

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Tinjauan Umum**

Menurut (Asiyanto, 2008) jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang yang dihubungkan satu dengan yang lain. Beban atau muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan kepada batang-batang baja struktur tersebut, sebagai gaya-gaya tekan dan tarik melalui titik-titik pertemuan batang ( titik buhul). Dalam penulisan tugas akhir ini penulis akan merancang bagian dari struktur atas Jembatan Serengkah, Kecamatan Tumbang Titi.

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyalang saluran air, lembah, atau menyalang jalan lainnya yang tidak sama tingginya permukaannya dan lalu-lintas jalan itu tidak terputus karenanya (Subarkah, 1979).

#### **3.2. Pembebanan Jembatan**

Pembebanan jembatan merupakan unsur penting dalam suatu perancangan jembatan baik itu jembatan jalan raya, jembatan pejalan kaki serta bangunan sekunder yang terait dengan jembatan. Banyak sekali peraturan pembebanan untuk jembatan, namun pada perancangan jembatan serengkah ini mengacu pada

SNI 1725:2016. Pembebanan jembatan dibagi menjadi beban permanen, beban lalu lintas, aksi lingkungan, dan aksi-aksi lainnya.

### 3.2.1. Beban Permanen

Massa setiap bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan berat jenis bahan yang digunakan. Berat dari bagian-bagian bangunan tersebut adalah massa dikalikan dengan percepatan gravitasi ( $g$ ). Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standar ini adalah  $9,81 \text{ m/detik}^2$ . Besarnya kerapatan massa dan berat isi untuk berbagai macam bahan diberikan dalam Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Berat Isi untuk Beban Mati ( $\text{kN/m}^3$ )**

No	Bahan	Berat/Satuan Isi ( $\text{kN/m}^3$ )	Kerapatan Masa ( $\text{kg/m}^3$ )
1	Lapisan permukaan beraspal ( <i>bituminous wearing surfaces</i> )	22,0	2245
2	Besi tuang ( <i>cast iron</i> )	71,00	7240
3	Timbunan tanah dapat dipadatkan ( <i>compacted sand, silt or clay</i> )	17,2	1722
4	Kerikil dipadatkan ( <i>rolled gravel, macadam or ballast</i> )	18.8-22.7	1920-2315
5	Beton aspal ( <i>asphalt concrete</i> )	22,0	2245
6	Beton ringan ( <i>low density</i> )	12,25-19,6	1250-2000
7	Beton $f'c < 35 \text{ MPa}$	22.0-25.0	2320
	$35 < f'c < 105 \text{ MPa}$	$22.0 + 0,022 f'c$	$2240 + 2,29f'c$
8	Baja ( <i>steel</i> )	78,75	7850
9	Kayu (ringan)	7,8	800
10	Kayu keras ( <i>hard wood</i> )	11,0	1125

Sumber: SNI 1725:2016

#### 1. Berat sendiri

Berat sendiri adalah berat dari bagian tersebut dan elemen-elemen struktural lain yang dipikulnya, termasuk dalam hal ini berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non-

struktural yang dianggap tetap, adapun faktor beban untuk berat sendiri sebagai berikut.

**Tabel 3.2 Faktor Beban untuk Berat Sendiri**

Tipe beban	Faktor Beban ( $\gamma_{MS}$ )			
	Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MS}^S$ )		Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MS}^U$ )	
	Keadaan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja Alumunium	1,0	1,1	0,9
	Beton pracetak	1,0	1,1	0,9
	Beton dicor	1,0	1,2	0,85
	ditempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

Sumber: SNI 1725:2016

## 2. Beban mati tambahan / utilitas

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Beban mati tambahan ini memiliki faktor beban yang disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 3.3 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan**

Jangka Waktu	Faktor Beban ( $\gamma_{MS}$ )			
	Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MS}^S$ )		Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MS}^U$ )	
	Keadaan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Umum	1,00 <sup>1</sup>	2,0	0,7
	Khusus (terawasi)	1,00	1,4	0,8

Catatan (1) Faktor beban daya layan 1,3 digunakan untuk berat utilitas

Sumber: SNI 1725:2016

### 3.2.2. Beban lalu lintas

Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar lajur kendaraan

dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri.

