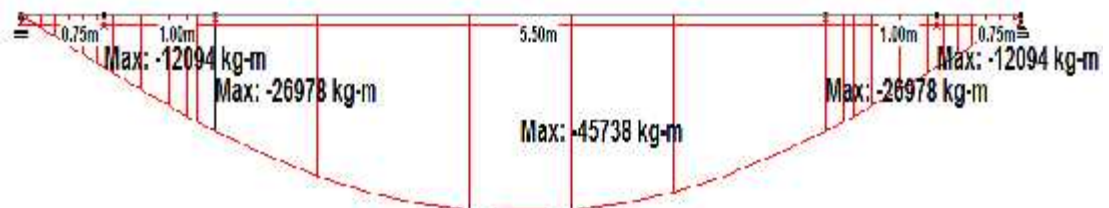
↳ Input beban akibat beban lajur “D” pada staadPro



↳ Hasil gaya lintang (D) akibat beban lajur “D” dengan menggunakan Staadpro



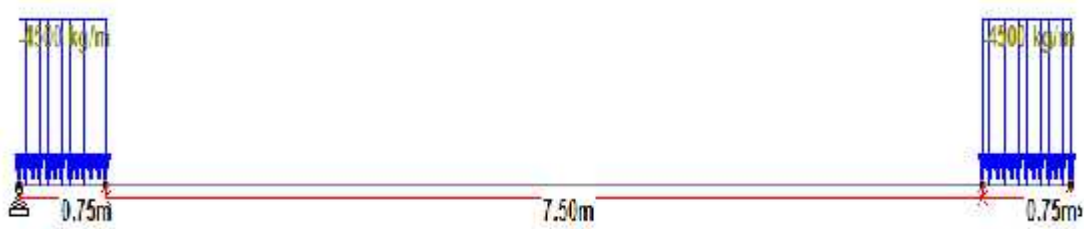
↳ Hasil gaya Momen (M) akibat beban lajur “D” dengan menggunakan Staadpro



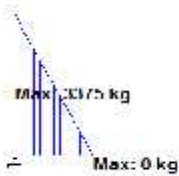
### Akibat muatan Hidup Trotoar



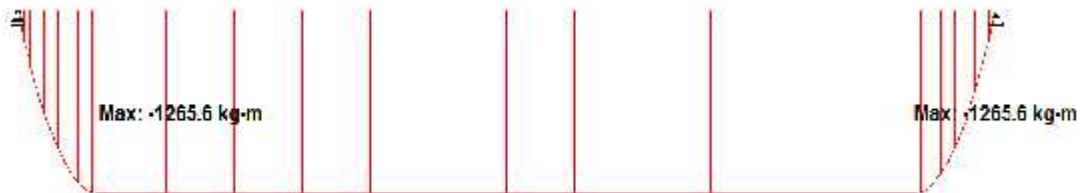
) Input beban akibat beban hidup trotoir pada staadPro



) Hasil gaya lintang (D) akibat beban hidup trotoir dengan menggunakan Staadpro



) Hasil gaya Momen (M) akibat beban hidup trotoir dengan menggunakan Staadpro



Momen akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

$$\begin{aligned}M_{max}^u &= M_1 + M_2 + M_3 + M_4 \\ &= 23070 + 2494 + 45738 + 1265.6 \\ &= 123017,60 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Gaya geser akibat beban mati dan beban hidup sebesar :

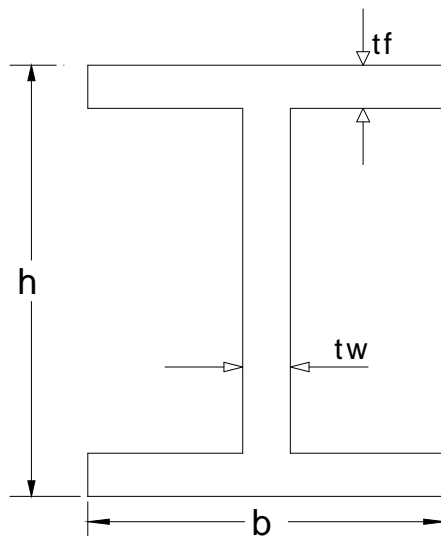
$$\begin{aligned}V_{max}^u &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \\ &= 11654 + 1108 + 16125 + 3375 \\ &= 32262 \text{ kg}\end{aligned}$$

#### 4.2.3.3 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang

##### A. Penentuan dimensi gelagar melintang

Direncanakan profil baja WF 400 X 300 X 10 X 16 (*tabel profil baja WF berdasarkan metode LRFD dan SNI 03 – 1729 – 2002, Penerbit : ITS*)

Mutu baja BJ-55 dengan  $f_y = 410 \text{ Mpa} = 4100 \text{ kg/m}^2$



Faktor beban untuk baja = 1,2

$$\begin{array}{lll}
 W = 107 \text{ kg/m} & B = 300 \text{ mm} & r = 22 \text{ mm} \\
 A = 136 \text{ cm}^2 & H = 400 \text{ mm} & \\
 I_x = 38700 \text{ cm}^4 & t_w = 10 \text{ mm} & \\
 I_y = 7210 \text{ cm}^4 & t_f = 16 \text{ mm} & 
 \end{array}$$

## B. Desain balok sebelum komposit

Tahanan balok dalam desain LRFD harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$M_u < \phi \cdot M_n \quad (\text{Sumber : RSNI T - 02 - 2005, halaman : 30})$$

$$\text{Dengan : } \phi = 0,90$$

$M_n$  = Tahanan momen nominal

$M_u$  = Momen lentur akibat beban terfaktor

$$\begin{aligned}
 M_{u(\text{Profil WF})} &= \dots \cdot G \cdot l^2 \cdot \text{faktor beban (untuk baja = 1,2)} \\
 &= \dots \cdot 107 \cdot 9^2 \cdot 1,2 \\
 &= 1142,10 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u \text{ total} &= 72567,60 + 1142,10 \\
 &= 73709,70 \text{ kgm} \\
 &= 7370970 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$M_u = 7370970 \text{ kgcm}$$

✓ Kontrol kelangsingan dan kekompakan penampang

Kontrol kelangsingan penampang Berdasarkan SNI T - 03 2005, hal.31

$$\lambda_f \times \frac{b}{2 \cdot t_f} \times \frac{300}{2 \cdot 16} \times 10 \quad \leq \quad \lambda_p \times 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} \times 0,38 \times \sqrt{\frac{2,1 \times 10^5}{410}} \times 8,60$$

$$}w X \frac{b}{2tw} X \frac{300}{2x10} X 15 \quad \text{TM } }p X 1,76x \sqrt{\frac{E}{fy}} X 1,76x \sqrt{\frac{2,1x10^5}{410}} X 39,832$$

Persyaratan penampang kompak (Berdasarkan SNI T – 03 -2005,hal 31)

syarat : f p

$$10 \quad 8,60 \quad \dots \text{OK}$$

syarat : f p

$$15 \quad 39,83 \quad \dots \text{OK}$$

### Kontrol Penampang kompak

$$Zx X B.tf.(h Z tf) \Gamma \frac{1}{4}.tw(h Z 2tf)^2$$

$$Zx X 300.16.(400 Z 16) \Gamma \frac{1}{4}.10(400 Z (2.16))^2$$

$$X 1281000 \text{ mm}^2$$

$$Mn X Zx | fy$$

$$X 1281000 | 410$$

$$= 525210000 \text{ N.mm} \quad 52521 \text{ kgm}$$

$$Mn = 52521 \times 0,85$$

$$= 44642,85 \text{ kgm}$$

$$\text{Syarat Mu} \quad Mn = 1142,10 \text{ kgm} \quad 44642,85 \text{ kgm} \dots \text{OK}$$

### C. Desain balok komposit

#### Perhitungan $b_{\text{eff}}$

$$L = 9 \text{ m} = 900 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} \leq \frac{1}{5} x L$$

$$\leq \frac{1}{5} \times 900$$

$$\leq 180 \text{ cm}$$

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

$$\leq 5,0 \text{ m}$$

$$\leq 500 \text{ cm}$$

$$b_{\text{eff}} \leq \left( \frac{1}{2} \times S \cdot k + \frac{1}{2} \times k \right)$$

$$\leq \left( \frac{1}{2} \times 5,0 + \frac{1}{2} \times 5,0 \right)$$

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

Maka dipakai nilai  $b_{\text{eff}}$  yg terkecil yaitu 225 cm

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

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

$E_c =$  Modulus elastisitas beton ( $4700 \cdot \sqrt{f'c}$ )

$$= (4700 \cdot \sqrt{35})$$

$$= 27805,57$$

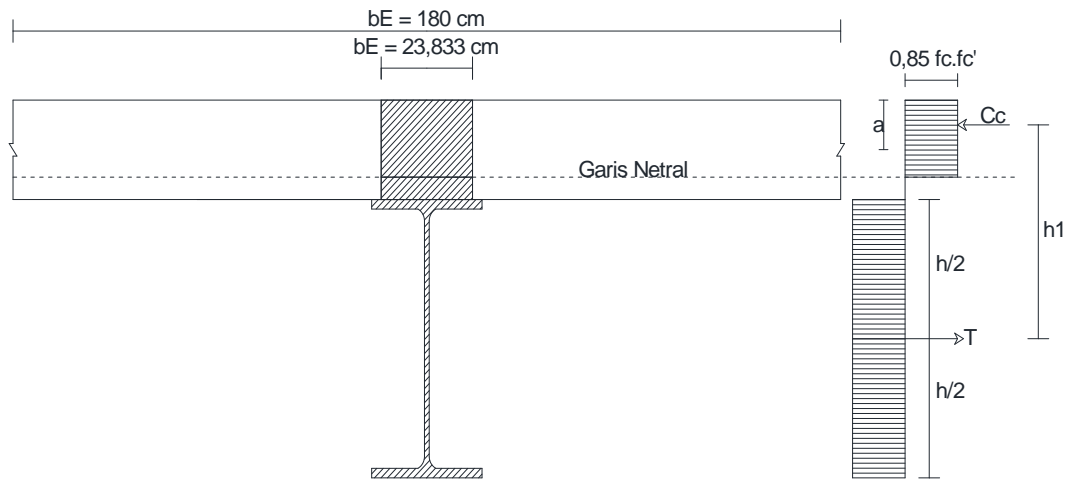
$$n = \frac{2,1 \times 10^5}{2,781 \times 10^4}$$

$$= 7,5524$$

$$\frac{b_{\text{eff}}}{n} = \frac{180}{7,5524}$$

$$= 23,833 \text{ cm}$$





| NO | Luas penampang A<br>( cm <sup>2</sup> ) | Lengan Momen<br>Y ( cm ) | Statis Momen<br>A . Y ( cm <sup>3</sup> ) |
|----|---|--------------------------|---|
| 1  | Beton = 23,833 x 25<br>= 595,825        | $\frac{25}{2} = 12.50$   | 7447,81                                   |
| 2  | Baja = 136                              | $\frac{4}{2} + 25 = 45$  | 4792                                      |
|    | A = 715,625                             |                          | A.Y= 12239,81                             |

Diukur dari bagian atas plat

$$\begin{aligned}
 Y_a &= \frac{A \mid Y}{A} \\
 &= \frac{12239,81}{715,625} \\
 &= 17,104 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_b &= t + h - Y_a \\
 &= 25 + 40 - 17,104 \\
 &= 37,896 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

| NO | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | Y<br>(cm) | Io<br>(cm <sup>4</sup> )                               | d<br>(cm)                   | Io + A.d <sup>2</sup><br>(cm <sup>4</sup> ) |
|----|-------------------------|-----------|--|-----------------------------|---|
| 1  | 595,825                 | 12,50     | $\frac{1}{12} \times 23,833 \times 25^3$<br>= 31032,55 | 17,104 - 12,5<br>= 4,604    | 43662,143                                   |
| 2  | 136                     | 45        | 20400  | 37,896 - (45/2)<br>= 17,896 | 58767,965                                   |
|    | A =<br>715,625          |           |  |                             | I <sub>x</sub> = 102430,108                 |

Karena  $Y_a = 17,104$  cm < tebal plat beton (25 cm) maka garis netral terletak pada plat beton.

