

Alternatif Perencanaan Jembatan Rangka Baja Dengan Menggunakan Metode Lrfd Di Jembatan Gelatik Kota Samarinda

Santi Yatnikasari¹, Muhammad Noor Asnan², Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana³

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur^{1,2,3}

email: sy998@umkt.ac.id¹, mna985@umkt.ac.id², uwm216@umkt.ac.id³

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2518>

Abstract: Jembatan merupakan elemen penting dalam sistem transportasi. Jembatan adalah suatu konstruksi yang menghubungkan dua jalan yang terputus karena adanya jurang, lembah, sungai bahkan menghubungkan antar pulau yang terpisah cukup jauh. Jembatan rangka baja banyak dibangun untuk kepentingan lalu lintas jalan raya. Secara umum jembatan rangka baja lebih menguntungkan daripada jembatan lainnya, karena batang-batang utama rangka baja memikul gaya aksial tekan atau gaya aksial tarik, konstruksi jembatan jauh lebih ringan, bentang jembatan jauh lebih panjang, pelaksanaan dilapangan jauh lebih mudah. Struktur bangunan jembatan rangka baja terdiri atas beberapa bagian batang utama pembentuk rangka yaitu batang gelagar induk, batang gelagar melintang dan memanjang, batang-batang ikatan angin atas dan bawah, ikatan pengaku dan sistem lantai kendaraan yang membentuk suatu konstruksi yang kaku sehingga membentuk jalur lalu lintas yang aman dan nyaman. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan ulang jembatan Gelatik menggunakan struktur jembatan rangka baja dengan metode Load And Resistance Factor Design (LRFD), dan mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI). Profil baja yang digunakan pada perencanaan jembatan ini adalah profil baja WF untuk gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, dan profil L untuk ikatan angin atas dan ikatan angin bawah.

Keywords: Jembatan Rangka Baja, Metode LRFD, Profil Baja

PENDAHULUAN

Perkembangan transportasi di Indonesia saat ini sangat pesat, sejalan dengan perkembangan teknologi dan industri. Pemerintah berusaha untuk menyediakan dan memenuhi kebutuhan dibidang transportasi. Pembangunan dilaksanakan guna meningkatkan pelayanan terhadap masyarakat terutama untuk mendapatkan fasilitas yang sebaik-baiknya dalam bidang transportasi. Prasarana transportasi bukan hanya jalan raya melainkan juga fasilitas pendukungnya. Oleh karena itu, upaya yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan sarana penghubung darat, salah satunya adalah pembangunan jembatan.

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah, misalnya sungai, rawa, jalan, dan lain-lain. Perencanaan pembangunan jembatan harus diperhatikan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga pembangunan jembatan dapat memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan bagi para pengguna jembatan.

Keberadaan jembatan saat ini terus mengalami perkembangan, dari bentuk sederhana sampai paling kompleks, demikian juga bahan-bahan yang digunakan mulai dari bambu, kayu, beton, dan baja. Penggunaan

bahan baja untuk saat ini sampai dimasa mendatang, khususnya struktur jembatan akan memberikan keuntungan terhadap perkembangan serta kelancaran sarana transportasi di seluruh daerah yang ada di Indonesia. Kota Samarinda sudah banyak melakukan pembangunan proyek jembatan yang berguna untuk melancarkan transportasi yang ada, salah satunya adalah jembatan Gelatik. Wilayah ini di aliri oleh anak aliran sungai Mahakam, yang menyebabkan terganggunya transportasi darat pada khususnya. Berdasarkan hal tersebut pemerintah membangun jembatan untuk mengatasi masalah tersebut. Jembatan sebelumnya yang telah dibangun pada tahun 1998 adalah jembatan komposit. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang jembatan Gelatik menggunakan struktur jembatan rangka baja dengan metode Load And Resistance Factor Design (LRFD) dengan pertimbangan bahwa metode ini memberikan kelebihan-kelebihan dibandingkan metode yang telah dikembangkan sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan penelitian maka dibuat langkah-langkah pelaksanaan alur kegiatan penelitian agar dapat berjalan

sistematis dan tepat sasaran tercapainya tujuan penelitian. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah studi pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan perencanaan. Selanjutnya dilakukan perhitungan perencanaan dari data awal yang diperoleh.

Pengumpulan Data

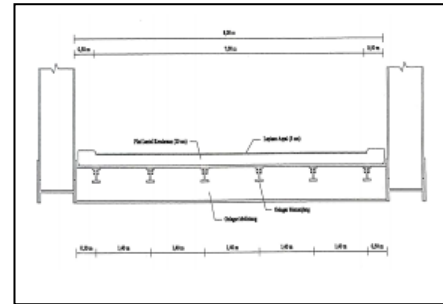
Jembatan Gelatik berlokasi di Jl. Gelatik, Temindung Permai Kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda. Teknik pengumpulan data dalam penelitian kuantitatif dengan teknik wawancara, dan melakukan observasi secara langsung dilokasi serta studi literatur.



Gambar 1. Lokasi Jembatan Gelatik

Data awal yang diperoleh dari survey di jembatan Gelatik adalah sebagai berikut :

Panjang jembatan : 39,00 meter
 Lebar lantai kendaraan : 7,00 meter
 Lebar trotoir : 2 x 0,5 meter
 Tipe jembatan : Jembatan Komposit
 Data perencanaan ulang
 Panjang Jembatan : 39 jembatan
 Gelatik adalah sebagai berikut :
 Lebar lantai kendaraan : 7,00 meter
 Lebar trotoir : 2 x 0,5 meter
 Lebar total jembatan : 8,00 meter
 Tinggi jembatan : 6,00 meter
 Tipe jembatan : Trapesium rangka baja
 Jarak antar gelagar memanjang: 1,40 meter
 Jarak antar gelagar melintang : 3,25 meter
 Mutu baja konstruksi : St-37
 Mutu beton karakteristik : K-225



Gambar 2. Potongan Melintang Jembatan
 Data pembebanan jembatan Gelatik adalah sebagai berikut :

Lapisan Aspal Lantai Kendaraan :

- Tebal lapisan aspal : 0,05 meter
- Berat jenis aspal : 2200 Kg/m³
(SNI 1725-2016, hal 13)

Pelat Beton Lantai Kendaraan :

