

**STUDI PERENCANAAN JEMBATAN GELAGAR MENGGUNAKAN BAJA  
KOMPOSIT DI DESA CURAH MALANG KECAMATAN RAMBIPUJI  
KABUPATEN JEMBER**

(Studi Kasus Pada Jembatan Desa Curah Malang Kabupaten Jember Dengan Panjang  
Bentang 55 meter )

Ratna Fury Firmansyah

Dosen Pembimbing :

Dr. Muhtar, ST,MT. ; Adhitya Surya Manggala, ST, MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

**ABSTRAK**

Untuk menunjang ekonomi masyarakat secara keseluruhan dan berkesinambungan, sangat perlu adanya sarana dan prasarana infrastruktur. Dalam kaitan ini tidak terlepas mengenai pembangunan jembatan, karena jembatan merupakan pelengkap dari konstruksi jalan. Pembangunan jembatan ini dengan maksud untuk menggantikan jembatan yang sebelumnya karena jembatan sebelumnya sudah terlihat rusak, miring, dan tidak memenuhi fungsinya. Hal ini dilakukan karena jembatan – jembatan yang sudah lama tidak memadai terhadap meningkatnya arus lalu lintas yang ada saat ini dan sudah dibuatkan jembatan baru yang lebih besar dan lebar agar arus lalu lintas lebih lancar.

Dengan kondisi lalu lintas yang ada maka digunakan tipe jembatan gelagar baja dengan metode pengerjaan *build up* dengan menganalisa distribusi tegangan pada penampang komposit dengan profil penampang yang sesuai dengan jembatan ini dan juga tipe penampang profil baja komposit yang akan digunakan pada gelagar jembatan.

Dimana penampang gelagar komposit dengan metode *Build Up* didapat tegangan yang terjadi terhadap analisa penampang komposit menggunakan kombinasi layan I, layan II, dan layan IV sesuai *SNI 1725 - 2016* pada serat atas beton dan serat bawah baja < tegangan ijin. Dengan menggunakan dimensi profil tersusun 2800 mm x 400 mm x 28 mm x 34 mm (  $H \times B \times T_W \times T_F$  ). Kontrol penampang terhadap lipatan pada kombinasi momen + geser =  $0.54 < 1$  dan terhadap tegangan lintang maksimum  $\tau_{\max} < \text{tegangan ijin } \tau_{kr} = 55.29 < 808.56$  maka plat badan aman terhadap lipatan dan profil dapat digunakan .

Kata Kunci : *SNI 1725 - 2016*, *Strukture Steel Desing*, Metode *Build Up*.

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Untuk menunjang ekonomi masyarakat secara keseluruhan dan berkesinambungan, sangat perlu adanya sarana dan prasarana infrastruktur diantaranya meningkatkan layanan jalan guna memperlancar laju pertumbuhan ekonomi di semua sektor.

Dalam kaitan ini tidak terlepas mengenai pembangunan jembatan, karena jembatan merupakan pelengkap dari konstruksi jalan. Jembatan merupakan sarana penghubung suatu daerah yang dibatasi oleh sungai atau rawa. Oleh karena itu demi tercapainya arus lalu lintas yang lancar dan tertib.

Dalam hal ini pertumbuhan kendaraan di Indonesia setiap hari mengalami peningkatan, dan peningkatan itu merata sampai ke desa. Salah satu contohnya yang sedang terjadi di Desa Curah Malang Kec. Rambipuji Kab. Jember. Pemerintah Kabupaten Jember melalui Dinas Pekerja Umum (PU) telah membangun sebuah jembatan baru yakni Jembatan Busur yang terletak di daerah Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember.

Pembangunan jembatan ini dengan maksud untuk menggantikan jembatan yang sebelumnya karena jembatan sebelumnya sudah terlihat rusak, miring, dan tidak memenuhi fungsinya. Hal ini dilakukan karena jembatan – jembatan yang sudah lama tidak memadai terhadap meningkatnya arus lalu lintas yang ada saat ini dan sudah dibuatkan jembatan baru yang lebih besar dan lebar agar arus lalu lintas lebih lancar.