Berdasarkan persamaan keseimbangan Gaya C = T, maka diperoleh :

$$a \times \frac{A \cdot f_s}{0,85 \cdot f'_{c.be}}$$

$$\times \frac{11980.410}{0,85.35.1800}$$

$$= 91,724 \text{ mm} < \text{Tebal plat (tc)} = 250 \text{ mm}$$

Karena nilai  $a <$  tebal pelat maka plat beton mampu mengimbangi gaya tarik

$A_s \cdot f_s$  yang timbul pada baja.

✓ Tegangan tekan pada serat beton

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot E \\ &= 0.85 \times 35 \times 91,724 \times 1800 \\ &= 4911820,2 \text{ N} \end{aligned}$$

✓ Tegangan tarik pada serat baja

$$\begin{aligned} T &= A_s \cdot f_y \\ &= 13600 \times 410 \\ &= 4911800 \text{ N} \end{aligned}$$

🌈 Menghitung kuat lentur nominal balok komposit

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \cdot \frac{d}{2} - \Gamma_t \cdot Z \cdot \frac{a}{2} \\ &= 4911820,2 \left| \frac{400}{2} \Gamma 250 Z \frac{91,724}{2} \right. \\ &= 1739462182 \text{ Nmm} \\ &= 173946,2182 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$M_n = 173946,2182 \times 0,85 = 147854,285 \text{ kgm}$$

$$M_n = 147854,285 \text{ kgm} > M_u = 123017,60 \text{ kgm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

🌈 Kontrol Geser

$$V_n = V_{u \text{ total}} \times 32262 \quad \text{kg}$$

Kapasitas geser penampang :

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

$$\times 0,55 \mid 40 \mid 1,0 \mid 4100$$

$$\times 67650 \text{ kg}$$

Kontrol :

$$V_y \mid V_{total} \text{ "}$$

$$67650 \text{ kg} \mid 32262 \text{ kg} \quad \dots\text{OK}$$

🌈Kontrol Lendutan

$L = 9 \text{ m} = 900 \text{ cm}$  (C.G. Salmon,,”struktur baja II”, hal : 393)

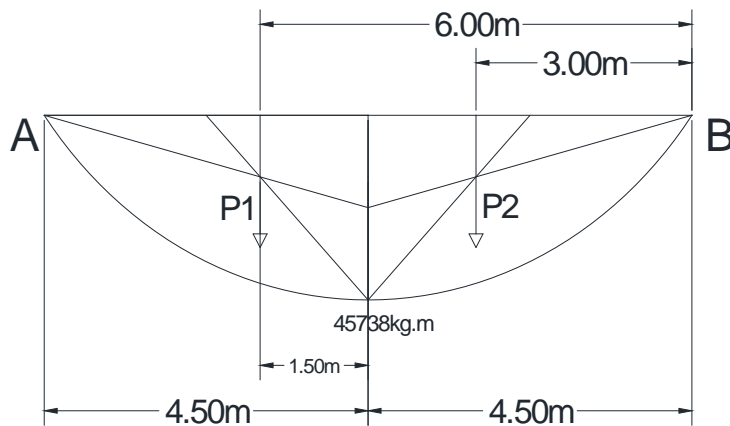
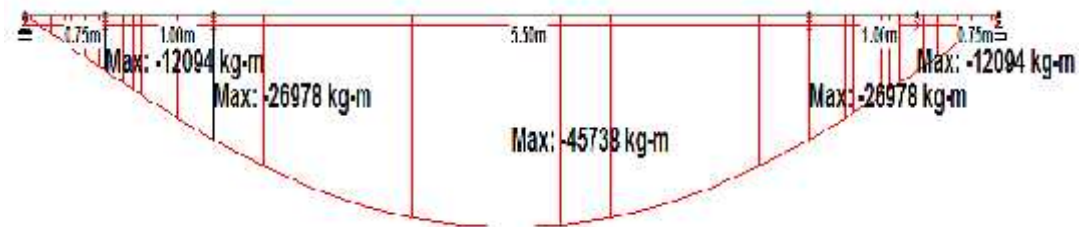
$$f_{ijin} \times \frac{1}{360} \cdot L$$

$$\times \frac{1}{360} \cdot 900$$

$$= 2,50 \text{ cm}$$

🌈 Besar lendutan yang terjadi ( metode momen area )

) Dari Staad Pro diperoleh nilai momen sebagai berikut :



) Luas Momen

$$- P1 = 2/3 \times 45738 \times 4,5 = 137214 \text{ kg.m}^2$$

$$- P2 = 2/3 \times 45738 \times 4,5 = 137214 \text{ kg.m}^2$$

$$MB = 0$$

$$( RA \times 9 ) - ( P1 \times 6,00 ) - ( P2 \times 3,00 ) = 0$$

$$( 9RA ) - ( 137214 \times 6,00 ) - ( 137214 \times 3,00 ) = 0$$

$$9 RA = 1234926$$

$$RA = 1234926/9$$

$$= 137214 \text{ kg.m}^2$$

$$Mmax = ( RA \times 4,5 ) - ( P1 \times 1,5 )$$

$$= ( 137214 \times 4,5 ) - ( 137214 \times 1,50 )$$

$$= 411642 \text{ kg.m}^3$$

$$= 411642 \times 10^5 \text{ kg.cm}^3$$

$$E X \frac{Ec \left| \frac{Ac}{Ac} \Gamma \right. Es \left| \frac{As}{Ac} \Gamma \right. As}{2} X \frac{278055,75 \frac{5625}{5625} \Gamma 2100000 \left| \frac{136}{5625} \Gamma 136}{2}$$

$E X 295100,797 \text{ kg/cm}^2$

$$x = \frac{M.m}{E x I}$$

$$= \frac{4 \times 10^5}{2 \times 295100,797 \times 10^8} = 1,36 \text{ cm}$$

Maka : f ijin = 2,50 cm < x = 1,36 cm .....Aman !!!

## 🌈 Perencanaan *Shear Conector*

### Gelagar Melintang

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

$$A_{sc} \times \frac{1}{4} |y| d^2$$

$$A_{sc} \times \frac{1}{4} |y| 19,05^2$$

$$A_{sc} \times 284,878 \text{ mm}^2$$

### Kekuatan nominal penghubung geser

$$E_c \times 4700 \sqrt{35} \times 27805,575 \text{ Mpa}$$

$$Q_n \times 0,5 \cdot A_{sc} | \sqrt{f_c'} | E_c$$

$$Q_n \times 0,5 | 284,878 | \sqrt{35} | 27805,575$$

$$Q_n \times 140517,990 \text{ N}$$

### Perhitungan Gaya geser Horizontal ( $V_h$ )

$$V_h \times 0,85 f_c' | b E | t_s$$

Dimana pada perhitungan ini menggunakan penghubung geser berkepala ( stud  $\frac{3}{4}$ " = 1,905 cm dengan tinggi stud 10cm )

$$V_h \times 0,85 | 35 | 238,33 | 250$$

$$V_h \times 1772579,375 \text{ N}$$

$$V_h \times C_{\text{max}} \times 1772579,375 \text{ N}$$

$T_{max}$  = Gaya geser yang disumbangkan oleh baja profil

$$X A_s \cdot f_y$$

$$X 11980 \mid 410$$

$$X 4911800 N$$

Dari kedua rumus di atas dipilih nilai yang terkecil

$$C_{max} = 1772579,375 N$$

$$T_{max} = 4911800 N$$

$$\text{Dipakai } V_h = 1772579,375 N$$

Banyaknya konektor yang harus dipasang pada flens gelagar memanjang adalah :

$$N \times \frac{V_h}{Q_n} \times \frac{1772579,375}{140517,990} \times 12,615 \mid 14 \text{ buah}$$

14 buah Stud pada baris pertama, jadi jumlah Stud yang di pasang pada jarak 9 m gelagar melintang sebanyak 28 buah Stud

(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.296 )

Jarak konektor geser yang harus dipasang pada gelagar memanjang adalah :

- Jarak minimum longitudinal :

Digunakan sebagai jarak stud di daerah tumpu

$$S_{min} = 6 \times d = 6 \times 19,05 = 114,3 \text{ mm} = 11,34 \text{ cm}$$

- Jarak maximum longitudinal :

$$S_{max} = 8 \times t \text{ ( plat beton )} = 8 \times 25 = 20 \text{ cm}$$

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

Digunakan sebagai jarak antar baris stud :