Beban truk “T” adalah satu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri dari atas dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat.

#### 1. Lajur lalu lintas rencana

Jumlah jalur lalu lintas rencana ditentukan dengan mengambil bagian integer dari hasil pembagian lebar bersih jembatan ( $w$ ) dalam mm dengan lebar lajur rencana sebesar 2750mm.

#### 2. Beban lajur “D”

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebat merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT) seperti terlihat dalam gambar 3.1. Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas  $q$  kPa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total yang dibebani  $L$  seperti berikut.

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} \quad (3-1)$$

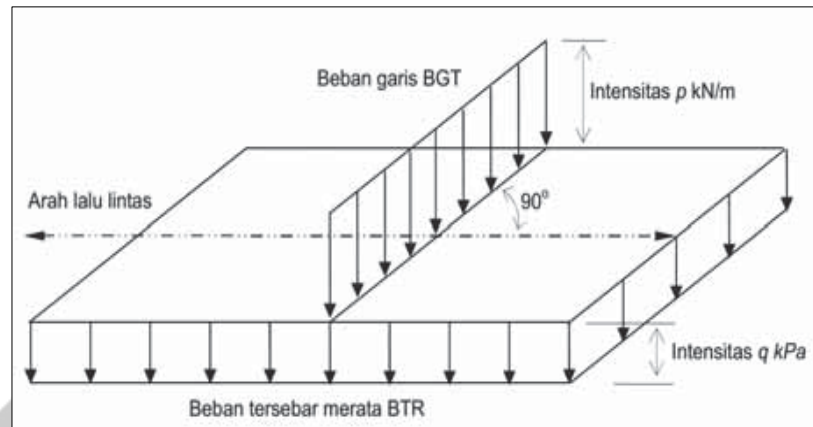
$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \quad (3-2)$$

Keterangan:

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

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

1 kPa = 0,001 MPa = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>



**Gambar 3.1** Beban Lajur “D” (Sumber: SNI 1725:2016)

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.

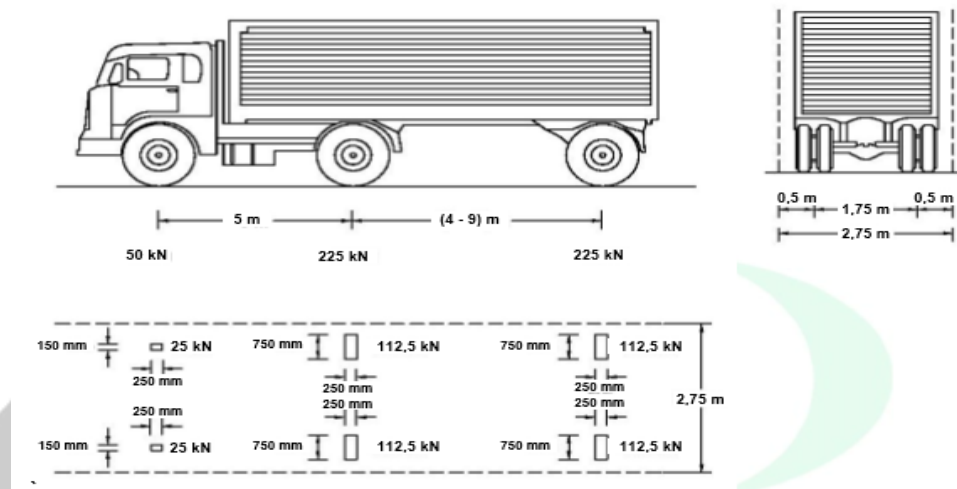
### 3. Beban truk “T”

Pembebanan truk “T” terdiri dari kendaraan semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti terlihat pada Gambar 3.3. Berat masing-masing gandar disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara dua gandar tersebut bisa diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan. Berikut Faktor beban untuk beban truk.