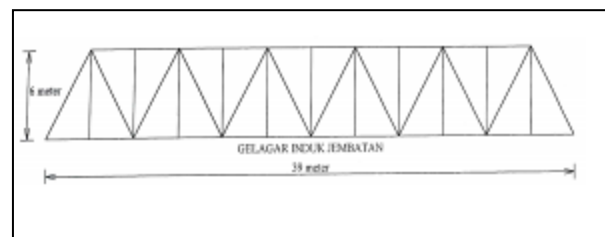
- Tebal plat beton : 0,2 meter
- Berat jenis beton bertulang : 2400 Kg/m³
(SNI 1725-2016, hal 13)

Pelat beton trotoir :

- Tebal plat beton : 0,4 meter
- Tebal tegel + spesi : 0,05 meter
- Berat jenis beton bertulang: 2200 Kg/m³
(SNI 1725-2016, hal 13)

Air hujan :

- Tinggi air hujan (asumsi): 0,05 meter
- Berat jenis air hujan : 1000 Kg/m³ (SNI 1725-2016, hal 11)



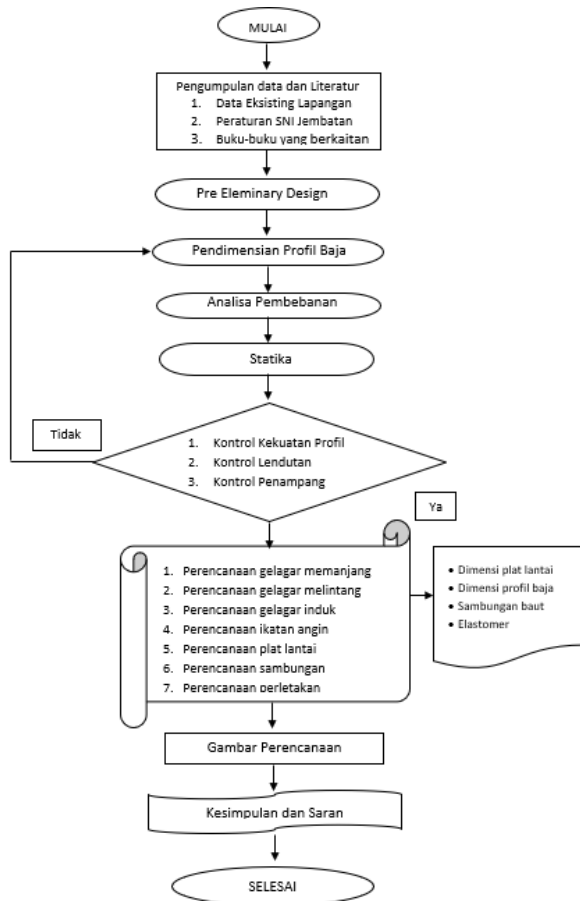
Gambar 3. Potongan Memanjang Jembatan

Standar Perencanaan

1. SNI 1725-2016, Pembebanan Untuk Jembatan.
2. SNI 3967-2008, Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos dan Tipe Berlapis Pada Jembatan.
3. SNI 1729-2015, Tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
4. SNI 2833-2016, Tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan.

- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, No. 10/SE/M/2015; Tentang Pedoman Perancangan Bantalan Elastomer Untuk Perletakan Jembatan.
- Analisa Struktur Jembatan rangka baja.

Bagan Alir



Gambar 4. Bagan Alir Perencanaan

DASAR TEORI

Beban Tetap

- Berat sendiri
Berat sendiri dari bangunan adalah aksi yang berasal dari berat sendiri jembatan serta elemen-elemen stuktural lain yang dipikulnya.

Tabel 1. Faktor beban untuk berat sendiri

Jangka Waktu	Bahan	Faktor Beban
	Baja, aluminium	1,1
Transien	Beton pracetak	1,2
	Beton dicor di tempat	1,3

Kayu	1,4
------	-----

Sumber : SNI 1725 : 2016 Pembebanan Untuk Jembatan

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

Tabel 2. Faktor beban untuk beban mati tambahan

Jangka Waktu	Bahan	Faktor Beban
Transien	Keadaan umum	2,0
	Keadaan khusus	1,4

Sumber : SNI 1725 : 2016 Pembebanan Untuk Jembatan

Beban Lalu Lintas

Beban Lajur “D”

Beban “D” mempunyai intensitas q kPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu :

Jika $L \leq 30$ m; $q = 9,0$ kPa

Jika $L \geq 30$ m; $q = 9,0 \cdot (0,5 + 15/L)$ kPa

Keterangan :

Q adalah intensitas beban terbagi rata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KEL)

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (m).

Tabel 3. Faktor beban lajur “D”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban	
		Keadaan Batas Layan (γ_{TD}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TD}^U)
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks girder baja	1,00	2,00

Sumber : SNI 1725 : 2016 Pembebanan Untuk Jembatan

Beban Truk “T”

Beban “T” adalah beban suatu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu-lintas rencana.

Tabel 4. Faktor beban lajur "T"

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban	
		Keadaan Batas Layan (γ_{TD}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TD}^U)
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks girder baja	1,00	2,00

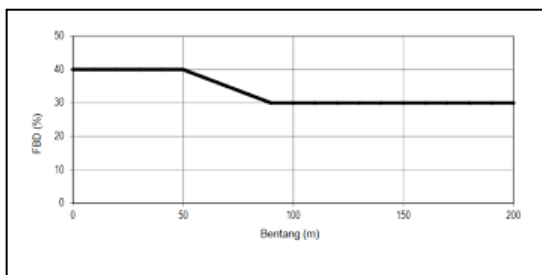
Sumber : SNI 1725 : 2016 Pembebanan Untuk Jembatan

Beban truk "T" terdiri atas kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti terlihat dalam gambar 5. Berat dari tiap-tiap gandar disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa diubah-ubah dari 4,0 m sampai dengan 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

Gambar 5. Pembebanan Truk "T" (500 KN)

Beban Dinamis

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



Gambar 6. Faktor beban dinamik untuk KEL untuk pembebanan lajur "D"

Gaya Rem

Gaya rem harus diambil yang terbesar :

- 25% dari berat gandar truk desain
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Gaya rem tersebut harus ditempatkan di semua lajur rencana yang dimuati sesuai dengan Pasal 8.2 dan yang berisi lalu lintas dengan arah yang sama. Gaya ini harus diasumsikan untuk