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

digunakan jarak 12 cm

Daerah lapangan

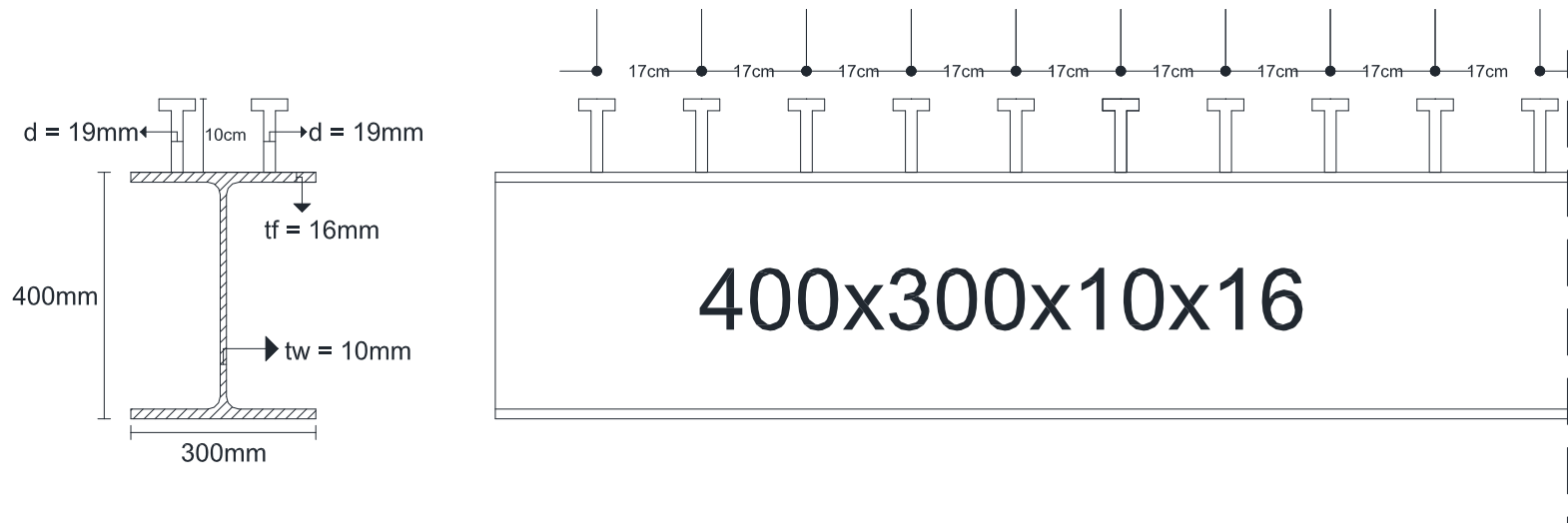
Karena stud dipasang dua baris maka, jumlah stud pada baris pertama = 7 stud.

$$\text{Jarak antar stud } \times \frac{450}{14} \times 16,071 \text{ ] } 17 \text{ cm .}$$

Keterangan : ( 450 = ½ bentangan dari gelagar memanjang )

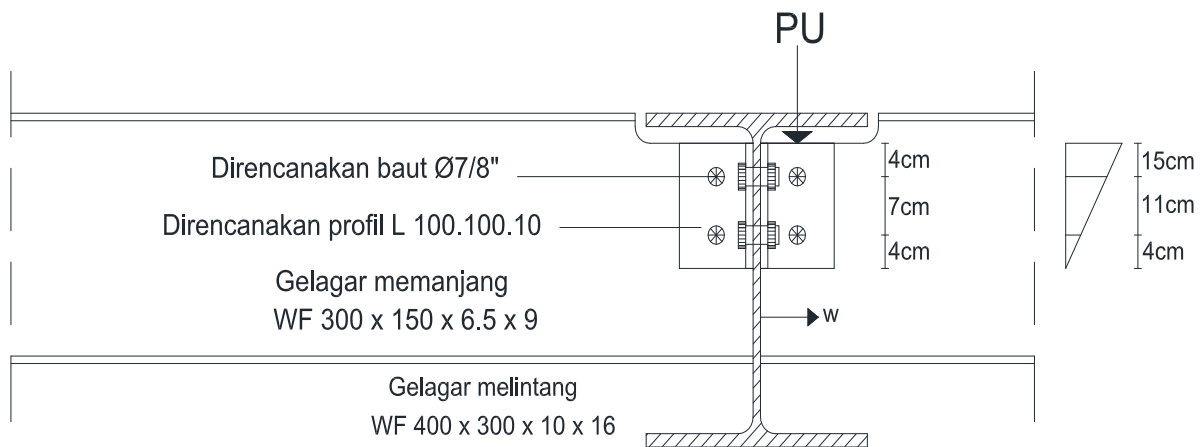
(Setiawan, Agus. 2008 .Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD. Penerbit Erlangga hal.295)





Gambar pemasangan Stud pada Gelagar Melintang

### 4.3 Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang



➤ Direncanakan menggunakan baut Ø 7/8"

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

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

$$F_u^b = \text{kuat tarik bahan baut} = 150 \text{ Ksi} = 10342,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ Ksi} = 68,95 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = \text{Tegangan putus minimum} = 550 \text{ Mpa, Bj 55}$$

$$\text{Luas Ab} \times \frac{1}{4} |y| = 22,22^2 \times 387,577 \text{ mm}^2$$

Dicoba menggunakan profil L 100.100.10 untuk irisan Tunggal dan Ganda.

➤ Besarnya gaya geser yang bekerja pada gelagar ( Pu )

$$P_u = 16299,10 \text{ kg ( Vu Total gelagar memanjang )}$$

#### 4.3.1 Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang

##### Sambungan irisan Ganda ( memanjang )

✓ **Kekuatan tarik desain (LRFD, hal : 100) :**

)  $R_n$  = Kekuatan tarik desain penyambung (kg)

)  $w$  = Faktor resistensi = 0,75

)  $F_u^b$  = Kekuatan tarik baut = 10342,5 kg/cm<sup>2</sup>

)  $A_b$  = luas penampang baut = 3,876 cm

$$w \cdot R_n = w \cdot \phi \cdot F_u^b \cdot A_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,75 \cdot 10342,5 \cdot 3,876$$

$$= 22549,25 \text{ kg}$$

✓ **Kekuatan geser desain baut**

)  $w$  = Faktor resistansi = 0,65

)  $R_n$  = Kekuatan tarik desain penyambung (kg)

)  $F_u^b$  = Kekuatan tarik baut ; 150 ksi = 10342,5 kg/cm<sup>2</sup>

)  $A_b$  = Luas penampang baut = 3,876 cm

)  $m$  = Banyaknya bidang geser yang terlibat = 2

$$w \cdot R_n = w \cdot \phi \cdot F_u^b \cdot A_b \cdot m$$

$$= 0,65 \cdot 0,60 \cdot 10342,5 \cdot 3,876 \cdot 2$$

$$= 31268,27 \text{ kg}$$

✓ **Kekuatan tumpu desain baut**

Perhitungan kekuatan tumpu desain pada perumusannya

mempertimbangkan ketebalan plat yang akan disambung. Dalam hal ini

ketebalan plat  $t_w$  yang diperhitungkan adalah ketebalan gelagar

memanjang yaitu  $t_w = 0,65 \text{ cm} = 6,5 \text{ mm}$  (Salmon : 134)

$\phi =$  Faktor resistensi = 0,75

$R_n =$  Kekuatan desain tumpu baut (kg)

$F_u =$  Kekuatan tarik baja yang membentuk bagian yang disambung (dipakai jenis baja Bj. 55,  $F_u = 5500 \text{ kg/cm}^2$ )

$t =$  Ketebalan gelagar memanjang = 0,65 cm

$d =$  Diameter baut nominal = 2,222 cm

$$w \cdot R_n = \phi \cdot f_2 \cdot 4 \cdot d \cdot t \cdot F_u \text{ } \hat{A}$$

$$= 0,75 \cdot f_2 \cdot 4 \cdot 2,222 \cdot 0,65 \cdot 5500 \text{ } \hat{A}$$

$$= 15585,57 \text{ kg}$$

✓ **Kekuatan nominal**

$$T_n = \phi \cdot 0,60 \cdot F_y \cdot A_{ug}$$

$$= 0,60 \cdot 410 \cdot (6,5 \cdot (300 - 2 \cdot 9))$$

$$= 450918 \text{ N}$$

$$= 45091,8 \text{ kg} > P_u = 16299,10 \text{ kg}$$

$A_{ug} =$  Luas badan gelagar yang bersangkutan

✓ **Jarak Baut :**

Syarat penyusunan baut :

Jarak tepi baut,  $L = 1,5 d_b < L < 3 d_b$

Jarak antar baut,  $L = 3 d_b < L < 7 d_b$

- Syarat jarak baut tepi ke tepi plat :

$$1,5 d_b = 1,5 \cdot 2,222 = 3,333 \text{ cm}$$

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

Diambil jarak tepi baut 4 cm.

- Syarat jarak antar baut :

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

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

Diambil jarak antar baut 7 cm

✓ **Menentukan jumlah baut ( n ) :**

$$n \geq \frac{P_u}{\phi \cdot R_n}$$

Dimana :

n = jumlah baut

$R_n = \phi \cdot R_n$  kekuatan (tarik, geser dan tumpu desain baut akan diambil

hasil dari persamaan kuat desain baut yang nialinya lebih kecil),

( kg )

$$n \geq \frac{P_u}{\phi \cdot R_n} = \frac{16299,10}{0,75 \cdot 15585,57} = 1,046 \text{ ] 2 buah}$$

✓ **Ketebalan plat yang digunakan adalah :**

]  $\phi$  = Faktor resistensi = 0,75

] P = Beban terfaktor yang (kg)

]  $F_u$  = Kekuatan tarik pelat (kg/cm<sup>2</sup>)

] t = Jarak minimum plat (cm)

Syarat :

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

$$1 \mid \frac{16299,10}{0,75 \mid 4100 \mid 5} \times 0,530 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 100.100.10

dengan tebal 1 cm.

✓ **Kekuatan tarik desain baut > beban geser terfaktor baut :**

$$. R_n \quad R_{ut}$$

$$R_{ut} \times \frac{P_u}{n} \times \frac{16299,10}{4} \times 4074,775 \text{ kg}$$

**Kontrol :**

$$. R_n > R_{ut}$$

$$22549,25 \text{ kg} \geq 4074,775 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{Aman})$$

## 4.4 Perencanaan Gelagar Induk

### A. Beban mati

- Berat sendiri gelagar induk, gelagar memanjang, gelagar melintang, ikatan angin dan pengaku melintang atas tidak menggunakan rumus pendekatan, tetapi menggunakan bantuan komputer untuk menghitung berat sendiri (STAAD PRO 2004 self weight).