**Tabel 3.4** Faktor Beban untuk Beban “T”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban	
		Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{TT}^S$ )	Keadaan Batas Ultimit ( $\gamma_{TT}^U$ )
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks Girder Baja	1,00	2,00

Sumber: SNI 1725:2016



Sumber: SNI 1725:2016

**Gambar 3.2 Pembebanan Truk “T” (500 kN)**

#### 4. Faktor beban dinamis

- a. Faktor beban dinamis (FBD) merupakan hasil interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Untuk perencanaan, FBD dinyatakan sebagai beban statis ekuivalen.
- b. Besar BGT dari pembebanan lajur “D” dan beban roda dari Pembebanan truk “T” harus cukup untuk memberikan terjadinya interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan dengan dikali FBD. Besarannya nilai tambah dinyatakan dalam fraksi dari beban statis. FBD ini diterapkan pada keadaan badas dan daya layan dan batas ultimit.
- c. Untuk pembebanan “D” FBD merupakan fungsi dari panjang bentang ekuivalen seperti tercantum pada Gambar 3.5. Untuk bentang tunggal panjang bentang ekuivalen diambil sama dengan panjang bentang sebenarnya. Untuk bentang menerus bentang ekuivalen  $L_E$  diberikan dengan rumus sebagai berikut.

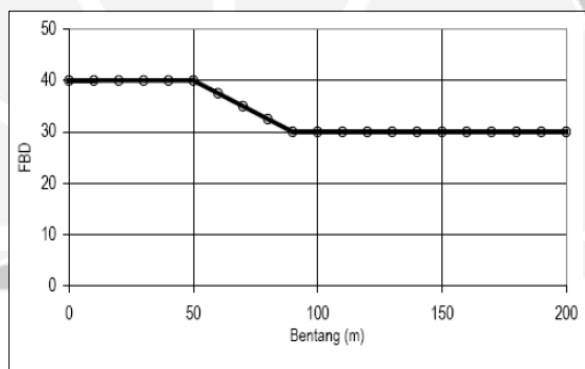
$$L_E = \sqrt{L_{av} \times L_{max}} \quad (3-3)$$

Keterangan :

$L_{av}$  = panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara terus menerus

$L_{max}$  = panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambung secara terus menerus

- d. Untuk pembebanan truk "T", FBD diambil 30%. Nilai FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada diatas permukaan tanah.



**Gambar 3.3 Faktor Beban Dinamis BGT untuk Pembebanan**

**Lajur "D"** (Sumber: SNI 1725:2016)

## 5. Gaya rem

Bekerjanya gaya-gaya di daerah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi, harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan gaya rem sebesar 5% dari berat truk rencana ditambahkan beban lajur terbagi rata BTR atau 25% dari berat gandar truk desain. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horisontal dalam arah sumbu

jembatan dengan titik tangkap setinggi 1800 mm di atas permukaan lantai kendaraan.

#### 6. Gaya sentrifugal

Jembatan yang berada pada tikungan harus memperhitungkan bekerjanya gaya horisontal radial yang dianggap bekerja 1800 mm di atas permukaan lantai kendaraan. Gaya horisontal tersebut harus sebanding dengan lajur D yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas, tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamis. Gaya sentrifugal ditentukan dengan rumus berikut.

$$C = f \frac{V^2}{gR_t} \quad (3-4)$$

Keterangan :

$V$  = kecepatan rencana jalan raya (m/detik),

$f$  = faktor dengan nilai 4/3 untuk kombinasi beban selain keadaan batas fatik dan 1,0 untuk keadaan batas fatik,

$g$  = percepatan gravitasi : 9,8 (m/detik<sup>2</sup>)

$R_t$  = jari-jari kelengkungan lajur lalu lintas (m)

#### 7. Pembebanan untuk pejalan kaki

Semua komponen dari trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan.