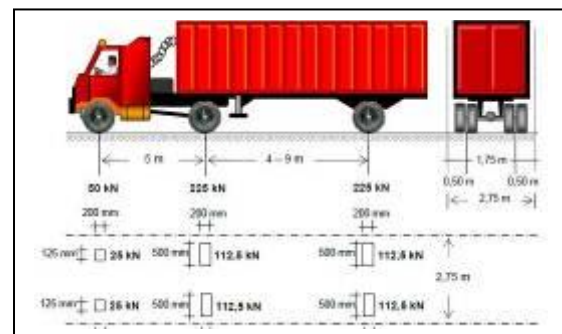
bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan pada masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan. Untuk jembatan yang dimasa depan akan dirubah menjadi satu arah, maka semua lajur rencana harus dibebani secara simultan pada saat menghitung besarnya gaya rem. Faktor kepadatan lajur yang ditentukan pada Pasal 8.4.3 berlaku untuk menghitung gaya rem.

Metode Load and Resistance Faktor Design (LRFD)

LRFD (adalah spesifikasi yang dikeluarkan oleh AISC (America Instate Of Steel Construction) untuk desain konstruksi baja, berdasarkan ketahanan metode kekuatan ultimit (Metode Plastis). LRFD memberikan perbandingan yang lebih spesifik antara beban Q dan resistensi Rn, seperti persamaan untuk persyaratan mendapatkan keamanan sebagai berikut:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (1)$$

dimana ruas kiri mewakili resistensi (kekuatan) dari komponen atau sistem, sedangkan ruas kanan mewakili beban yang diharapkan akan ditanggung sehingga cenderung memberikan struktur yang lebih aman, Pada sisi kekuatan harga nominasi resistensi Rn dikalikan dengan faktor resistensi (reduksi kekuatan) ϕ untuk mendapatkan



kekuatan desain. Pada sisi beban berbagai efek beban Q_i (seperti beban mati, beban hidup, dan beban salju) dikalikan dengan faktor-faktor kelebihan beban γ_i untuk mendapatkan jumlah $\sum \gamma_i Q_i$ dari beban-beban terfaktor.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Perhitungan Pembebanan Trotoir dan Lantai Kendaraan****Trotoir****Beban Mati Trotoir**

Berat sendiri beton : $0,40 \times 1,00 \times 2400 \times 1,3 = 1248 \text{ Kg/m}$
 Berat tegel dan spesi : $0,05 \times 1,00 \times 2200 \times 1,3 = 143 \text{ Kg/m}$
 Berat air hujan : $0,05 \times 1,00 \times 1000 \times 1,2 = 60 \text{ Kg/m}$
 $q_1^u = 1451 \text{ Kg/m}$

Beban Hidup Trotoir

Konstruksi trotoir harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar

$q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ Kg/m}^2$; Faktor beban = 2,0 (SNI 1725-2016, hal 46)

$q_2^u = 500 \times 2 = 1000 \text{ Kg/m}^2$

Lantai Kendaraan**Beban Mati Lantai Kendaraan**

Berat sendiri beton : $0,20 \times 1,00 \times 2400 \times 1,3 = 624 \text{ Kg/m}$
 Berat lapisan aspal : $0,05 \times 1,00 \times 2200 \times 1,3 = 143 \text{ Kg/m}$
 Berat mati tambahan (aspal) : $0,05 \times 1,00 \times 2200 \times 2,0 = 220 \text{ Kg/m}$
 Berat air hujan : $0,05 \times 1,00 \times 1000 \times 1,2 = 60 \text{ Kg/m}$
 $q_1^u = 1047 \text{ Kg/m}$

Beban Hidup "T"

Beban T adalah beban gandar truk maksimum sebesar

$500 \text{ KN} = 50000 \text{ Kg}$; atau tekanan roda = $112,5 \text{ KN} = 11250 \text{ Kg}$; Faktor beban = 2,0 (SNI 1725-2016, hal 41)

$P^u = 11250 \times 2 = 22500 \text{ Kg}$

Statika Pembebanan

Tabel 5. Statika Pembebanan

No	T u m p a n	L a p a n	Momen Akibat Beban Hidup (Kg m)	Momen Akibat Beban Hidup (Kg m)		Kombinasi I (Kg m)	Kombinasi II (Kg m)
				Kondisi I	Kondisi II		
1	A		1467,752	10822,183	2379,493		
2	B		1454,110	17318,903	1765,7188		
3	C		1468,138	12349,540	2046,3323		
4	D		1468,139	13433,119	2046,3323		
5	E		1454,108	15178,615	1765,7184		
6	F		1467,753	11887,640	2379,494		
7	A-B		81,728	5294,146	2177,379	5375,874	2259,107
8	B-C		86,598	3512,005	1642,361	3598,603	1728,959
9	C-D		84,959	2989,548	1857,639	3074,507	1942,598
10	D-E		86,599	4063,168	1642,361	4149,767	1728,96
11	E-F		81,728	5853,511	2177,379	5935,239	2259,107

Setelah dihitung dengan Metode Cross, momen maksimum yang digunakan pada perhitungan plat lantai kendaraan didapat pada kombinasi I yaitu 5935,239 Kg m.

Penulangan**Penulangan Trotoir**

Data perencanaan : Mutu beton K-225 ; $f'c = 22,5 \text{ Mpa}$, Mutu Baja $f_y = 240 \text{ Mpa}$, Tebal Trotoir $h_f = 0,4 \text{ m}$, Diameter efektif direncanakan $\emptyset 18 \text{ mm}$.