#### 4.4.1 Perhitungan pembebanan untuk gelagar memanjang

##### a. Beban Mati

- ✓ Akibat berat lantai trotoir (untuk gelagar tepi)

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

$$q_u = (0,728 \times 1973,55) + (0,728 \times 1095,79)$$

$$q_u = 2208,27 \text{ kg/m}$$

$$\int q_L = (\text{beban hidup trotoir} \times \text{perataan tipe B})$$

$$= 500 \times 0,728 = 364 \text{ kg/m}$$

- ✓ Akibat berat lantai kendaraan (untuk gelagar tengah)

$$q_u = (2 \times \text{perataan beban tipe A} \times q \text{ plat lantai kendaraan})$$

$$q_u = (2 \times 0,728 \times 1095,79)$$

$$q_u = 1595,47 \text{ kg/m}$$

##### b. Beban Hidup “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 :

$L = 40 \text{ m} \rightarrow L = 30 \text{ m}$  (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

$$q = 9 \cdot 0,5 \Gamma \frac{15}{L} \text{ kPa}$$

$$= 9 \cdot 0,5 \Gamma \frac{15}{40} \text{ kPa}$$

$$= 7,9 \text{ kPa} = 790 \text{ kg/m}^2$$

✓ Muatan terbagi rata (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

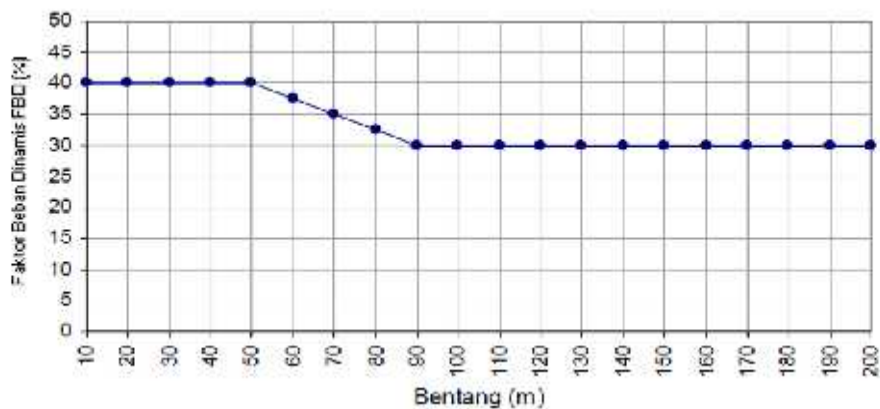
$$q = 790 \text{ kg/m}^2$$

✓ Akibat beban garis  $P = 49 \text{ kN/m} = 4900 \text{ kg/m}$  (RSNI T – 02 – 2005, halaman : 18)

$$P_u = 4900 \text{ kg/m}$$

✓ Faktor beban dinamis / koefisien kejut

Berdasarkan RSNI-T-02-2005, halaman : 25, nilai dari factor beban dinamis tergantung pada panjang bentangan jembatan (L).



Utuk  $L = 40 \text{ m}$ ,  $L = 40$  maka :  $\rightarrow$  FBD = 0,4

Maka :  $k = 1 + \text{DLA}$

$$= 1 + 0,40 = 1,40$$



Perbandingan beban hidup gelagar :

1) Beban Hidup yang diterima Gelagar memanjang

a. Gelagar Memanjang Tipe B-B

$$q_u = \frac{790}{2,75} \times (\text{perataan tipe A} \times \text{perataan tipe B})$$

$$= \frac{790}{2,75} \times (0,728 + 0,728)$$

$$= 752,884 \text{ kg/m}$$

$$P_u = \frac{4900}{2,75} \times (0,728 + 0,728) \times k$$

$$= 1781,82 \times 1,456 \times 1,40$$

$$= 3632,06 \text{ kg}$$

b. Gelagar Memanjang Tipe A-A

$$q_u = \frac{790}{2,75} \times (2 \times \text{perataan tipe A})$$

$$= \frac{790}{2,75} \times (0,728 + 0,728)$$

$$= 752,884 \text{ kg/m}$$

$$P_u = \frac{4900}{2,75} \times (0,728 + 0,728) \times k$$

$$= 1781,82 \times 1,456 \times 1,40$$

$$= 3632,06 \text{ kg}$$

## 4.4.2 Perencanaan Gelagar Melintang

### Pembebanan

#### 1. Beban Mati ( qd )

$$q \text{ Trotoar} = 1973,55 \text{ kg/m}$$

$$q \text{ Plat lantai} = 1095,79 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jarak Gelagar Melintang} = 5 \text{ m}$$

#### 🚧 Akibat Berat Trotoar

$$\begin{aligned} q_{d1}^u &= (\text{Perataan beban tipe C} \times 2) \times (q \text{ trotoar}) \\ &= (0.50 \times 2) \times (1973,55) \\ &= 1973,55 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 🚧 Akibat Berat lantai Kendaraan

$$\begin{aligned} q_{d2}^u &= (\text{perataan tipe D} \times 2) \times (q \text{ plat lantai}) \\ &= (0.50 \times 2) \times (1095,79) \\ &= 1095,79 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 2. Beban Hidup

#### 🚧 Akibat Beban Lajur “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.

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata ( BTR ) yang digabungkan dengan beban garis ( BGT ).

#### A. Muatan Tersebar Merata ( BTR )

$$\text{Faktor beban} = 1,8 \text{ ( Sumber : SNI T 02-2005, halaman 17 )}$$

Dimana :  $L = 40 \text{ m} > 30 \text{ m}$

$$q \times 9,0 \mid \left(0,5 \Gamma \frac{15}{L}\right) \text{kpa}$$

$$q \times 9,0 \mid \left(0,5 \Gamma \frac{15}{40}\right) \text{kpa}$$

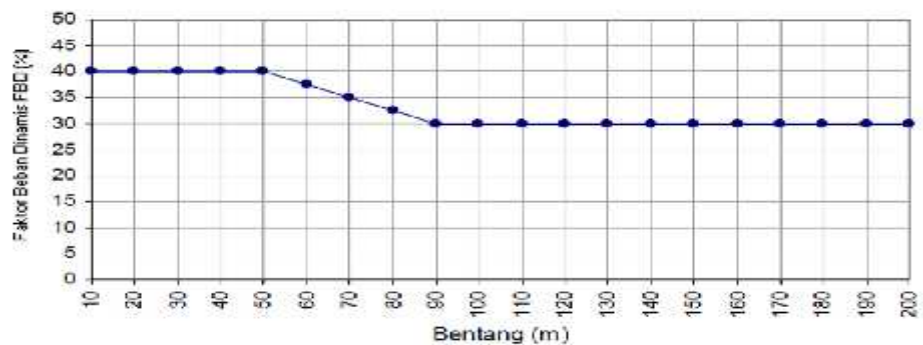
$$q \times 7,9 \text{kPa} \times 790 \text{kg} / \text{m}^2$$

$$q(100\%) \times \frac{790}{2,75} \mid f_2 \mid 0,500 \text{ A} \mid 5,5 \mid 100\% \times 1582,35 \text{kg} / \text{m}$$

$$q(50\%) \times \frac{790}{2,75} \mid f_2 \mid 0,500 \text{ A} \mid 1 \mid 2 \mid 50\% \times 574,55 \text{kg} / \text{m}$$

#### B. Muatan Beban Garis ( BGT )

Pajang bentang (L) = 40 m



Gambar 3.15 Faktor beban dinamis untuk BGT untuk pembebanan lajur "D"

( Sumber : SNI T 02-2005, halaman 25 )

Berdasarkan grafik factor beban dinamis maka :

Untuk  $L = 40 \text{ m}$ ,  $FBD = 0,4$

$$K = 1 + FBD$$

$$= 1 + 0,4$$

$$= 1,4$$

$$\text{Beban Garis } P = 49 \text{ KN/m} = 4900 \text{ kg/m'}$$

$$P (100\%) \times \frac{4900}{2,75} \mid 1,4 \mid 100\% \times 2494,55 \text{ kg / m'}$$

$$P (50\%) \times \frac{4900}{2,75} \mid 1,4 \mid 50\% \times 1247,28 \text{ kg / m'}$$

#### 📌 Akibat Muatan Beban Hidup Trotoar

$$q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}$$

$$q \times 500 \mid (2 \mid 0,50)$$

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

### B. Gaya rem

$$\text{Panjang jembatan} = 40 \text{ meter}$$

Berdasarkan gambar 3.17 untuk jembatan dengan bentang  $L = 40 \text{ m}$ , maka gaya rem sebesar  $= 9 \text{ kPa} = 900 \text{ kg}$

( sumber : SNI T – 02 2005, Halaman 25 )

– Gaya rem yang bekerja pada gelagar memanjang:

$$\text{Beban yang digunakan akibat gaya rem} = 9 \text{ kPa} = 900 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{rem}} \times \frac{900}{2,75} \mid 1,8 \times 589,09 \text{ kg / m'}$$

### C. Beban Angin

Pada sisi rangka yang terkena angin

$$T_{ew2} = 0.0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \text{ ( KN )}$$

Dimana :

$V_w$  = Kecepatan angin rencana (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau .( 30 m/dtk )

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

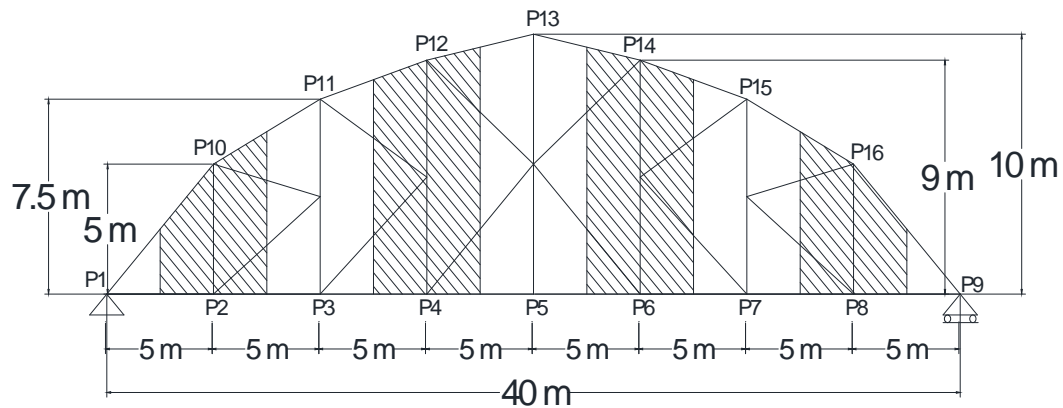
$A_b$  = Luasan koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ ).