### 3.2.3. Aksi lingkungan

Aksi lingkungan merupakan pengaruh temperatur, angin, banjir, gempa, dan penyebab alamiah lainnya.

#### 1. Pengaruh temperatur / suhu

Variasi temperatur jembatan rata-rata digunakan dalam menghitung pergerakan pada temperatur dan sambungan pelat lantai, dan untuk menghitung beban akibat terjadinya pengekangan dari pergerakan tersebut.

Variasi temperatur di dalam bangunan atas jembatan atau perbedaan temperatur disebabkan oleh pemanasan langsung dari sinar matahari di waktu siang pada bagian atas permukaan lantai dan pelepasan kembali radiasi dari seluruh permukaan jembatan di waktu malam.

#### 2. Beban angin

Arah angin rencana harus diasumsikan horizontal. Gaya total beban angin tidak boleh diambil kurang dari 4,4 kN/mm pada bidang tekan dan 2,2 kN/mm pada bidang hisap pada struktur rangka dan pelengkung, serta tidak kurang dari 4,4 kN/mm pada balok atau gelagar. Tekanan angin dasar dapat di lihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Tekanan Angin Dasar**

Komponen bangunan atas	Angin tekan (MPa)	Angin hisap (MPa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

Sumber: SNI 1725:2016

Beban angin pada struktur arah angin rencana harus diasumsikan horisontal. Dengan tidak adanya data yang lebih tepat, tekanan angin rencana dalam MPa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P_D = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 \quad (3-5)$$

Keterangan :

$P_D$  = tekanan angin rencana,

$P_B$  = tekanan angin dasar seperti yang di tentukan pada tabel 3.3,

$V_{DZ}$  = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam),

$V_B$  = kecepatan angin rencana, yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm

Tekanan angin rencana harus dikerjakan baik pada struktur jembatan maupun pada kendaraan yang melintasi jembatan. Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana tekanan tersebut harus diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm di atas permukaan jalan. Arah sudut serang ditentukan tegak lurus terhadap arah permukaan kendaraan yang terdapat pada tabel berikut.

**Tabel 3.6 Komponen Beban Angin yang Bekerja pada Kendaraan**

Sudut	Komponen Tegak Lurus	Komponen Sejajar
Derajat	N/mm	N/mm
0	1,46	0,00
15	1,28	0,18
30	1,20	0,35
45	0,96	0,47
60	0,50	0,55

Sumber: SNI 1725:2016

### 3. Pengaruh gempa

Beban gempa yang diambil sebagai gaya horisontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik ( $C_{sm}$ ) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon ( $R_d$ ) dengan formulasi sebagai berikut.

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t \quad (3-6)$$

Keterangan :

$E_Q$  = gaya gempa horisontal statis (kN)

$C_{sm}$  = koefisien respon gempa elastis

$R_d$  = faktor modifikasi respon

$W_t$  = berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

Perhitungan pengaruh gempa terhadap jembatan termasuk beban gempa, cara analisis, peta gempa, dan detail struktur mengacu pada SNI 2833:2008 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.

### 3.2.4. Aksi-aksi lainnya

#### 1. Gesekan pada perletakan

Gesekan pada perletakan termasuk pengaruh kekakuan geser dari perletakan elastomer. Gaya akibat gesekan pada perletakan dihitung menggunakan hanya beban tetap, dan nilai rata-rata dari koefisien gesekan.

**Tabel 3.7 Faktor-faktor Akibat Gesekan pada Perletakan**

Jangka Waktu	Faktor Beban		
	$\gamma \frac{S}{BF}$	$\gamma \frac{U}{BF}$	
		Biasa	Terkurangi
Transien	1,0	1,0	0,8

Catatan (1) Gaya akibat gesekan perletakan terjadi selama adanya pergerakan pada bangunan atas, tetapi gaya sisa mungkin terjadi setelah pergerakan berhenti. Dalam hal ini gesekan pada perletakan harus memperhitungkan adanya pengaruh tetap yang cukup besar.