As pokok = $\rho \times b \times d$

= $0,0058 \times 1000 \times 351$

$$= 2035,80 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan pokok \emptyset 18 -100 (As = 2544,7 mm²)

$$\begin{aligned} \text{As bagi} &= 20\% \times \text{As pokok} \\ &= 20\% \times 2035,80 \\ &= 407,160 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan bagi \emptyset 8 -100 (As = 502,7 mm²)

Penulangan Lantai Kendaraan

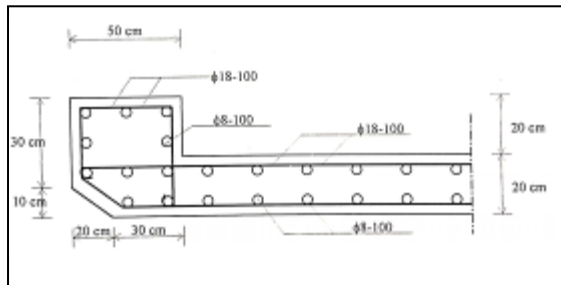
Data perencanaan : Mutu beton K-225 ; f'c = 22,5 Mpa, Mutu Baja fy = 240 Mpa, Tebal plat lantai kendaraan hf = 0,2 m, Diameter efektif direncanakan \emptyset 18 mm.

$$\begin{aligned} \text{As pokok} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,015 \times 1000 \times 151 \\ &= 2265 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan pokok \emptyset 18 -100 (As = 2544,7 mm²)

$$\begin{aligned} \text{As bagi} &= 20\% \times \text{As pokok} \\ &= 20\% \times 2265 \\ &= 453 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan bagi \emptyset 8 -100 (As = 502,7 mm²)



Gambar 7. Penulangan Trotoir dan Plat Lantai

Perhitungan Gelagar Memanjang Pembebanan

Jarak gelagar memanjang = 1,40 meter
Jarak gelagar melintang = 3,25 meter

Beban Mati

Beban terbesar dari gelagar tepi :

$$q_u = 1391,614 \text{ Kg/m}^2$$

Beban Hidup

Muatan terbagi rata : $q_u = 2240 \text{ Kg/m}$

Beban garis : $P_u = 12320 \text{ Kg/m}$

Perhitungan Momen yang terjadi

Akibat Beban Mati

$$\begin{aligned} M_{BS}^u &= \left(\frac{1}{8} \cdot q^u \cdot L^2 \right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \cdot 1391,614 \cdot 3,25^2 \right) \\ &= 1837,365 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Akibat Beban Hidup

$$\begin{aligned} MD^u &= \left(\frac{1}{8} \cdot q^u \cdot L^2 \right) + \left(\frac{1}{4} \cdot P^u \cdot L \right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \cdot 2240 \cdot 3,25^2 \right) + \left(\frac{1}{4} \cdot 12320 \cdot 3,25 \right) \\ &= 12967,5 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Akibat profil

Direncanakan menggunakan WF 12 x 31

$$G = 46,13 \text{ kg/m} \times 1,1 = 50,743 \text{ Kg/m}$$

$$I_x = 9924 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 645,8 \text{ cm}^3$$

Momen akibat berat sendiri profil

$$\begin{aligned} M_{BS \text{ Profil}} &= \left(\frac{1}{8} \cdot G \cdot L^2 \right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \cdot 50,743 \cdot 3,25^2 \right) = 66,997 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$M_{tot} = M_{BS}^u + MD^u + M_{BS \text{ Profil}}$$

$$= 1837,365 + 12967,5 + 66,997$$

$$= 14871,862 \text{ Kgm} = 1487186,2 \text{ Kgcmm}$$

Kontrol Konstruksi

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M_{tot}}{W_x} \\ &= \frac{1487186,2}{645,8} \\ &= 2320,859 \text{ kg/cm}^2 < 2400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Lendutan

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{1}{250} \cdot L \\ &= \frac{1}{250} \cdot 325 = 1,30 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} \\ &= \frac{5 \cdot (13,91614 + 22,40 + 0,50743) \cdot 3,25^4}{384 \cdot 2,1^6 \cdot 9924} + \\ &\quad \frac{12320 \cdot 3,25^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 9924} \end{aligned}$$

$$= 0,680 \text{ cm} < 1,30 \text{ cm} \quad (\text{AMAN})$$

Perhitungan Gelagar Melintang Pembebanan

Beban Mati

Akibat berat lantai kendaraan :

$$q_u = 973,710 \text{ Kg/m}^2$$

Akibat berat trotoar :

$$q_u = 975,072 \text{ Kg/m}^2$$

Akibat profil memanjang:

$$q_u = 164,915 \text{ Kg}$$

Beban Hidup

Beban D :

$$q_1^u = 16922 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_2^u = 8461 \text{ Kg/m}^2$$

Beban Truk "T" :

$$T = 20000 \text{ Kg}$$

Beban Trotoar :

$$q^u = 3250 \text{ Kg/m}^2$$

Perhitungan Statika

Akibat berat sendiri lantai kendaraan dan trotoar

$$(M_1) = 7789,850 \text{ Kgm}$$

Akibat berat sendiri (M_2) = 940,016 Kgm

Akibat beban hidup "D"

$$(M_3) = 127708,219 \text{ Kgm}$$

Akibat muatan "T" (M_4) = 243,750 Kgm

Akibat muatan hidup trotoar

$$(M_5) = 406,250 \text{ Kgm}$$

Momen maksimum yang terjadi pada gelagar melintang :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 \\ &= 7789,850 + 940,016 + 127708,219 + \\ &243,750 + 406,250 \\ &= 136844,335 \text{ Kgm} = 13684433,5 \text{ Kgc} \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan WF 27 x 145

$$G = 215,8 \text{ Kg/m} \times 1,1 = 237,38 \text{ Kg/m}$$

$$I_x = 225400 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 6603,5 \text{ cm}^3$$

Momen akibat berat sendiri profil

$$\begin{aligned} M_{\text{BS Profil}} &= \left(\frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \cdot 237,38 \cdot 8^2 \right) = 1899,040 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$M_{\text{tot}} = M_{\max} + M_{\text{BS Profil}}$$

$$= 13684433,5 + 1899,040$$

$$= 138743,375 \text{ Kgm} = 13874337,5 \text{ Kgc} \end{aligned}$$

Kontrol Konstruksi

Kontrol Tegangan

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M_{\text{tot}}}{W_x} \\ &= \frac{13874337,5}{6603,5} \\ &= 2101,058 \text{ kg/cm}^2 < 2400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Lendutan

$$\begin{aligned} M_{\text{BS Profil}} &= \left(\frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \right) \\ 13874337,5 &= \left(\frac{1}{8} \cdot q \cdot 800^2 \right) \\ q &= 173,429 \text{ Kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{1}{250} \cdot L \\ &= \frac{1}{250} \cdot 800 \\ &= 3,20 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{173,429 \cdot 800^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 225400} \\ &= 1,954 \text{ cm} < 3,2 \text{ cm} \quad (\text{AMAN}) \end{aligned}$$