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

Beban angin jembatan tergantung pada kecepatan angin rencana :

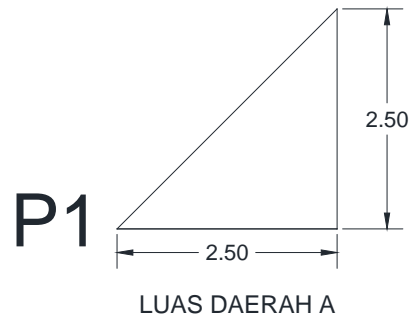
| Keadaan Batas | Lokasi                  |                    |
|---------------|-------------------------|--------------------|
|               | Sampai 5 km dari pantai | > 5 km dari pantai |
| Daya layan    | 30 m/s                  | 25 m/s             |
| Ultimit       | 35 m/s                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

Luas beban tekanan angin



Gambar 3.33 Luas beban yang terkena angin

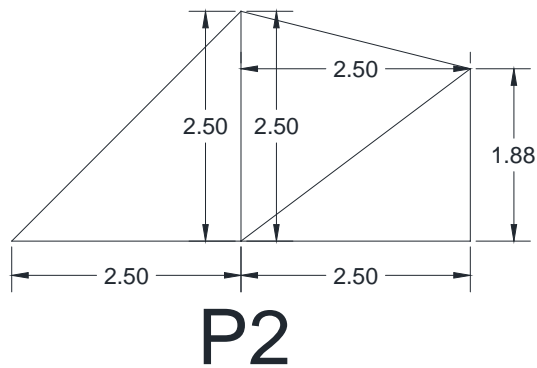
Gaya yang terjadi pada titik :



$$P_1 \times P_9 \times \text{Luas daerah A}$$

$$\times \frac{1}{2} | 2,5 | 2,5$$

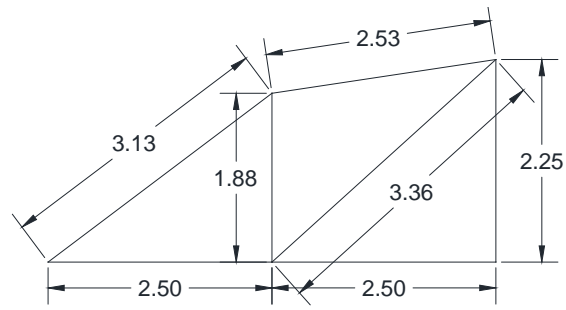
$$\times 3,125 \text{ m}^2$$



$$P_2 \times P_8 \times \text{Luas daerah B}$$

$$\times \left(\frac{1}{2} | 2,5 | 2,5\right) \Gamma \left(\frac{1}{2} | 2,5 | 2,5\right) \Gamma \left(\frac{1}{2} | 2,5 | 1,88\right)$$

$$\times 8,6 \text{ m}^2$$



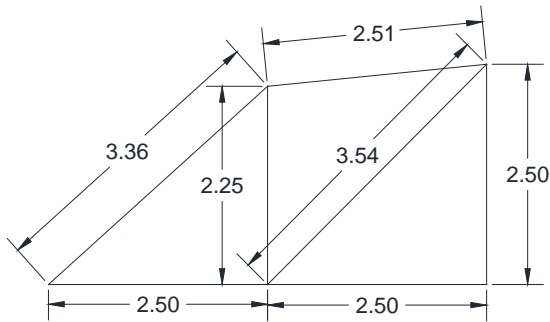
**P3**

LUAS DAERAH C

$P_3 \times P_7 \times \text{Luas daerah C}$

$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 1,8\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 1,88 \mid 2,53\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,25\right)$$

$$\times 7,4 \text{ m}^2$$



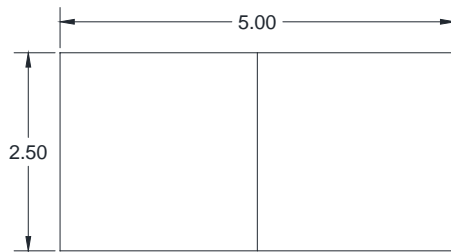
**P4**

LUAS DAERAH D

$P_4 \times P_6 \times \text{Luas daerah D}$

$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,25\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,25 \mid 2,51\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,5\right)$$

$$\times 8,7 \text{ m}^2$$



**P5**  
LUAS DAERAH E

$P_5 \times \text{Luas daerah E}$

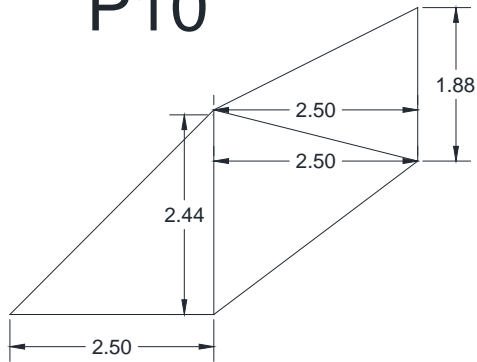
$\times fP \mid LA$

$\times f_5 \mid 2,5A$

$\times 12,5 m^2$

LUAS DAERAH F

**P10**



$P_{10} \times P_{16} \times \text{Luas daerah F}$

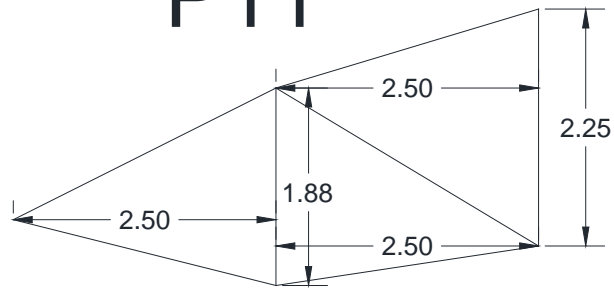
$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,44\right) \Gamma \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,44\right) \Gamma \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 1,88\right)$

$\times 8,6 m^2$



LUAS DAERAH G

**P11**



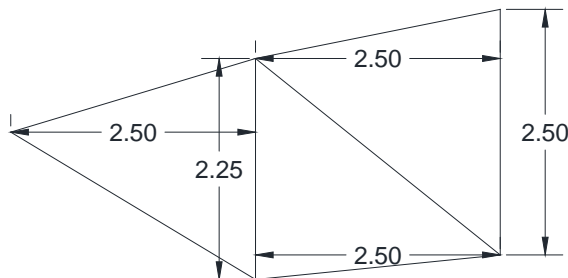
$P_{11} \times P_{15} \times \text{Luas daerah G}$

$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 1,88 \mid 2,5\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 1,88\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,25 \mid 2,5\right)$$

$$\times 7,5 \text{ m}^2$$

LUAS DAERAH H

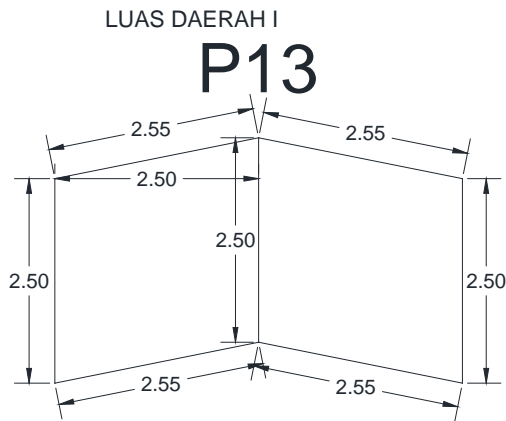
**P12**



$P_{12} \times P_{14} \times \text{Luas daerah H}$

$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,25 \mid 2,5\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,25 \mid 2,5\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,5\right)$$

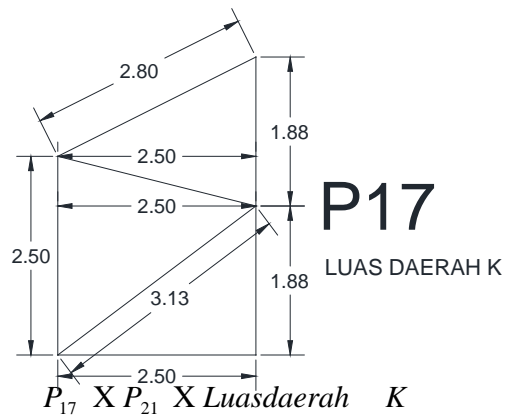
$$\times 8,6 \text{ m}^2$$



$P_{13} \times \text{Luas daerah I}$

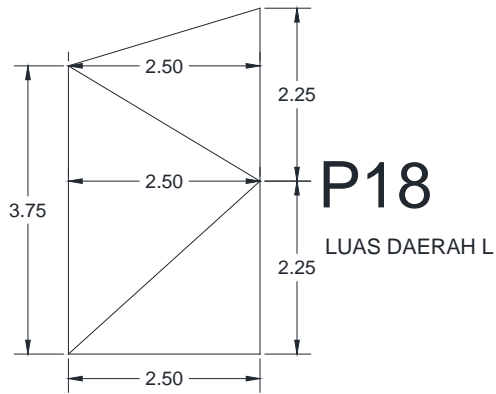
$$\times (2,5 \mid 2,5) \mid 2$$

$$\times 10 \text{ m}^2$$



$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 1,88\right) \Gamma \left(\frac{1}{2} \mid 2,50 \mid 2,50\right) \Gamma \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 1,88\right)$$

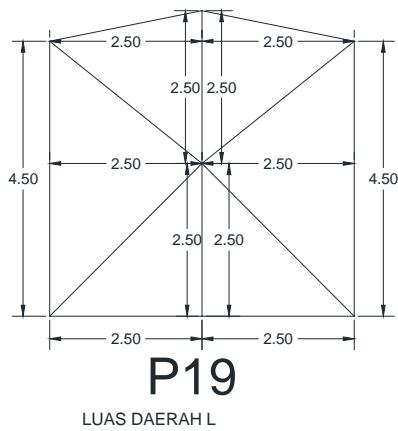
$$\times 7,8 \text{ m}^2$$



$P_{18} \times P_{20} \times \text{Luas daerah } L$

$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,25\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 3,75\right) \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 2,25 \mid 2,5\right)$$

$$\times 10,3 \text{ m}^2$$



$P_{19} \times \text{Luas daerah } L$

$$\times \left(\frac{1}{2} \mid 2,5 \mid 2,5\right) \mid 4 \Gamma\left(\frac{1}{2} \mid 4,5 \mid 2,5\right) \mid 2$$

$$\times 23,75 \text{ m}^2$$

Table 3.5 Luasbidang yang terkena angin :

| <i>AREA</i> | <i>LUAS ( M<sup>2</sup> )</i> | <i>AREA</i> | <i>LUAS ( M<sup>2</sup> )</i> | <i>AREA</i> | <i>LUAS ( M<sup>2</sup> )</i> |
|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|
| <i>P1</i>   | 3,125                         | <i>P9</i>   | 3,125                         | <i>P17</i>  | 7,8                           |
| <i>P2</i>   | 8,6                           | <i>P10</i>  | 8,6                           | <i>P18</i>  | 10,3                          |
| <i>P3</i>   | 7,4                           | <i>P11</i>  | 7,5                           | <i>P19</i>  | 23,75                         |
| <i>P4</i>   | 8,7                           | <i>P12</i>  | 8,6                           | <i>P20</i>  | 10,3                          |
| <i>P5</i>   | 12,5                          | <i>P13</i>  | 10                            | <i>P21</i>  | 7,8                           |
| <i>P6</i>   | 8,7                           | <i>P14</i>  | 8,6                           |             |                               |
| <i>P7</i>   | 7,4                           | <i>P15</i>  | 7,5                           |             |                               |
| <i>P8</i>   | 8,6                           | <i>P16</i>  | 8,6                           |             |                               |