Sumber: SNI 1725:2016

#### 2. Pengaruh getaran

Getaran yang diakibatkan oleh adanya kendaraan yang lewat diatas jembatan dan akibat pejalan kaki pada jembatan penyeberangan merupakan keadaan batas data layan apabila tingkat getaran menimbulkan bahaya dan ketidak nyamanan seperti halnya keamanan bangunan.

### 3.2.5. Kombinasi Pembebanan

Beberapa kombinasi beban mempunyai probabilitas kejadian yang rendah dan jangka waktu yang pendek. Untuk kombinasi yang demikian maka tegangan yang berlebihan diperbolehkan berdasarkan prinsip tegangan kerja. Tegangan



$D_d$  = Diameter dalam pipa sandaran (cm)

## 2. Tiang Sandaran

Tiang sandaran pada struktur jembatan yang harus diperhitungkan untuk dapat menahan beban horizontal yang diasumsikan sebesar 100 Kg dan mampu menahan beban bekerja diatas lantai trotoar.

### a. Perhitungan Momen

- 1) Momen akibat beban mati ( $M_d$ )

$$M_d = \text{besar beban mati} \times \text{jarak (KN.m)}$$

- 2) Momen akibat beban hidup ( $M_I$ )

$$M_I = \text{beban horizontal} \times \text{jarak (KN.m)}$$

- 3) Momen ultimate ( $M_u$ )

$$M_u = M_d + M_I \quad (3-8)$$

### b. Penulangan

- 1) Jarak tulangan tekan dengan serat terluar ( $d'$ )

$$d' = h - p - 0,5 \phi_{\text{tulangan}} - \phi_{\text{begel}} \quad (3-9)$$

Keterangan :

$D'$  = jarak tulangan tekan (mm)

$H$  = tebal tiang sandaran (mm)

$P$  = selimut beton (mm)

- 2) Rasio tulangan

$$K_{\text{perlu}} = M_u / \phi b . d' \quad (3-10)$$

Keterangan :

$M_u$  = Momen ultimate (KN.m)

$b$  = Lebar per meter tiang (mm)

$d'$  = jarak tulangan (mm)

$\phi$  = factor reduksi kekuatan (0,8)

### 3. Luas tulangan ( $A_s$ )

$$A_s = \rho \times b \times d' \quad (3-11)$$

Keterangan :

$A_s$  = Luas tulangan (mm<sup>2</sup>)

$\rho$  = Rasio tulangan

$b$  = lebar tiang per meter (mm)

$d'$  = jarak tulangan (mm)

### 3.3.2. Lantai kendaraan

Pembebanan dan perhitungan momen pada pelat kendaraan meliputi :

#### 1. Beban mati :

Beban mati terdiri berat sendiri lantai kendaraan , berat aspal, berat air hujan.

a. Berat aspal = luas x berat jenis aspal (KN/m)

b. Beban sendiri pelat = luas x berat jenis beton (KN/m)

c. Berat asir hujan = Luas x berat jenis air hujan (KN/m)

$$\text{Didapat, } q_u \text{ (total beban)} = 1,2 q_u \text{ (KN/m)} \quad (3-12)$$

Dihitung momen yang terjadi pada arah x dan arah y menggunakan koefisien momen yang dikali dengan beban mati ( Kusuma, 1993)