## 1.2 Permasalahan

Dengan kondisi lalu lintas yang ada maka timbul permasalahan di jalur lalu lintas yang melewati sungai ini. Bila diperinci ada beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana metode analisa distribusi tegangan pada penampang komposit dengan profil penampang yang sesuai dengan jembatan ini?
2. Bagaimana tipe penampang profil baja komposit pada gelagar jembatan yang digunakan?

## 1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari studi perencanaan jembatan komposit di Desa Curah Malang Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember ini tidak lain merupakan:

1. Mendapatkan metode analisa penampang komposit dengan profil penampang yang sesuai dengan jembatan ini.
2. Mendapatkan tipe penampang profil baja jembatan yang digunakan.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dan asumsi – asumsi yang digunakan dalam studi perencanaan ini meliputi :

1. Jenis Jembatan kelas I.
2. Trotoir, dan plat beton tebal 20 cm.
3. Gelagar memanjang / utama dari profil baja girder komposit.
4. Panjang jembatan total 55 meter.

# 2 METODE PERENCANAAN

## 2.1 Data-data Perencanaan

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan jembatan dengan konstruksi baja girder dengan metode *build up*.

Sebagai hasil akhir dari tugas akhir ini nantinya dimensi penampang struktur jembatan akan dituangkan ke dalam bentuk gambar teknik.

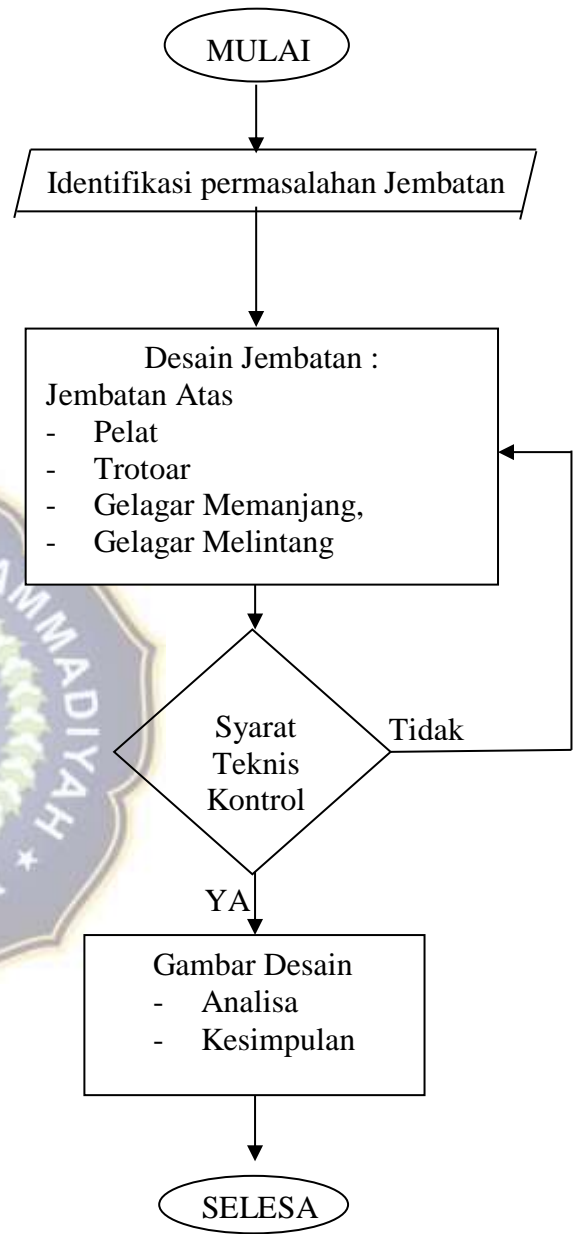
## 2.2 Perancangan Struktur Atas

Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan RSNI T-03-2005, Pedoman Perencanaan Jembatan Jalan Raya SKB1 – 1.3.28. 1987, Perencanaan struktur baja dengan Metode LRFD, SNI – 03 – 1726 - 2002. Standard Pembebanan Untuk Jembatan SNI-1725-2016 , dan yang dimana perhitungan pembebanan mengacu pada pengaturan itu.