Total luas bidang yang terkena angin adalah 187,5 m<sup>2</sup>( Ab )

$$\begin{aligned}
 Tew_2 &= 0.0012 \times Cwx(Vw)^2 \times Ab \times 30\% \\
 &= 0.0012 \times 1,2 \times (30)^2 \times 187,5 \times 30\% \\
 &= 72,9 \text{ kN} \\
 &= 7290 \text{ kg ( 1 kN = 100 kg )}
 \end{aligned}$$

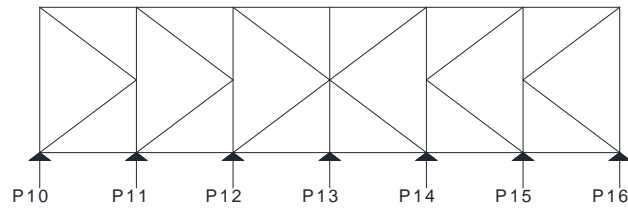
Beban angin yang diterima gelaga induk adalah :

Table 3.6 Beban angin yang diterima

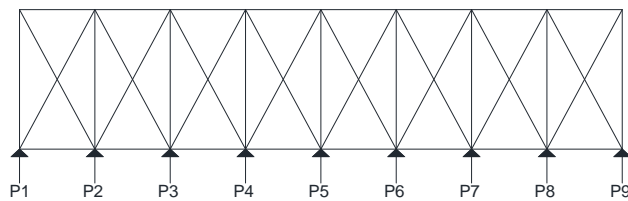
| <i>AREA</i> | <i>Ab ( m<sup>2</sup> )</i> | <i>CW</i> | <i>VW<sup>2</sup></i><br><i>30m/s</i> | <i>Tew = 0,0012 . Cw . (Vw<sup>2</sup>) .Ab .30%</i><br><i>(kg)</i> |
|-------------|-----------------------------|-----------|---------------------------------------|---|
| <i>P1</i>   | 3,125                       | 1,2       | 900                                   | 121,5   |
| <i>P2</i>   | 8,6                         | 1,2       | 900                                   | 334,368   |
| <i>P3</i>   | 7,4                         | 1,2       | 900                                   | 287,712   |

|            |       |     |     |         |
|------------|-------|-----|-----|---------|
| <i>P4</i>  | 8,7   | 1,2 | 900 | 338,256 |
| <i>P5</i>  | 12,5  | 1,2 | 900 | 486     |
| <i>P6</i>  | 8,7   | 1,2 | 900 | 338,256 |
| <i>P7</i>  | 7,4   | 1,2 | 900 | 287,712 |
| <i>P8</i>  | 8,6   | 1,2 | 900 | 334,368 |
| <i>P9</i>  | 3,125 | 1,2 | 900 | 121,5   |
| <i>P10</i> | 8,6   | 1,2 | 900 | 334,368 |
| <i>P11</i> | 7,5   | 1,2 | 900 | 291,6   |
| <i>P12</i> | 8,6   | 1,2 | 900 | 334,368 |
| <i>P13</i> | 10    | 1,2 | 900 | 388,8   |
| <i>P14</i> | 8,6   | 1,2 | 900 | 334,368 |
| <i>P15</i> | 7,5   | 1,2 | 900 | 291,6   |
| <i>P16</i> | 8,6   | 1,2 | 900 | 334,368 |
| <i>P17</i> | 7,8   | 1,2 | 900 | 303,264 |
| <i>P18</i> | 10,3  | 1,2 | 900 | 400,464 |
| <i>P19</i> | 23,75 | 1,2 | 900 | 923,4   |
| <i>P20</i> | 10,3  | 1,2 | 900 | 400,464 |
| <i>P21</i> | 7,8   | 1,2 | 900 | 303,264 |

**A. Skema pembebanan akibat Beban angin atas**



**B. Skema pembebanan akibat Beban angin bawah**



$$P_1 \times P_9 \times 121,5 \text{ kg}$$

$$P_2 \times P_8 \times 334,368 \text{ kg}$$

$$P_3 \times P_7 \times 287,712 \text{ kg}$$

$$P_4 \times P_6 \times 338,256 \text{ kg}$$

$$P_5 \times 486 \text{ kg}$$

$$P_{10} \times P_{16} \times 334,368 \text{ kg}$$

$$P_{11} \times P_{15} \times 291,6 \text{ kg}$$

$$P_{12} \times P_{14} \times 334,368 \text{ kg}$$

$$P_{13} \times 388,8 \text{ kg}$$

$$P_{17} \times P_{21} \times 303,264 \text{ kg}$$

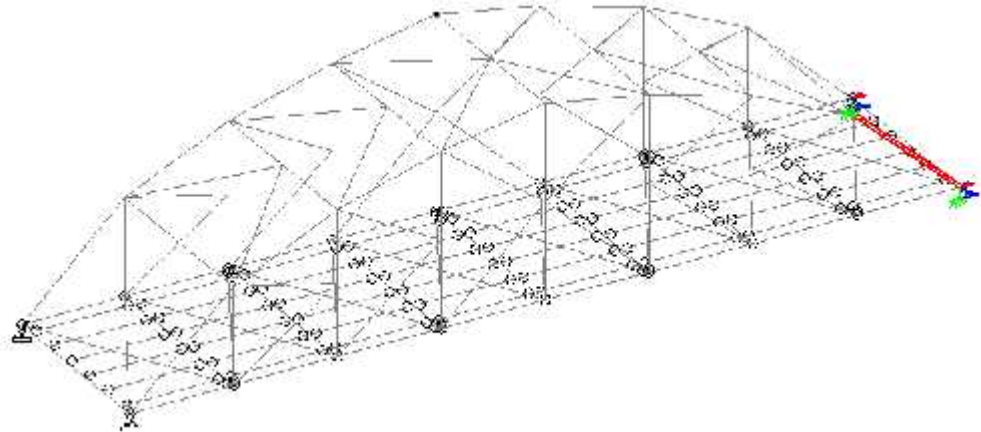
$$P_{18} \times P_{20} \times 400,464 \text{ kg}$$

$$P_{19} \times 923,4 \text{ kg}$$

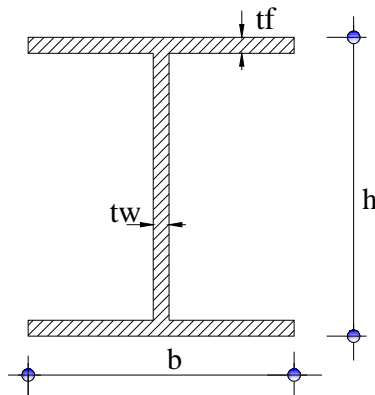
## 4.5 Perencanaan Dimensi Profil Gelagar Induk

### 4.5.1 Perhitungan Dimensi batang Tekan

#### Batang No 84 ( Batang Tekan Tepi Atas )



Dimensi Batang Profil WF 400 x 400 x 13 x 21



Gambar 3.35 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,2

$$A = 218,7 \text{ cm}^2 \qquad H = 400 \text{ mm} \qquad B = 400 \text{ mm}$$

$$I_x = 66600 \text{ cm}^4 \qquad tw = 13 \text{ mm}$$

$$I_y = 22400 \text{ cm}^4 \qquad tf = 21 \text{ mm}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $c \cdot P_n \leq P_u$

Dimana :

$\phi_c = 0,85$  (factor resistensi untuk batang tekan)

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$f_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $c$

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

Dari hasil analisa STAAD PRO V8i didapat gaya aksial terfaktor

$$P_u = 438929,625 \text{ kg}$$

- Menghitung radius girasi ( $r$ )

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{66600}{218,70}} = 17,451 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{22,400}{218,70}} = 10,120 \text{ cm}$$

- Menghitung parameter kerampingan

$$}c = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{f^2 \times E_s}} = \frac{1 \times 707,1}{10,120} \sqrt{\frac{4100}{3,14^2 \times 2,1 \times 10^6}} = 0,983 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.

338)



Dimana :

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

K = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau ( cm )

ry = radius girasi arah sumbu y

rx = radius girasi arah sumbu x

fy = 4100 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

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

➤ Menghitung tegangan kritis penampang (Fcr) ( plastis )

Untuk c = 1,5  $\longrightarrow$  fcr =  $(0,658^{2c})$  fy

fcr =  $(0,658^{2c})$  fy

fcr =  $(0,658^{(0,9832)})$  x 4100

fcr = 2736,135 kg/cm<sup>2</sup>

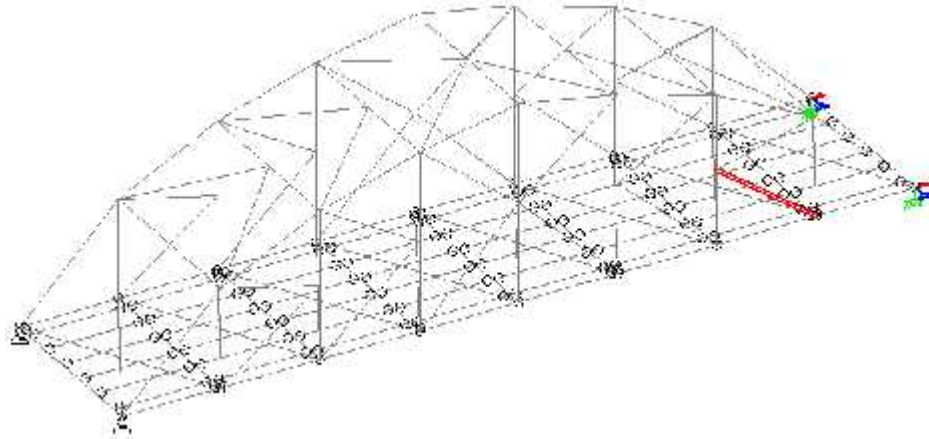
Maka :  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

$\phi_c \cdot fcr \cdot Ag \geq P_u$

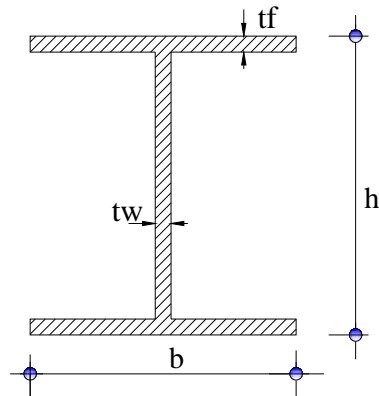
$0,85 \times 2736,135 \times 218,17 = 507401,187 \text{ kg}$

$507401,187 \text{ kg} > 438929,625 \text{ kg} \dots$  Profil aman

#### 4.5.2 Batang No 101 ( Batang Tekan Diagonal Dalam )



Dimensi Batang Profil WF 400 x 200 x 8 x 13



Gambar 3.36 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,2

$$A = 84,12 \text{ cm}^2 \qquad H = 400 \text{ mm} \qquad B = 200 \text{ mm}$$

$$I_x = 23700 \text{ cm}^4 \qquad tw = 8 \text{ mm}$$

$$I_y = 1740 \text{ cm}^4 \qquad tf = 13 \text{ mm}$$

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

Dimana :

$$\phi_c = 0,85 \text{ (factor resistensi untuk batang tekan)}$$

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$f_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $c$

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

Dari hasil analisa STAAD PRO V8i didapat gaya aksial terfaktor

$$P_u = 58655,691 \text{ kg}$$

➤ Menghitung radius girasi ( $r$ )

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{66600}{218,70}} = 17,451 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{22,400}{218,70}} = 10,120 \text{ cm}$$

➤ Menghitung parameter kerampingan

$$}c = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{f^2 \times E_s}} = \frac{1 \times 625}{10,120} \sqrt{\frac{4100}{3,14^2 \times 2,1 \times 10^6}} = 0,869 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.