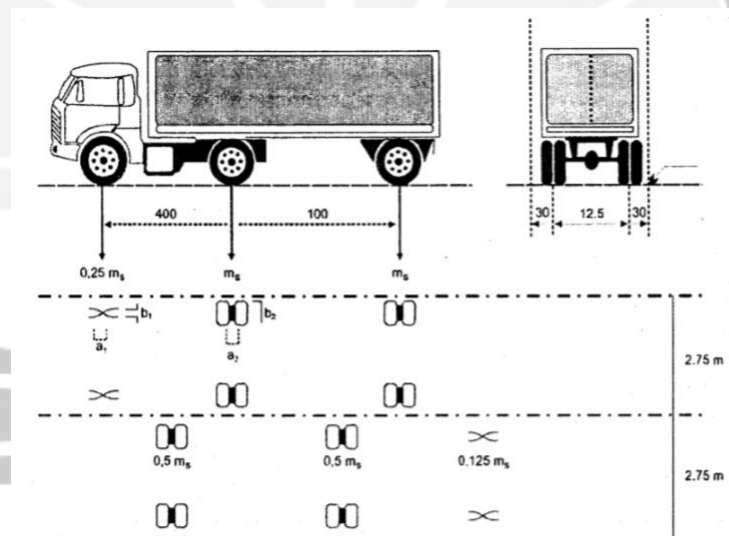
$$M_{xmax} = 1/11 \times qu \times L^2 \quad (3-13)$$

$$M_y = 1/3 \times M_{xmax} \quad (3-14)$$

## 2. Beban hidup

Untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan, harus digunakan beban “T” seperti dijelaskan berikut.

Beban “T” adalah beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (dual wheel load) sebesar 10 ton dengan ukuran-ukuran serta kedudukan seperti tertera pada gambar.



**Gambar 3.4. Ketentuan beban “T” yang dikerjakan pada Jembatan**

**Jalan Raya** (Sumber : Supriyadi dan Muntohar, 2007. Hal 38)

Keterangan :

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

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

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



$M_s$  = muatan rencana sumbu = 20 ton

### 3. Beban kejut

Untuk memperhitungkan pengaruh-pengaruh getaran-getaran dan pengaruh-pengaruh dinamis lainnya, tegangan-tegangan akibat beban garis “P” harus dikalikan dengan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum sedangkan beban merata “q” dan beban “T” tidak dikalikan dengan koefisien kejut. (Supriyadi dan Muntohar, 2007)

Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

$$k = 1 + (20/(50+L)) \quad (3-15)$$

Keterangan :

k = Koefisien kejut

L = panjang bentang (m)

Koefisien kejut tidak diperhitungkan terhadap bangunan bawah apabila bangunan atas dan bangunan bawah tidak merupakan satu kesatuan. Bila bangunan bawah dan bangunan atas merupakan satu kesatuan maka koefisien kejut diperhitungkan untuk satu kesatuan.

### 4. Pada saat 2 roda berada ditengah bentang (2 luasan)

Dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{tx}{Lx} = \dots \quad (3-16)$$

$$\frac{tx}{Ly} = \dots \quad (3-17)$$

Dari hasil perhitungan diatas, didapat :

$$f_{xm} = \dots$$

$$f_{ym} = \dots$$

$$M_x = f_{xm} \times q_u \times t_x \times t_y \text{ (kN.m)} \quad (3-18)$$

$$M_y = f_{ym} \times q_u \times t_x \times t_y \text{ (kN.m)} \quad (3-19)$$

#### 5. Akibat beban angin

$$T_{ew} = 0,0012 \times C_w \times V_w^2 \times A_b \text{ (RSNI T 02-2005. Hal 34)} \quad (3-20)$$

Keterangan :

$T_{ew}$  = Beban angina (kN)

$C_w$  = Koefisien seret

$V_w$  = Kecepatan angina rencana (m/s)

$A_b$  = Luas koefisien bagian samping jembatan (m<sup>2</sup>)

$$\text{Transfer beban angin ke lantia jembatan, } q_u = [(h/2/x).T_{ew}] \text{ (kN)} \quad (3-21)$$

$$M_u = M. \text{ beban mati} + M. \text{ beban hidup} + M. \text{ beban angin (kN/M)} \quad (3-22)$$