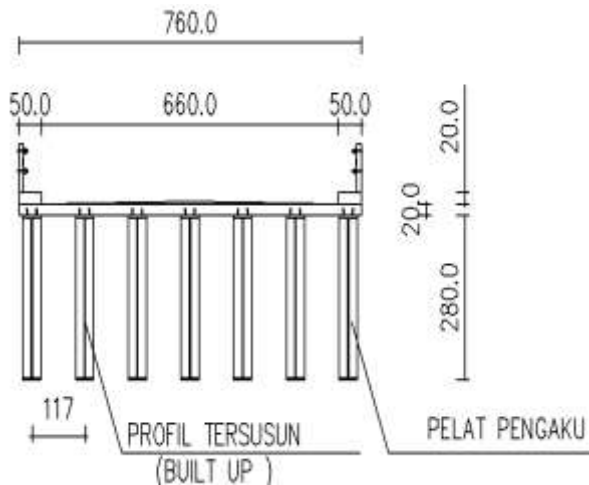
Perencanaan jembatan ini meliputi perancangan girder kontrol penampang dan tegangan yang terjadi . Adapun tahapan perencanaan meliputi :

1. Pengumpulan data Jembatan.
2. Penentuan spesifikasi struktur jembatan.
3. Menganalisis struktur dengan menggunakan Microsoft Excel.
4. Menyimpulkan hasil rancangan.

## 2.3 Flowchart Tahap Perencanaan



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Penampang Jembatan

#### 3.1 Data Perencanaan

##### Data Jembatan

1. Tebal slab lantai jembatan  $t_s = 0,20\text{ m}$
2. Tebal aspal + overlay  $t_a = 0,05\text{ m}$
3. Tebal genangan air hujan  $t_h = 0,05$
4. Jumlah Girder  $n = 7$  bh
5. Jarak antara Balok utama  $s = 1,17\text{ m}$
6. Lebar jalur lalu lintas  $b_1 = 6,6\text{ m}$
7. Lebar Trotoar  $b_2 = 0,50\text{ m}$
8. Lebar total Jembatan  $b = 7,60\text{ m}$
9. Panjang bentang jembatan  $L = 55,0\text{ m}$

##### Bahan Struktur

1. Mutu beton  $K = 350$
2. Kuat tekan beton  $F'_c = 29,05\text{ Mpa}$
3. Modulus elastis  $E_c = 25332,1\text{ Mpa}$
4. Angka poison  $\mu = 0,15$
5. Modulus geser  $G = 11013,9\text{ Mpa}$
6. Koefisien Muai panjang  $\alpha = 1,00\text{E-}05$
7. Mutu baja  $b_j = 41$   
 $F_y = 2500\text{ kg/m}^2 = 250\text{ MPa}$   
 $F_u = 4100\text{ kg/m}^2 = 410\text{ MPa}$
8. Modulus elastisitas baja  
 $E_c = 200000\text{ Mpa}$
9. Modulus geser baja  
 $G = 80000\text{ Mpa}$

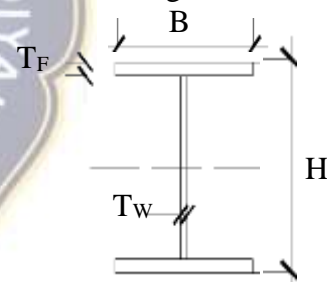
##### Specific Gravity

1. Berat beton prategang  $w_c = 25\text{ kN/m}^3$
2. Berat beton bertulang  $w'_c = 24\text{ kN/m}^3$
3. Berat aspal  $w_a = 22\text{ kN/m}^3$
4. Berat jenis air  $w_w = 9,8\text{ kN/m}^3$
5. Berat baja  $w_s = 77\text{ kN/m}^3$

Pada penampang girder menggunakan profil baja yang tersusun atas pelat-pelat "built up" dengan dimensi sebagai berikut