338)

Dimana :

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

K = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau ( cm )

$r_y$  = radius girasi arah sumbu y

$r_x$  = radius girasi arah sumbu x

$f_y$  = 4100 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

$E_s$  = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

➤ Menghitung tegangan kritis penampang ( $F_{cr}$ ) ( plastis )

Untuk  $c = 1,5 \longrightarrow f_{cr} = (0,658^{2c}) f_y$

$f_{cr} = (0,658^{2c}) f_y$

$f_{cr} = (0,658^{(0,8692)}) \times 4100$

$f_{cr} = 2988,926$  kg/cm<sup>2</sup>

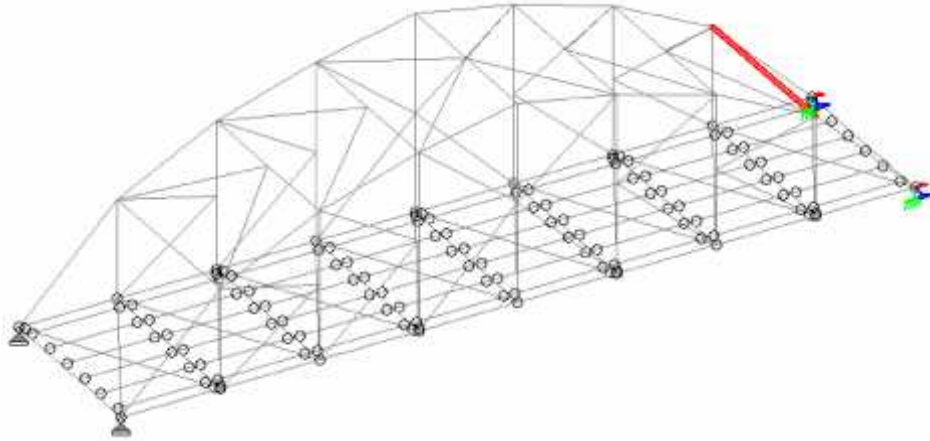
Maka :  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

$0\phi_c \cdot f_{cr} \cdot A_g \geq P_u$

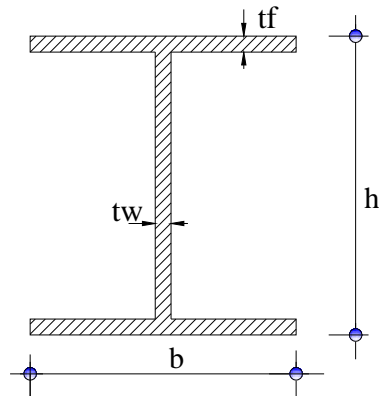
$0,85 \times 2988,926 \times 84,12 = 213714,187$  kg

$213714,187$  kg  $58655,691$  kg.... Profil aman

### 4.5.3 Batang No 56 ( Batang Tekan Melintang Atas )



Dimensi Batang Profil WF 100 x 100 x 6 x 8



Gambar 3.37 profil gelagar Induk

Factor beban untuk baja = 1,2

$$A = 21,9 \text{ cm}^2 \qquad H = 100 \text{ mm} \qquad B = 100 \text{ mm}$$

$$I_x = 383 \text{ cm}^4 \qquad tw = 6 \text{ mm}$$

$$I_y = 134 \text{ cm}^4 \qquad tf = 8 \text{ mm}$$

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

Dimana :

$$\phi_c = 0,85 \text{ (factor resistensi untuk batang tekan)}$$

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$f_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $\lambda_c$

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

Dari hasil analisa STAAD PRO V8i didapat gaya aksial terfaktor

$$P_u = 1976,096 \text{ kg}$$

➤ Menghitung radius girasi ( $r$ )

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{383}{21,90}} = 4,181 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{134}{21,90}} = 2,473 \text{ cm}$$

➤ Menghitung parameter kerampingan

$$\lambda_c = \frac{K.L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{f^2 \times E_s}} = \frac{1 \times 900}{2,473} \sqrt{\frac{4100}{3,14^2 \times 2,1 \times 10^6}} = 2,598 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal.

338)

Dimana :

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

K = factor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau ( cm )

$r_y$  = radius girasi arah sumbu y

$r_x$  = radius girasi arah sumbu x

$f_y$  = 4100 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

$E_s$  = modulus elastisitas baja  $2,1 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> =  $2,1 \times 10^5$  Mpa

➤ Menghitung tegangan kritis penampang ( $F_{cr}$ ) ( plastis )

Untuk  $c = 1,5 \longrightarrow f_{cr} = (0,658^{2c}) f_y$

$f_{cr} = (0,658^{2c}) f_y$

$f_{cr} = (0,658^{(2,598^2)}) \times 4100$

$f_{cr} = 243,154$  kg/cm<sup>2</sup>

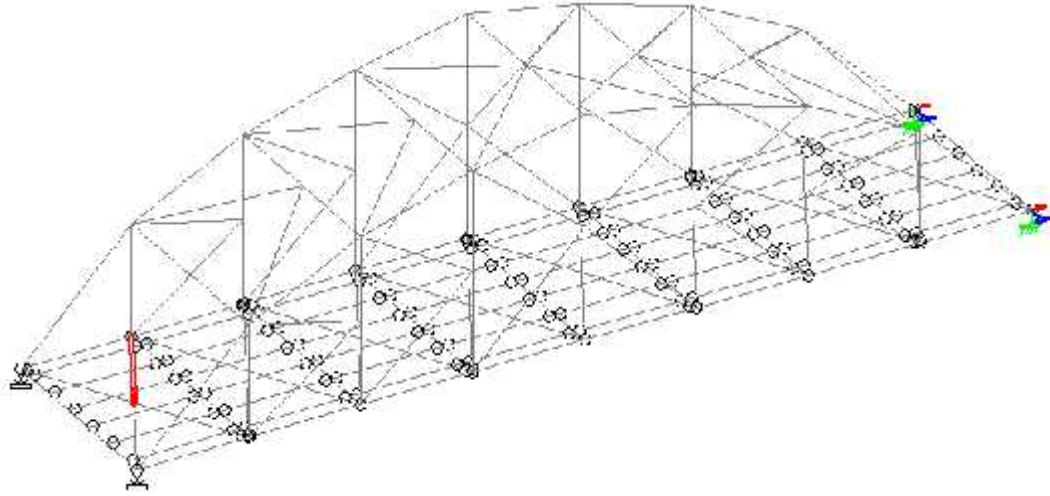
Maka :  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

$0\phi_c \cdot f_{cr} \cdot A_g \geq P_u$

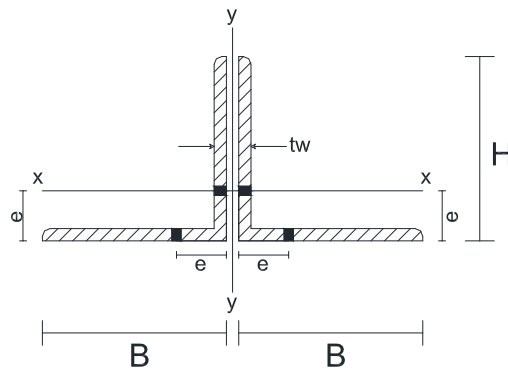
$0,85 \times 243,154 \times 21,9 = 4526,317$  kg

$4526,317$  kg  $1976,096$  kg.... Profil aman

#### 4.5.4 Batang No 446 ( Ikatan angin bawah)



Dimensi Batang Profil 2L 100 x 100 x 10



Gambar 3.36 profil gelagar ikatan angin atas

Factor beban untuk baja = 1,2

$$A = 19,2 \text{ cm}^2 \qquad H = 100 \text{ mm} \qquad e = 2,82 \text{ cm}$$

$$I_x = 177 \text{ cm}^4 \qquad B = 100 \text{ mm}$$

$$I_y = 177 \text{ cm}^4 \qquad tw = 10 \text{ mm}$$

$$a = e + \frac{1}{2} \text{ tebal plat simpul}$$



$$= 2,82 + 0,5$$

$$= 3,32 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I_y' &= (I_y + A_s \times a^2) \times 2 \\ &= (177 + 19,2 \times 3,32^2) \times 2 \\ &= 777,260 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_x' &= 2 \times I_x \\ &= 2 \times 177 \\ &= 354 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

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

Dimana :

$$\phi_c = 0,85 \text{ (factor resistensi untuk batang tekan)}$$

$P_n$  = kekuatan nominal batang tekan

$P_u$  = beban layan terfaktor

Kekuatan nominal  $P_n$  dari batang tekan adalah :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Dimana :

$A_g$  = luas penampang bruto batang tekan

$f_{cr}$  = tegangan kritis

Nilai  $F_{cr}$  tergantung pada parameter  $c$

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

Dari hasil analisa STAAD PRO 2004 didapat gaya aksial terfaktor

$$P_u = 1485,405 \text{ kg}$$

- Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{Ag}} = \sqrt{\frac{354}{19,2}} = 4,294 \text{ cm}$$

- Menghitung parameter kerampingan

$$\lambda_c = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{f^2 \times E_s}} = \frac{1 \times 514,8}{4,294} \sqrt{\frac{4100}{3,14^2 \times 2,1 \times 10^6}} = 1,687 \text{ cm}$$

(CG. Salmon, JE. Jhonson Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid I, 1992 hal. 338)

Dimana :

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

K = faktor panjang efektif sendi- sendi = 1

L = panjang batang yang ditinjau ( cm )

r<sub>y</sub> = radius girasi arah sumbu y

r<sub>x</sub> = radius girasi arah sumbu x

f<sub>y</sub> = 4100 kg/cm<sup>2</sup>

I = momen inersia

E<sub>s</sub> = modulus elastisitas baja 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup> = 2,1 x 10<sup>5</sup> Mpa

- Menghitung tegangan kritis penampang (F<sub>cr</sub>) ( plastis )