### 3.3.3. Rangka

#### 1. Komponen struktur Tarik

Syarat desain komponen struktur Tarik :  $T_u = \phi T_n$

Ada 3 macam kondisi keruntuhan yang mungkin terjadi :

a. Lelah :  $\phi T_n = 0,9 \times A_g \times f_y$  (3-23)

b. Faktur :  $\phi T_n = 0,75 \times A_n \times U \times f_u$  (3-24)

c. Geser balok :

1. Geser leleh – tarik fraktur ( $f_u \times A_{nt} \geq 0,6 \times f_u \times A_{nv}$ )

$$\phi T_n = 0,75 \times (0,6 \times A_{gv} \times f_y + f_u \times A_{nt}) \quad (3-25)$$

2. Tarik fraktur – geser leleh ( $f_u \times A_{nt} \geq 0,6 \times f_u \times A_{nv}$ )

$$\phi T_n = 0,75 \times (0,6 \times f_u \times A_{nv} + f_y \times A_{gt}) \quad (3-26)$$

Keterangan :

$T_n$  = tahanan nominal (Newton)

$A_g$  = luas penampang kotor (mm<sup>2</sup>)

$f_y$  = tegangan leleh (MPa)

$A_n$  = luas netto penampang (mm<sup>2</sup>)

$f_u$  = tegangan putus (MPa)

$A_{gv}$  = luas kotor akibat geser

$A_{nv}$  = luas bersih akibat geser

$A_{gt}$  = luas kotor akibat Tarik

$A_{nt}$  = luas bersih akibat Tarik

## 2. Komponan struktur tekan

$$\text{Syarat desain struktur tekan : } N_u \leq \phi_c \times N_n \quad (3-27)$$

Keterangan :

$$\phi_c = 0,85$$

$N_u$  = beban terfaktor

$N_n = \text{kuat tekan nominal komponen struktur} = A_g \times f_{cr}$

Daya dukung nominal  $N_n$  :

$$N_n = A_g \times f_{cr} = A_g \times (f_y/\omega) \quad (3-28)$$

Dengan besarnya  $\omega$  ditentukan oleh  $\lambda_c$ , yaitu :

Untuk  $\lambda_c < 0,25$  maka  $\omega = 1$

$$\text{Untuk } 0,25 > \lambda_c < 1,2 \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,67 - 0,67\lambda_c} \quad (3-29)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c > 1,2 \text{ maka } \omega = 1,25 \times \lambda_c^2 \quad (3-30)$$

$N_n = \text{kuat tekan nominal komponen struktur} = A_g \times f_{cr}$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (3-31)$$

$\lambda_c = \text{parameter kelangsingan batang tekan}$

#### 3.3.4. Sambungan

Dengan mengacu pada standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan Tahun 2005, elemen sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat penyambung, pelat buhul, pelat pendukung, pelat isi) dan penghubung (baut, pen, dan las). Sambungan harus mampu menyalurkan gaya dalam rencana.

Sambungan yang direncanakan pada perancangan jembatan ini dengan menggunakan baut. Kekuatan sambungan baut harus ditentukan dengan cara rencana keadaan batas ultimit. Sehingga kekuatan geser baut diperhitungkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_f = 0,62 f_{uf} k_r (n_n A_c + n_x A_o) \quad (3-32)$$

Keterangan :

$V_f$  = kuat geser nominal baut (N),

$f_{uf}$  = kuat tarik minimum baut (MPa),

$k_r$  = faktor reduksi,

$n_n$  = jumlah bidang geser melalui bagian baut,

$A_c$  = luas baut berdasarkan diameter lebih kecil (mm<sup>2</sup>),

$n_x$  = jumlah bidang geser melalui bagian baut,

$A_o$  = luas batang polos nominal pada baut (mm<sup>2</sup>).