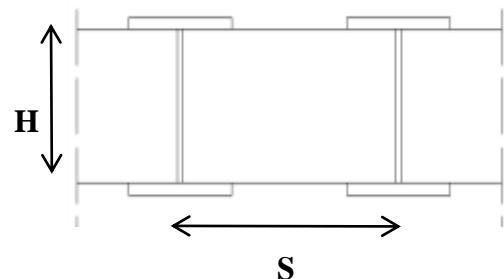
Profil tersusun =

H	B	$T_w$	$T_f$
2800 mm	400 mm	28 mm	34 mm
data data:		$A = 0,1056\text{ m}^2$	
		$I_y = 9,960,715,0\text{ cm}^4$	
		$S_x = 89,864,37\text{ cm}^3$	
		Weight = 8289,6	kg/m



Gambar 2 Penampang Profil WF

#### 3.2 Penentuan Lebar Efektif Plat Lantai



Gambar 3 Penampang Melintang Jembatan

Lebar efektif plat ( $B_e$ ) ditengah bentang diambil dari nilai tekecil dari

$$\frac{L}{4} = \frac{7.6}{4} = 1.90$$

$$s = 1.17 \text{ m}$$

Diambil lebar efektif plat lantai

$$B_e = 1.17 \text{ m}$$

Kuat tekan beton plat  $f'_c = 29.05 \text{ Mpa}$

Modulus elastik plat beton

$$E_c = 25332.08 \text{ MPa}$$

Modulus elastik baja girder

$$E_c = 200000.00 \text{ MPa}$$

Menentukan nilai modular ration,  $n$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{29.05} = 25332.0844 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{25332.084} = 7.9$$

### 3.3 Pelat Beton di Transformasikan ke Penampang Baja Sehingga

$$\frac{B_E}{N} = \frac{116.70}{7.9} = 14.48 \text{ cm}$$

Menentukan letak garis netral

Luas Transformasi (A):

$$\text{Pelat beton} = 14.78 \times 20.00 = 295.63 \text{ cm}^2$$

$$\text{Profil WF} = 1056 \text{ cm}^2$$

$$\text{total} = 295.63 + 1056 = 1351.63 \text{ cm}^2$$

Lengan Momen (Y):

$$\text{Pelat beton} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Profil WF} = \frac{280}{2} + 20 = 160 \text{ cm}$$

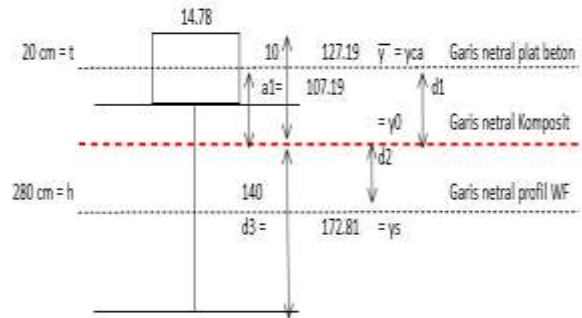
$$\text{A.Y Pelat beton} = 295.63 \times 10 = 2956 \text{ cm}^3$$

$$\text{Profil WF} = 1056 \times 160 = 168960 \text{ cm}^3$$

$$\text{total} = 2956 + 168960 = 171916 \text{ cm}^3$$

$$y_{\square} = \frac{\Sigma AY}{\Sigma A} = \frac{171916}{1351.63}$$

$$= 127.19 \text{ cm dari atas beton}$$



Gambar 4 Garis Netral Komposit

### 3.4 Momen Inertia Penampang Komposit

Dihitung dengan menggunakan teorema sumbu sejajar I xc

$$a. = \frac{1}{12} \times \frac{be}{n} \times t^3 = \frac{1}{12} \times 1478 \times 20^3 = 9854.2$$

$$b. = \frac{be}{n} \times t \times d1^2 = 1478 \times 20 \times \frac{20}{2} + (127.19 - 20)^2 = 14.78 \times 20 \times 117.19^2 = 4060125.3$$

$$c. = Iy = 9960715.00$$

$$d. = A \times d2^2 = 1056 \times \left(\frac{280}{2} - 127.19\right)^2 = 1136625.2$$