Perhitungan Gelagar Induk

Pembebanan

Beban Mati

Berat sendiri gelagar induk :

$$G_1^u = 47018,400 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat sendiri gelagar memanjang : } G_2^u = 11873,862 \text{ Kg}$$

Berat sendiri gelagar melintang :

$$G_3^u = 120351,660 \text{ Kg}$$

Berat lantai kendaraan :

$$G_4^u = 170352 \text{ Kg}$$

Berat trotoir :

$$G_5^u = 48672 \text{ Kg}$$

Berat sendiri sandaran :

$$G_6^u = 871,728 \text{ Kg}$$

Berat sendiri ikatan angin atas :

$$G_7^u = 22880 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat sendiri ikatan angin bawah : } G_8^u = 27456 \text{ Kg}$$

$$G_{\text{total}}^u = 449475,65 \text{ kg}$$

Beban Hidup

$$\begin{aligned} \text{Muatan terbagi rata : } q_1 &= 1777 \text{ Kg/m} \\ q_2 &= 242,318 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

Beban yang diterima gelagar induk

$$q^u = 78753,402 \text{ Kg}$$

Beban yang diterima tiap titik buhul

$$P_1^u = \frac{78753,402}{12} = 6562,784 \text{ Kg}$$

Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_1^u = \frac{6562,784}{2} = 3281,392 \text{ Kg}$$

Muatan akibat beban garis :

$$P_{1-2} = 19250 \text{ Kg/m}$$

Beban yang diterima gelagar induk

$$P_{1-2}^u = 38500 \text{ Kg}$$

Beban yang diterima tiap titik buhul

$$P_1^u = \frac{38500}{12} = 3208,333 \text{ Kg}$$

Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_1^u = \frac{3208,333}{2} = 1604,167 \text{ Kg}$$

Beban terpusat total akibat beban hidup yang diterima tiap titik buhul
 = 6565,784 + 3208,333
 = 9771,117 Kg

Beban yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_1^u = \frac{9771,117}{2} = 4885,559 \text{ Kg}$$

Gaya Rem

Panjang jembatan = 39 meter
 Faktor beban = 2,0
 Gaya rem yang terjadi = 250KN=25000 Kg

Gaya rem yang dipikul tiap gelagar

$$P_1 = \frac{25000}{2} = 12500 \text{ Kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul

$$P_1^u = 2083,334 \text{ Kg}$$

Gaya rem yang diterima tiap titik buhul tepi

$$P_1^u = \frac{2083,334}{2} = 1041,667 \text{ Kg}$$

Beban Angin

$T_{EW1} = 129,600 \text{ Kg}$
 $T_{EW2} = 6499,800 \text{ Kg}$
 $V_A = 2468,740 \text{ Kg}$

Gaya pada titik buhul tengah, faktor beban = 1,2

$$P_1^u = \frac{2468,740}{12} \cdot 1,2 = 246,874 \text{ Kg}$$

Gaya pada titik buhul tepi

$$P_2^u = \frac{246,874}{2} = 123,437 \text{ Kg}$$

Perhitungan Ikatan Angin Atas

$$\sum M_B = 0$$

$$H_A \cdot 6 = (T_{EW1} \cdot 1,933) + (T_{EW2} \cdot 3)$$

$$H_A = \frac{(129,6 \cdot 1,933) + (6499,8 \cdot 3)}{6}$$

$$H_A = 329,653 \text{ Kg}$$

Gaya pada titik buhul tengah

$$P_1^u = \frac{3291,653}{12} \cdot 1,2 = 329,165 \text{ Kg}$$

Gaya pada titik buhul tepi

$$P_2^u = \frac{329,165}{2} = 164,583 \text{ Kg}$$

Perhitungan Ikatan Angin Bawah

$$\sum H = 0$$

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

$$3291,653 + H_B - 129,6 - 6499,8 = 0$$

$$H_B = 3337,747 \text{ Kg}$$

Gaya pada titik buhul tengah

$$P_1^u = \frac{3337,747}{12} \cdot 1,2 = 333,775 \text{ Kg}$$

Gaya pada titik buhul tepi

$$P_2^u = \frac{333,747}{2} = 168,888 \text{ Kg}$$

Perencanaan Dimensi Profil Baja

Dalam perencanaan struktur atas jembatan, penulis menggunakan perhitungan melalui program bantu STAAD PRO, dihasilkan panjang masing-masing batang berikut gaya batang tersebut baik berupa gaya tarik maupun gaya tekan.

Tabel 6. Gaya aksial terbesar yang bekerja pada batang gelagar induk untuk setengah bentang

Kelompok Batang	Nomor Batang	Panjang (m)	Gaya Aksial (Kg)	
			Tarik (+)	Tekan (-)
1	2	3	4	5
Batang Bawah	5	3,25	175712,86	
Batang Atas	17	3,25		181671,27
Batang Vertikal	24	6,00	18728,19	
Batang Diagonal	23	6,824		117145,33
Ikatan Angin Atas Diagonal	220	4,317		2466,26
Ikatan Angin Atas Vertikal	109	8,00	4569,81	
Ikatan Angin Bawah	171	4,317	4820,91	

Untuk menghindari terjadinya slip antar dua batang atau lebih harus diusahakan untuk semua batang pada gelagar induk menggunakan profil dengan tinggi yang sama. Selain untuk menghindari slip, beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan penggunaan tinggi yang sama pada profil adalah :

- Lebih ekonomis karena tidak memerlukan plat pengisi.
- Mempermudah proses pengerjaan terutama untuk penyambungan.
- Nilai estetika yang didapat lebih tinggi.

Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa gaya terbesar pada batang atas yaitu batang 17 dengan $P = 181671,27$ Kg. Untuk selanjutnya batang akan direncanakan terlebih dahulu dimensinya sebagai acuan untuk perhitungan dimensi batang yang lainnya.