Untuk kekuatan tarik nominal baut, harus di perhitungkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$N_{tf} = A_s f_{uf} \quad (3-33)$$

Keterangan :

$N_{tf}$  = kuat tarik nominal baut (N),

$f_{uf}$  = kuat tarik minimum baut (MPa),

$A_s$  = luar tenggan tarik baut (mm<sup>2</sup>).

Untuk kekuatan nominal plat pelapis yang memikul komponen gaya yang bekerja menuju suatu sisi, kekuatan tumpu nominal plat pelapis harus diambil nilai terkecil dari rumus sebagai berikut.

$$V_b = 3,2 d_f t_p f_{up} \quad (3-34)$$

$$V_b = a_e t_p f_{up} \quad (3-35)$$

Keterangan :

$d_f$  = diameter baut, dinyatakan dalam milimeter (mm),

$t_p$  = tebal plat lapis, dinyatakan dalam milimeter (mm),

$f_{up}$  = kekuatan tarik plat lapis, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa),

$a_e$  = jarak minimum dari ujung lubang ke ujung plat lapis diukur dalam arah komponen gaya ditambah setengah diameter baut, dinyatakan dalam milimeter (mm).

### 3.3.5. Ikatan angin

Pembebanan ikatan angin dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Beban mati (berat sendiri)
2. Muatan angin
3. Beban hidup

### 3.4. Persyaratan Umum Perencanaan Struktur Baja

Dengan didasarkan pada cara perencanaan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT), yang harus memenuhi kriteria keamanan untuk semua jenis gaya dalam. Kekuatan rencana tidak kurang dari pengaruh aksi rencana sebagai berikut.

$$\phi R_n \geq \text{dampak dari } \sum \gamma_i Q_i \quad (3-36)$$

Persyaratan komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor ( $N_u$ ), harus memenuhi :

$$N_u \leq \phi N_n \quad (3-37)$$

Keterangan :

$N_u$  = kuat tarik perlu merupakan gaya aksial akibat beban terfaktor (N),

$N_n$  = kuat tarik nominal (N),

$\phi$  = faktor reduksi diambil sebesar 0,9.

Persyaratan komponen struktur yang memikul gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor ( $N_u$ ), harus memenuhi :

$$N_u \leq \phi_n N_n \quad (3-38)$$

Keterangan :

$N_u$  = kuat tekan perlu merupakan gaya aksial akibat beban terfaktor (N),

$N_n$  = kuat tekan nominal (N),

$\phi_n$  = faktor reduksi diambil sebesar 0,85.

Kuat tekan nominal akibat tekuk lentur,  $N_n$ , dari komponen struktur tekan dengan elemen-elemen penampangnya mempunyai rasio lebar-tebal,  $\lambda_r$ , ditentukan sebagai berikut.

$$N_n = (0,66^{\lambda_c^2}) A_g f_y \text{ untuk } \lambda_c \leq 1,5 \quad (3-39)$$

$$N_n = \frac{0,88}{\lambda_c^2} A_g f_y \text{ untuk } \lambda_c \leq 1,5 \quad (3-40)$$

$$\lambda_c = \frac{L_k}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (3-41)$$

$$L_k = k_c L \quad (3-42)$$

Keterangan:

$N_n$  = kuat tarik nominal (N),

$A_g$  = luas penampang bruto (mm),

$f_y$  = tegangan leleh (MPa),

$\lambda_c$  = parameter kelangsingan,  $k_c$  = faktor panjang tekuk untuk komponen rangka jembatan (mm)

$E$  = modulus elastisitas baja (MPa).

Komponen struktur yang memikul momen lentur harus memenuhi rumus berikut.

$$M_u \leq \phi M_n \quad (3-43)$$

Keterangan :

$M_u$  = momen lentur terhadap sumbu kuat dan sumbu lemah (N-mm),

$M_n$  = kuat nominal dari momen lentur penampang (N),

$\phi$  = faktor reduksi diambil sebesar 0,9.