$$Ixc = 9854.2 + 4060125.3 + 9960715.0 + 1136625.2 = 15167319.7 \text{ cm}^4$$

### 3.4 Modulus Penampang S

$$S_c = S \text{ beton} = \frac{I_x}{y_{ca}} = \frac{15167320}{127.19} = 119247 \text{ cm}^3$$

$$S_{sa} = S \text{ baja atas} = \frac{I_x}{y_{sa}} = \frac{15167320}{107.19} = 141496 \text{ cm}^3$$

$$S_{sb} = S \text{ baja bawah} = \frac{I_x}{y_{sb}} = \frac{15167320}{172.8} = 87770 \text{ cm}^3$$



### 3.5 Pembebanan Baja Girder

#### 1. Berat Sendiri (Ms)

Faktor beban ultimit KMS = 1.2

#### 2. Berat Diafragma

Ukurn diafragma

Tebal = 0.028 m

Lebar = 1.17 m

Tinggi = 2.732 m

Berat 1 buah diafragma

W = 6.874 kN

Jumlah diafragma n = 6 bh

Berat diafragma W diafragma

= 41.243 kN

Panjang bentang L = 55.0 m

Jarak diafragma

$x_4 = \frac{55}{2} = 27.5$  m ( dari tengah bentang)

$x_3 = 27 - \left(\frac{\frac{55}{2}}{6-1}\right) = 16.5$  m

$x_2 = 16.5 - \left(\frac{\frac{55}{2}}{6-1}\right) = 5.5$  m

$x_1 = 0$  m      $x_0 = 0$  m

Momen maks di tengah bentang L Mmaka

$= \left(\frac{1}{2} \times n \cdot x_4 - x_3 - x_2 - x_1\right) \times W$   
 $= 415.868$  kNm

Berat diafragma ekuivalen

$Q_{diafragma} = 8 \times \frac{M_{mak}}{L^2} = 1.100$  kN/m

#### 3. Berat Baja Girder

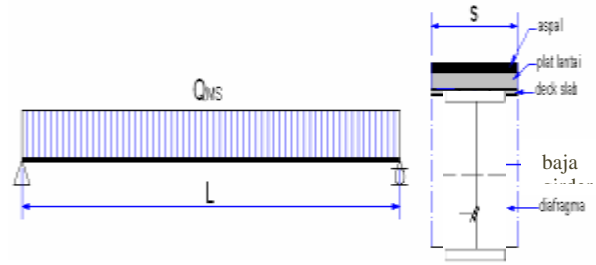
Panjang Baja Girder L = 55.00 m

Luas penampang A = 0.106 m<sup>2</sup>

Berat Baja Girder + 10%

Wbalok = A x L x wc  
 = 447.216 kN

Qbalok = Wbalok/L  
 = 8.131 kN/m



Gambar 5 Pembebanan Berat sendir Baja Girder

Beban,  $Q_{MS} = A \times w$  kN/m

Panjang bentang L = 55.00 m

gaya geser  $V_{MS} = \frac{1}{2} \times Q_{MS} \times L$  kN

Momen,  $M_{MS} = \frac{1}{8} \times Q_{MS} \times L^2$  kN-m

Tabel 1 Perhitungan Beban Berat Sendiri

No.	Jenis beban berat sendiri	Lebar, b m	Tebal, h m	Luas, A m <sup>2</sup>	Berat sat, w kN/m <sup>3</sup>	Beban $Q_{MS}$ kN/m	Geser, $V_{MS}$ kN	Momen, $M_{MS}$ kNm
1	Baja girder					8.131	223.608	3,074.610
2	Plat lantai	1.17	0.20	0.233	24.00	5.602	154.044	2,118.105
3	Deck slab	0.77	0.034	0.026	24.00	0.626	17.211	236.658
4	Diafragma					1.100	30.245	415.868
					Total	15.458	425.108	5,845.241