Batang Atas

Diketahui $P = -181671,27$ Kg (tekan)

$F_y = 2400$ Kg/cm²

Direncanakan menggunakan profil WF 300 x 300 x 12 x 12

Data :

$h = 294$ mm $A = 107,7$ cm² $i_x = 12,5$ cm

$B = 302$ mm $I_x = 16900$ cm⁴ $i_y = 7,16$ cm

$t_1 = 12$ mm $I_y = 5520$ cm⁴

$t_2 = 12$ mm $w = 84,5$ Kg/m³

$$F_{cr} = F_y \cdot (1 - (0,25 \cdot \lambda c^2))$$

$$= 2400 \cdot (1 - (0,25 \cdot 0,489^2))$$

$$= 2256,527 \text{ Kg/cm}^2$$

Maka kekuatan tekan nominalnya adalah :

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

$$= 0,85 \cdot (107,7) \cdot (2256,527)$$

$$= 206573,764 \text{ Kg} > P_n = 181671,27$$

Kg (Oke)

Batang Bawah

Diketahui $T_u = 175712,86$ Kg (tarik)

Direncanakan menggunakan profil WF 300 x 300 x 12 x 12

Pada perencanaan ini digunakan baut dengan diameter $D = \frac{7}{8}$ inchi = 2,223 cm

Lebar yang harus diambil untuk lubang = $2,223 + 0,1 = 2,323$ cm

Luas bersih penampang (A_n)
= $104,912$ cm²

Luas efektif penampang :

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,85 \cdot (104,912)$$

$$= 89,175 \text{ cm}^2$$

Retakan pada penampang bersih :

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

$$= 0,75 \cdot 3700 \cdot 89,175$$

$$= 247460,625 \text{ Kg}$$

Pelelehan pada penampang bruto :

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

$$= 0,90 \cdot 1400 \cdot 107,7$$

$$= 232632 \text{ Kg} > T_u = 175712,86 \text{ Kg}$$

(Oke)

Batang tarik harus memenuhi persyaratan batang.

$$\frac{L}{r} = \frac{325}{7,16} = 45,391 \leq 300$$

Berdasarkan rasio kerampingan tersebut maka batang aman terhadap bahaya tekuk.

Selanjutnya perhitungan ditabelkan.

Tabel 7. Perencanaan dimensi batang

Kelompok Batang	Pn / Tu (Kg)	Profil	ϕP_n	$\phi_t \cdot T_n$	Rasio Kerampingan	Keterangan
Batang Atas	181671,27	WF 300x300x12x12	206573,764	-	-	Aman
Batang Bawah	175712,86	WF 300x300x12x12	-	252632	45,391	Aman
Batang Vertikal	18738,19	WF 300x300x12x12	-	252632	83,799	Aman
Batang Diagonal	117145,33	WF 300x300x12x12	161887,628	-	-	Aman
Istirahat Angin Atas Diagonal	2466,26	L 75x75x10	2820,335	28540,375	297,724	Aman
Istirahat Angin Atas Vertikal	4569,81	WF 5x16	8539,489	65448	250	Aman
Istirahat Angin Bawah	4830,91	L 90x90x11	5427,355	36919,375	246,686	Aman

Perencanaan Sambungan

Sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang

Direncanakan menggunakan baut A 325 dengan Diameter $D = \frac{3}{4}$ inchi = 19 mm, Jarak ujung minimum yang digunakan 32 mm, $A_b = 2,834$ cm².

Kekuatan tarik baut, $F_u^b = 125$ KN = 12500 Kg.

Kekuatan Tarik Desain :

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

$$= 0,75 \cdot (0,75 \cdot 12500) \cdot 2,834$$

$$= 19926,563 \text{ Kg}$$

Kekuatan Geser Desain :

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

$$= 0,65 \cdot (0,60 \cdot 12500) \cdot 2 \cdot 2,834$$

$$= 27631,5 \text{ Kg}$$

Kekuatan Tumpu Desain :

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

$$= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 1,9 \cdot 0,673 \cdot 3700)$$

$$= 8516,142 \text{ Kg}$$

Kekuatan Nominal :

$$T_n = 0,6 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 0,6 \cdot 2400 \cdot (0,673 \cdot 28,338)$$

$$= 27462,923 \text{ Kg}$$

Jumlah baut (n) :

$$n = \frac{27462,923}{8516,142} = 3,225 \approx 4 \text{ buah}$$

Ketebalan plat (t) :

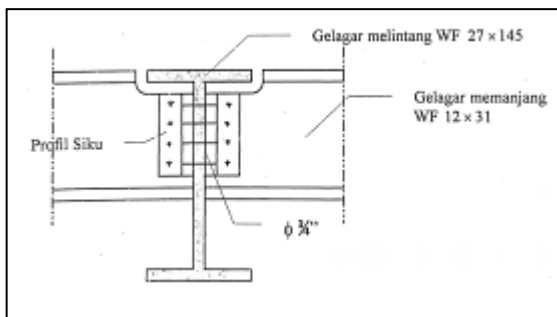
$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L}$$

$$\geq \frac{27462,923/8}{0,75 \cdot 3700 \cdot 3,2}$$

$$\geq 0,387 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 75.75.10 dengan ketebalan 1,00 cm.

Gambar 8. Sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang



Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk

Direncanakan menggunakan baut A 325 dengan Diameter $D = 3/4$ inchi = 19 mm, Jarak ujung minimum yang digunakan 32 mm, $A_b = 2,834 \text{ cm}^2$.

Kekuatan tarik baut, $F_u^b = 125 \text{ KN} = 12500 \text{ Kg}$.

Kekuatan Tarik Desain :

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

$$= 0,65 \cdot (0,75 \cdot 12500) \cdot 2,834$$

$$= 19926,563 \text{ Kg}$$

Kekuatan Geser Desain :

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

$$= 0,65 \cdot (0,60 \cdot 12500) \cdot 2 \cdot 2,834$$

$$= 27631,5 \text{ Kg}$$

Kekuatan Tumpu Desain :

Ketebalan plat yang diperhitungkan adalah ketebalan badan pada gelagar melintang yaitu 1,524 cm.