Untuk c = 1,5 → F<sub>cr</sub> = (0,658<sup>2c</sup>) f<sub>y</sub>

F<sub>cr</sub> = (0,658<sup>2c</sup>) f<sub>y</sub>

$$F_{cr} = (0,658^{(1,687^2)}) \times 4100$$

$$F_{cr} = 1245,835 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Maka : } \phi_c \cdot P_n \geq P_u$$

$$0\phi_c \cdot f_{cr} \cdot A_g \geq P_u$$

$$0,85 \times 1245,835 \times 84,12 = 89079,694 \text{ kg}$$

$$89079,694 \text{ kg} \quad 1485,405 \text{ kg} \dots \text{ Profil aman}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan

1. Dimensi plat lantai kendaraan dan trotoar yang dipakai untuk perencanaan jembatan rangka baja tipe *K-truss* di Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu adalah sebagai berikut :

❖ Perencanaan plat lantai kendaraan :

- Tebal plat beton : 250 mm
- Dipakai tulangan pokok : D 16 – 200
- Dipakai tulangan bagi : D 13 – 150

❖ Perencanaan Trotoar jembatan :

- Tebal Trotoar : 550 mm
- Dipakai tulangan pokok : D 16 – 200
- Dipakai tulangan bagi : D 13 – 150

2. Dimensi profil baja WF pada gelagar memanjang, melintang, dan induk yang diperlukan untuk memikul semua beban yang bekerja adalah sebagai berikut :

❖ Perencanaan gelagar memanjang :

- Dipakai profil : WF 300 x 150 x 6,5 x 9

❖ Perencanaan gelagar melintang :

- Dipakai profil : WF 400 x 300 x 10 x 16

❖ Perencanaan gelagar Induk :

- Dipakai profil : WF 400 x 400 x 13 x 21 (untuk bagian tepi luar atas dan tepi luar bawah)
- Dipakai profil : WF 400 x 200 x 8 x 13 (untuk bagian dalam vertikal maupun diagonal)

❖ Perencanaan Dimensi Ikatan Angin :

- Dipakai profil : WF 100 x 100 x 6 x 8 (untuk ikatan angin melintang atas)
- Dipakai profil : 2L 100 x 100 x 10 (untuk ikatan angin diagonal atas)
- Dipakai profil : 2L 100 x 100 x 10 (untuk ikatan angin diagonal bawah)

3. Nilai kapasitas sambungan struktur jembatan rangka baja tipe *K-truss* yang digunakan dalam perencanaan sambungan adalah 726537,803 kg (nilai yang terbesar, dapat dari hasil nilai  $P_n = A_g \cdot F_{cr}$ ).

Jumlah baut yang diperlukan untuk sambungan pada struktur jembatan baja tipe *K-truss* di Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu adalah sebagai berikut:

❖ Sambungan gelagar memanjang

- Ukuran Baut yang digunakan = 7/8 " = 2,222 cm
- Jumlah titik simpul = 54
- Jumlah baut tiap simpul =  $3 + (3 \times 2) = 9$
- Jumlah baut =  $65 \times 9$

= 280 buah

❖ Sambungan gelagar melintang

- Ukuran Baut yang digunakan =  $7/8$  “ = 2,222 cm
- Jumlah titik simpul = 18
- Jumlah baut tiap simpul = 8
- Jumlah baut =  $18 \times 8$   
= 144 buah

❖ Sambungan simpul ikatan angin atas

- Ukuran Baut untuk diagonal atas =  $1/2$  “ = 1,27 cm
- Ukuran Baut untuk melintang atas =  $7/8$  “ = 2,222 cm
- Jumlah titik simpul = 6
- Jumlah baut tiap simpul = 6
- Jumlah baut =  $(6 \times 6) + 24$   
= 60 buah

❖ Sambungan simpul ikatan angin bawah

- Ukuran Baut yang digunakan =  $7/8$  “ = 2,222 cm
- Jumlah titik simpul = 8
- Jumlah baut tiap simpul = 12
- Jumlah baut =  $(12 \times 8) + 36$   
= 132 buah

❖ Sambungan gelagar Induk

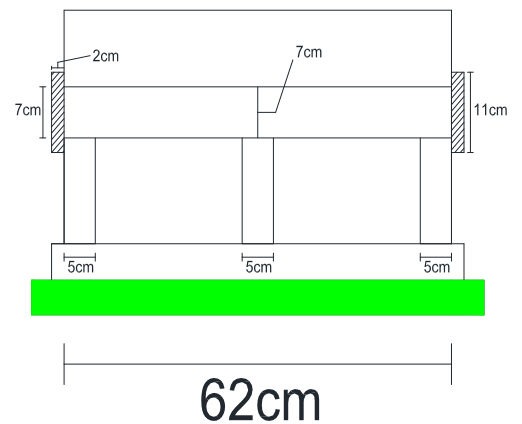
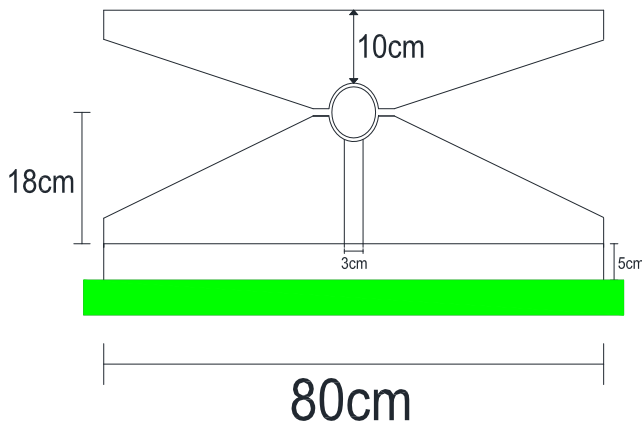
- Ukuran Baut yang digunakan =  $1 \frac{1}{8}$  “

- Jumlah titik simpul = 16 ( tepi ) dan 5 ( tengah )
- Jumlah baut simpul = 1496 ( tepi atas dan tepi bawah )  
= 408 ( bagian Tengah dalam )
- Total = 1904
- Jumlah baut = 2 x 1904 = 3808 buah
- Total = 3808 buah

4. Dimensi perletakan atau tumpuan yang dipakai untuk perencanaan jembatan rangka baja tipe *K-truss* di Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu adalah sebagai berikut :

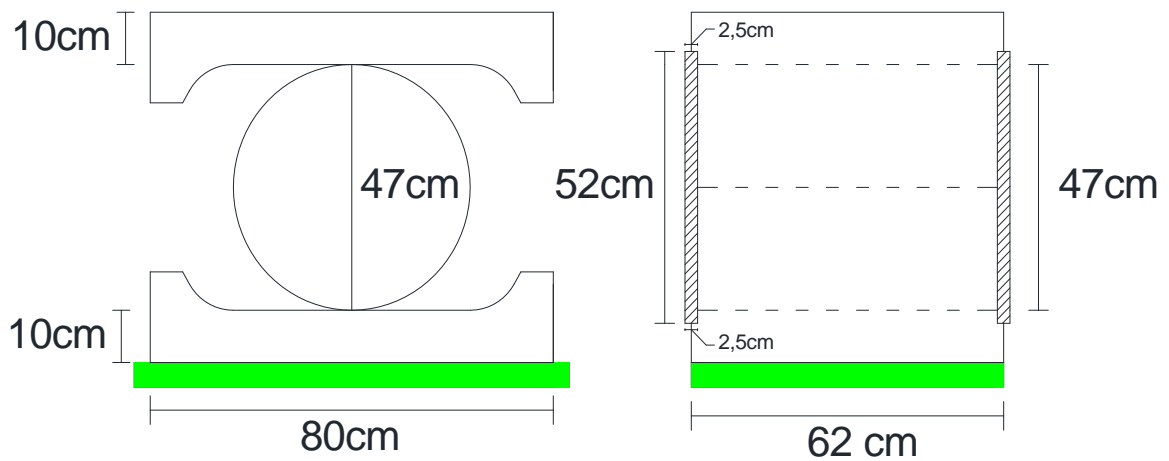
❖ Perletakan Sendi

- Panjang (L) = 80cm
- Lebar (b) = 62cm
- Tebal Bantalan = 10 cm
- Tinggi (h) = 18 cm
- Jari-jari engsel sendi = 7 cm



❖ Perletakan Roll

- Panjang (L) = 80cm
- Lebar (b) = 62cm
- Tebal Bantalan = 10 cm
- Tebal Bantalan = 10 cm
- Diameter Roll = 47 cm



5. Nilai kapasitas tumpuan struktur jembatan rangka baja tipe *k-truss* di Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu adalah

- Sendi = 362130,905 kg ( di dapat dari nilai  $F_y$  atau reaksi tumpuan pada program staadPro + P100% beban lajur D pada gelagar Melintang )
- Roll = 359152,085 kg ( di dapat dari nilai  $F_y$  atau reaksi tumpuan pada program staadPro + P100% beban lajur D pada gelagar Melintang )



## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan yang dilakukan pada jembatan rangka dengan tipe *K-Truss* Modeling dan berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis memberikan saran :

1. Perencanaan jembatan di kabupaten Nunukan bisa direncanakan dengan menggunakan rangka baja tipe Warren Modeling sebagai salah satu alternatif dengan alasan bahwa jembatan rangka Warren Modeling bisa memberikan hasil perencanaan yang ekonomis dan kuat.
2. Dalam merencanakan pembebanan pada jembatan harus didasarkan pada standar yang sudah ditetapkan oleh badan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan akan lebih baik menggunakan standar terbaru.
3. Untuk perhitungan pembebanan pada gelagar induk jembatan sebaiknya menggunakan program bantu teknik sipil (STAAD Pro) tiga dimensi sehingga perhitungan pembebanan lebih akurat.
4. Untuk perencanaan sambungan pada jembatan sebaiknya menggunakan metode yang lebih moderen, dan pada perencanaan jembatan ini penulis memilih metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) dengan alasan metode ini adalah metode yang sering dipakaai karena memiliki kelebihan (struktur lebih aman dan ekonomis) dibandingkan metode yang lain.
5. Dalam merencanakan sambungan harus dihitung dengan baik dan sesuai dengan rumus yang ditetapkan dalam metode LRFD (*Load Resistance and*

*Factor Design*) sehingga tidak menimbulkan kerusakan atau kegagalan pada struktur jembatan yang direncanakan.

## Daftar Pustaka

- Anonim. 1992. *Bridge Managemen System (BMS)*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- RSNI-T-02-2005. *Standar Pembebanan Jembatan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- RSNI-T-03-2005. *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Salmon, CG dan John EJ. 1992. *Struktur Baja Desain dan Prilaku*. Edisi Ketiga. Jilid 1. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Erlangga.
- Struyk,HJ Ir. dkk. 1995. *Jembatan (Terjemahan Soemargono)*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.



***LAMPIRAN***



**G A M B A R**

***GAMBAR***