### 3.6 Cek Pelat Badan Terhadap Momen Maksimum

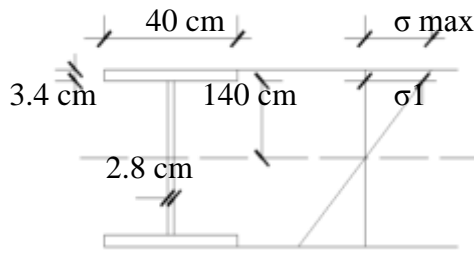
= 5,845.24 kN-m = 596,039.23 kg m

Lintang sisi kiri = kN-m = - kg

Cek terhadap lintang max

= 425.11 kN-m = 43,348.31 Kg

### 3.7 Menentukan Tegangan Max Akibat Lentur Dan Tegangan Geser Max



Gambar 6. Penampang Tegangan Lentur dan Geser

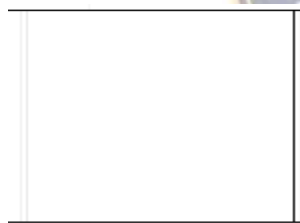
$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x} = \frac{596039 \times 100}{69461.05} = 858.09 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_1 : \sigma_{\max} = 140 : 143.4$$

$$\sigma_1 = 140 \times \frac{858.09}{143.4} = 837.75 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_{\max} = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

### 3.8 Menentukan Tegangan Lentur Izin Dan Teg Geser Izin



$$A_p = 5.5$$

Gambar 7. Potongan Penampang Melintang Girder

Perletakan dapat dianggap sebagai sendi ( keempat sisinya )

$$\alpha = \frac{A_p}{B_p} = 1.9643 \quad k_d = 28$$

$$\Psi = -1$$

$$\sigma_{\text{kr}} = 28.00 \times \sigma_{\text{pl}}$$

$$= 28.00 \times 1266000 \times \left(\frac{t_b}{h_b}\right)^2$$

$$= 28.00 \times 1266000 \times 0.0001$$

$$= 3544.800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Syarat } = \sigma_{\text{kr}} < \sigma_{\text{pl}} = 3544.8 < 1600 \text{ ambil } \sigma_{\text{kr}} = 1600 \text{ (Nilai terkecil)}$$

$$k_g = \alpha \leq 2$$

$$k_g = \frac{5.35 \times 4}{a^2} = \frac{5.35 \times 4}{3.86^2} = 6.39$$

$$\tau_{\text{kr}} = k_g \cdot \sigma_{\text{pl}}$$

$$= 6.39 \times 1266000 \times 0.0001$$

$$= 808.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Syarat } : \tau_{\text{kr}} < 0.58 \sigma$$

$$= 0.58 \times 1600 = 928 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{ambil } \tau_{\text{kr}} = 808.56 \text{ kg/cm}^2$$

( nilai terkecil )

### 3.9 Cek Syarat PPBBI Untuk Kombinasi Momen + Geser

$$= \sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{\text{kr}}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{\text{kr}}}\right)^2} < 1$$

$$= \sqrt{\left(\frac{858.09}{1600}\right)^2 + \left(\frac{0.00}{808.56}\right)^2} < 1$$

$$= 0.54 < 1 \text{ (Aman terhadap lipat)}$$

Cek pelat badan terhadap lintang maximum:

$$D_{\max} = 43348 \text{ kgm} \quad \tau_{\text{kr}} = 808.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 2.0$$

$$k_g = 6.4$$

$$\tau_{\text{kr}}_{\max} = \frac{43348}{2.80 \times 280} = 55.29 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \tau_{\text{kr}}_{\max} < \tau_{\text{kr}} = 55.29 <$$

$$808.56$$

(Aman terhadap lipat)

Jadi pelat badan aman terhadap lipat.