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

$$= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 1,9 \cdot 1,524 \cdot 3700)$$

$$= 19284,696 \text{ Kg}$$

Kekuatan Nominal :

$$T_n = 0,6 \cdot F_y \cdot A_g$$

$$= 0,60 \cdot 2400 \cdot (1,524 \cdot 63,346)$$

$$= 139016,5968 \text{ Kg}$$

Jumlah baut (n) :

$$n = \frac{139016,598}{19284,696} = 7,209 \approx 8 \text{ buah}$$

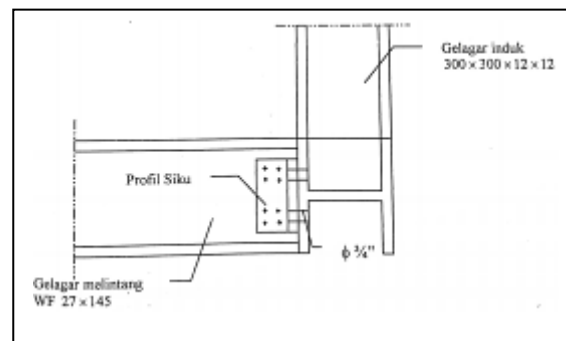
Ketebalan plat (t) :

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

$$\geq \frac{139016,598/16}{0,75 \cdot 3700 \cdot 3,2}$$

$$\geq 0,978 \text{ cm}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 75.75.10 dengan ketebalan 1,00 cm.



Gambar 9. Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk

Sambungan batang gelagar induk

Direncanakan menggunakan baut A 326 dengan Diameter $D = 7/8$ inchi = 2,223 cm, Jarak ujung minimum yang digunakan 32 mm, $A_b = 3,879 \text{ cm}^2$.

Kekuatan tarik baut, $F_u^b = 173 \text{ KN} = 17300 \text{ Kg}$.

Kekuatan Tarik Desain :

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

$$= 0,75 \cdot (0,75 \cdot 17300) \cdot 3,879$$

$$= 37747,519 \text{ Kg}$$

Kekuatan Geser Desain :

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

$$= 26171,613 \text{ Kg}$$

Kekuatan Tumpu Desain :

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 2,223 \cdot 1,2 \cdot 3700) \\ &= 17766,216 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Jumlah baut (n) :

$$n = \frac{117145,33}{17766,216} = 6,59 \approx 8 \text{ buah}$$

Ketebalan plat (t) :

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{117145,33/8}{0,75 \cdot 3700 \cdot 6,0} \\ &\geq 0,879 \text{ cm}\end{aligned}$$

Maka digunakan plat penyambung siku L 75.75.10 dengan ketebalan 1,00 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{F_u \cdot t}{\phi \cdot P_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{117145,33/8}{0,75 \cdot 3700 \cdot 1,4} + \frac{2,223}{2} \\ &\geq 6,388 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat : $\geq 3 \cdot D = 6,669 \text{ cm}$

Untuk perencanaan ini digunakan jarak antar baut 14 cm.

Sambungan Ikatan Angin Atas dan Bawah

Direncanakan menggunakan baut A 325 dengan Diameter $D = 3/4$ inchi = 1,9 cm, $A_b = 2,834 \text{ cm}^2$.

Kekuatan tarik baut, $F_u^b = 125 \text{ KN} = 12500 \text{ Kg}$.

Kekuatan Tarik Desain :

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b \\ &= 0,75 \cdot (0,75 \cdot 12500) \cdot 2,834 \\ &= 19926,563 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan Geser Desain :

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (0,60 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,65 \cdot (0,6 \cdot 12500) \cdot 1 \cdot 2,834 \\ &= 13815,75 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kekuatan Tumpu Desain :

Direncanakan menggunakan profil L 75.75.10 sehingga ketebalan plat siku yaitu 1,0 cm.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 1,9 \cdot 1,0 \cdot 3700) \\ &= 12654 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Jumlah baut (n) :

$$n = \frac{2466,26}{12654} = 0,195 \approx 4 \text{ buah}$$

Ketebalan plat (t) :

$$\begin{aligned}t &\geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot L} \\ &\geq \frac{2466,260/4}{0,75 \cdot 3700 \cdot 4} \\ &\geq 0,056 \text{ cm}\end{aligned}$$

Maka digunakan plat penyambung dengan ketebalan 0,5 cm

$$\begin{aligned}\text{Jarak antar baut} &\geq \frac{R_n}{F_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{F_u \cdot t}{\phi \cdot P_u \cdot t} + \frac{db}{2} \\ &\geq \frac{2466,260/4}{0,75 \cdot 3700 \cdot 1,0} + \frac{1,9}{2} \\ &\geq 1,172 \text{ cm}\end{aligned}$$

Untuk perencanaan ini digunakan jarak antar baut 12 cm.

Perencanaan Perletakan

Ukuran Landasan:

Digunakan beton K225 dengan tegangan ijin

$$\sigma_{bk} = 75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P = 112369,02 \text{ Kg}$$

Luas blok beton

$$\begin{aligned}F &= \frac{P}{\sigma_{bk}} \\ &= \frac{112369,02}{75} \\ &= 1498,254 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Perletakan Rol

Panjang Perletakan

$$\begin{aligned}l &= L + 40 \\ &= 39 + 40 \\ &= 79 \text{ cm}\end{aligned}$$

Tebal Bantalan

$$\begin{aligned}S_1 &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot \sigma_{bk}}} \\ &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot 112369,02 \cdot 79}{20 \cdot 1600}} \\ &= 11,777 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}\end{aligned}$$

Tebal Kursi

$$\begin{aligned}S_1 &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot \sigma_{bk}}} \\ &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot 112369,02 \cdot 79}{20 \cdot 1600}} \\ &= 11,777 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}\end{aligned}$$

Garis Tengah Rol

$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{0,75 \cdot 10^6 \cdot P}{l \cdot \sigma_a^2} \\ &= \frac{0,75 \cdot 10^6 \cdot 112369,02}{79 \cdot 8500^2} \\ &= 14,765 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

Garis Tengah Pergelangan Rol

Tebal pergelangan rol (d_5) diambil 2,50 cm

$$\begin{aligned} d_3 &= d_4 + (2 \times d_5) \\ &= 15 + (2 \times 2,5) \\ &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perletakan Sendi

Tebal Bantalan (S_1)

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot P \cdot l}{b \cdot \sigma_{bk}}} \\ &= \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{3 \cdot 112369,02 \cdot 79}{20 \cdot 1600}} \\ &= 11,777 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tebal Bantalan

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{1}{8} \cdot P \cdot l \\ &= \frac{1}{8} \cdot 112369,02 \cdot 79 \\ &= 1109643,085 \text{ Kgcm} \end{aligned}$$

$$W = \frac{M}{\sigma_d} = \frac{1109643,085}{2400} = 462,351 \text{ cm}^3$$

$$S_3 = \frac{W}{4,2 \cdot 3} = 1,587 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

$$S_2 = \frac{20}{4} = 5 \text{ cm}$$

$$S_4 = \frac{6}{20} = 3,333 \text{ cm} \approx 4 \text{ cm}$$

$$S_5 = \frac{20}{9} = 2,222 \text{ cm} \approx 3 \text{ cm}$$

Garis Tengah Sumbu Sendi (d_1)

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} d_1 &= \frac{0,8 P}{\sigma_d \cdot l} \\ \frac{1}{2} d_1 &= \frac{0,8 \cdot 112369,02}{2700 \cdot 79} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} d_1 = 0,474$$

$$d_1 = 0,948 \text{ cm}$$

Untuk d_1 diambil minimum 7 cm

$$d_4 = \frac{1}{4} d_1 = \frac{1}{4} \cdot 7 = 1,75 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm}$$

$$d_2 = d_1 + (2 \times d_3) = 7 + (2 \times 2) = 11 \text{ cm}$$

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dari data dan perencanaan yang penulis lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dimensi plat dan tulangan yang dipakai pada lantai kendaraan dan trotoir pada perencanaan jembatan rangka baja adalah:

A. Plat Lantai Trotoir :

Panjang lantai kendaraan = 39 m

Lebar lantai kendaraan = 0,5 m

Jumlah trotoir rencana = 2

Dipakai tulangan pokok = $\emptyset 18-100$ mm

Dipakai tulangan bagi = $\emptyset 8-100$ mm

B. Plat Lantai Kendaraan :

Panjang lantai kendaraan = 39 m

Lebar lantai kendaraan = 7 m

Dipakai plat beton = 0,2 m

Dipakai tulangan pokok = $\emptyset 18-100$ mm

Dipakai tulangan bagi = $\emptyset 8-100$ mm

C. Dimensi profil baja (WF) yang dipakai dalam perencanaan gelagar memanjang, gelagar melintang, dan gelagar induk :

a. Dimensi Gelagar Memanjang : WF 12 x 31

b. Dimensi Gelagar Melintang : WF 27 x 145

c. Dimensi Gelagar Induk : WF 300 x 300 x 12 x 12

D. Dimensi perencanaan profil ikatan angin pada jambat rangkanya :

a. Dimensi Ikatan Angin Atas Diagonal : L 75 x 75 x 10

b. Dimensi Ikatan Angin Vertikal : WF 5 x 16

c. Dimensi Ikatan Angin Bawah : L 90 x 90 x 11

E. Dimensi baut yang dipakai dalam perencanaan sambungan :

a. Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang : Dipakai baut dengan dimensi = $\emptyset 19$ mm
Tebal Plat simpul = 10 mm

b. Sambungan Gelagar Melintang dan Gelagar Induk : Dipakai baut dengan dimensi = $\emptyset 19$ mm
Tebal Plat simpul = 10 mm

c. Sambungan Batang Gelagar Induk :
Dipakai baut dengan dimensi = $\emptyset 22,23$ mm
Tebal Plat simpul = 10 mm

d. Sambungan Ikatan Angin Atas dan Bawah : Dipakai baut dengan dimensi = $\emptyset 19$ mm

Tebal Plat simpul = 5 mm

F. Dimensi perletakan :

- a. Perletakan Rol :
Panjang perletakan 79 cm, lebar 20 cm, tinggi 20 cm, dengan garis tengah rol 15 cm.
- b. Perletakan Sendi :
Panjang perletakan 79 cm, lebar 20 cm, tinggi 20 cm, dengan susunan cover baja atas dan bawah setebal 5 cm.

Saran

Perencanaan pembangunan jembatan selalu mengacu pada peraturan, standar ataupun landasan yang dikeluarkan oleh pihak yang berwenang, sehingga dalam pelaksanaannya hendaknya didasari oleh peraturan dan standar-standar yang berlaku dan standar yang terbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Sayamsudin, Eko Darma, Aminudin Azis. Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja A-60 M di Kabupaten Supiori Provinsi Papua, *Jurnal Bentang* Vol.3 No.2, Juli 2015.
- Anonim. 2016, *Pembebanan Untuk Jembatan SNI T-1725-2016* Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2015, *Tata Cara Perencanaan Baja Untuk Gedung SNI T-1729-2015* Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2008, *Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos dan Tipe Berlapis Untuk Perletakan Jembatan*, SNI 3967-2008 Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2000, *Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung Menggunakan Metode LRFD*, Institut Teknologi Bandung, Pusat Penelitian Antar Universitas Bidang Ilmu Rekayasa.
- Dewabroto, Wiryanto 2016. "Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain AISC 2010 Edisi ke-2". Tangerang, Jurusan Teknik Sipil UPH.
- Husnul Arif, Azizah Rachmawati, Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Sriwedari Dengan Menggunakan Rangka Baja 3 Bentang Sungai Bengawan Solo Kabupaten Ngawi, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume.5, Nomor.2, Tahun 2017.
- Febry Suhendra, Faisal Ananda, Alamsyah, Perencanaan Jembatan Rangka

Pelengkung Sungai Liong, *Jurnal Teknik Sipil*, Volume.2, Nomor. 2, Tahun 2018.

Jimu Fernando Ghello, Sudirman Indra, Agus Santosa, Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Pelengkung, *Jurnal Gelagar*, Volume.2, Nomor.1 Tahun 2020.

Rafika Sari Dewi, Rini Pratiwi Annur, Moga Narayudha, Siti Hardiyati. Perencanaan Alternatif Desain Jembatan Jurang Gempal Kabupaten Wonogiri, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Volume 5, Nomor 1, Hal 122-134, Tahun 2016.

Salmon, CG. Johnson, JE. 1992. *Struktur Baja Desain dan Perilaku Jilid 1* : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. (Berdasarkan SNI 03-1729-2002), Jakarta, Penerbit Erlangga.

Setiawan, Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD Edisi ke-2*. (Berdasarkan SNI 03-1729-2002), Jakarta, Penerbit Erlangga.

Struyk, H.j. Van Deer Veen, H.K.J.W, 1995. *Jembatan* Terjemahan Soemargono. Jakarta : PT. Pradya Paramita.

Sunggono kh, V, Ir, 1995. *Buku Teknik Sipil*, Bandung : Penerbit Nova.