### 3.10 Tegangan Pada Serat Baja

Pelat beton belum mengeras, (sebelum komposit), beban seluruhnya dipikul oleh profil baja.

$$M_{\text{maks}}(\text{sbk}) = 5,845.241 \text{ kNm}$$

$$= 5960392269 \text{ N-mm}$$

Tegangan pada serat bawah baja

$$\sigma_{sb} = \frac{M_{sbk}}{s_x} = \frac{5,960,392,268.98}{89,864,368.00} = 66.33 \text{ MPa}$$

Tegangan pada serat atas baja

$$\sigma_{sa} = \frac{M_{sbk}}{s_x} = \frac{5,960,392,268.98}{89,864,368.00} = 66.33 \text{ MPa}$$

### 3.11 Beban Mati Tambahan (MA)

faktor beban ultimit  $K_{MA} = 2.0$   
Tabel 2 Perhitungan Beban Mati Tambahan

No	Jenis	Lebar, b (m)	Tebal (m)	Luas, A (m <sup>2</sup> )	Berat (kN/m <sup>3</sup> )	Beban (kN/m)	Geser, VMS (kN)	Momen, MMS (kNm)
1	lapisan aspal + Overlay	1.17	0.05	0.0584	22	1.28	35.30	485.40
2	air hujan	1.17	0.05	0.0584	9.8	0.57	15.73	216.22
Total						1.86	51.03	701.62

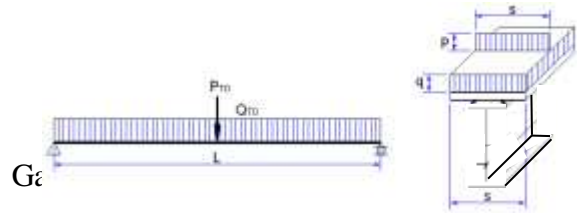
### 3.12 Beban Lajur "D"

Faktor beban ultimit:  $K_{TD} = 2.0$   
Panjang balok  $L = 55.00 \text{ m}$   
Jarak antar balok prategang,  $s = 1.17 \text{ m}$   
Beban merata :  $q = 9.0 \times \left(0.5 + \frac{15}{L}\right) = 6.95 \text{ kPa}$

Beban merata pada gelagar  
 $Q_{TD} = q \times s = 8.12 \text{ kN/m}$   
Beban garis:  $p = 49.00 \text{ kN/m}$   
Faktor beban dinamis  $DLA = 0.40$   
Beban terpusat pada gelagar  
 $P_{TD} = (1 + DLA) \times p \times s = 80.06 \text{ kN}$   
Gaya geser dan momen maksimum pada balok akibat beban lajur "D":

$$V_{TD} = \frac{1}{2} \times Q_{TD} \times L + \frac{1}{2} \times P_{TD} = 263.22 \text{ kN}$$

$$M_{TD} = \frac{1}{8} \times Q_{TD} \times L^2 + \frac{1}{4} \times P_{TD} \times L = 4169.62 \text{ kNm}$$

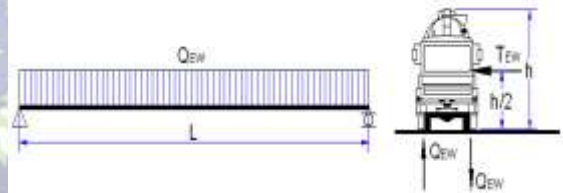


### 3.13 Beban Angin (EW)

Faktor beban ultimit  $K_{EW} = 1.2$   
Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan diatas jembatan dihitung dengan.

$$T_{EW} = 0.0012 \times C_w \times (V_w)^2$$

dengan  $T_{EW} = 1.46 \text{ kN/m}$   
(Tabel 31 SNI 1725-2016)



Gambar 9 Pembebanan Beban Angin (EW)

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2 meter diatas lantai jembatan  $h = 4 \text{ m}$

Jarak antar roda kendaraan  $x = 1.75 \text{ m}$

Transfer beban angin kelantai jembatan

$$P_{EW} = \left(\frac{1}{2} \times \frac{h}{x} \times T_{EW}\right)$$

$$P_{EW} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{1.75} \times 1.46 = 1.669 \text{ kN}$$

Gaya geser dan momen akibat beban angin:

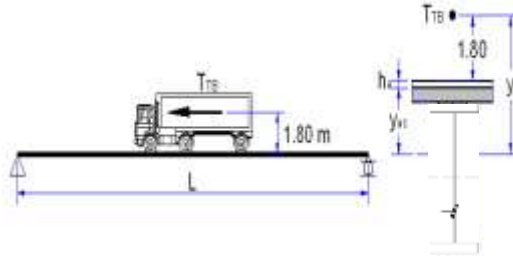
$$V_{EW} = \frac{1}{2} \times Q_{EW} \times L = 45.8857 \text{ kN}$$

$$M_{EW} = \frac{1}{8} \times Q_{EW} \times L^2 = 630.9286 \text{ kNm}$$

### 3.14 Gaya Rem



Faktor beban ultimit  $K_{TB}=2.0$



Gambar 10 Pembebanan Gaya Rem

Panjang balok,  $L = 55.00$  m

Jumlah balok prategang untuk jalur selebar

$b1$ ,  $n$  balok  $= 5$

gaya rem,  $H_{TB} = 250$  kN

jarak antar balok prategang  $s = 1.17$  m

Gaya rem untuk  $L_t < 80$  m:

$$T_{TB} = \frac{HTB}{n \text{ balok}} = 50 \text{ kN}$$

gaya rem.  $T_{TB} = 5\%$  beban lajur "D" tanpa faktor kejut

$$Q_{TD} = q \times s = 8.116 \text{ kN/m}$$

$$P_{TD} = p \times s = 57.183 \text{ kN}$$

$$T_{TB} = 0.05 \times (Q_{TD} \times L + P_{TD}) = 25.178025 \text{ kN}$$

Diambil gaya rem  $T_{TB} = 50$  kN

$$\text{Lengan thd titik berat balok } y = 1.80 + h_o + h_a + y_{ac} = 3.32 \text{ m}$$

$$\text{Beban momen akibat gaya rem, } M = T_{TB} \times y = 165.86 \text{ kNm}$$

Gaya geser dan momen maksimum pada gelagar akibat gaya rem

$$V_{TB} = \frac{M}{L} = 3.02 \text{ kN}$$

$$M_{TB} = \frac{1}{2} \times M = 82.93 \text{ kNm}$$

### 3.15 Momen Pada Gelagar Jembatan

Tabel 4.3. Momen Pada Jembatan

No.	Jenis Beban	Kode Beban	Q kN/m	P kN	M kNm	Keterangan
1	Berat Baja Girder	balok	8.13			beban merata, $Q_{balok}$
2	Berat plat	plat	5.60			beban merata, $Q_{plat}$
3	Berat sendiri	MS	15.46			beban merata, $Q_{MS}$
4	beban mati tambahan	MA	1.86			beban merata, $Q_{MA}$
5	Lajur "D"	TD	8.12	80.06		beban merata $Q_{MD}$ dan terousta $P_{TD}$
6	Gaya rem	TB	0.00		82.93	beban momen, $M_{TB}$
7	Angin	EW	1.67			beban merata, $Q_{EW}$

Panjang bentang balok,  $L = 55.00$  m

No. Jenis beban

1. Berat sendiri (MS)

Persamaan Momen

$$M_x = \frac{1}{2} \times Q_{MS} \times (L \cdot x - x^2)$$

Persamaan Geser

$$V_x = Q_{MS} \times \left(\frac{1}{2} - x\right)$$

2. Mati tambahan(MA)

Persamaan Momen

$$M_x = \frac{1}{2} \times Q_{MA} \times (L \cdot x - x^2)$$

Persamaan Geser

$$V_x = Q_{MA} \times \left(\frac{1}{2} - x\right)$$

3. Lajur "D"

Persamaan Momen

$$M_x = \frac{1}{2} \times Q_{TD} \times (L \cdot x - x^2) + \frac{1}{2} \times P_{TD} \cdot x$$

Persamaan Geser

$$V_x = Q_{TD} \times \left(\frac{L}{2} - x\right) + \frac{1}{2} \times P_{TD}$$

4. Gaya rem

$$\text{Persamaan Momen } M_x = \frac{x}{L} \times M_{TB}$$

$$\text{Persamaan Geser } V_x = \frac{M_{TB}}{L}$$

5. Angin

Persamaan Momen

$$M_x = \frac{1}{2} \times Q_{EW} \times (L \cdot x - x^2)$$

Persamaan Geser

$$V_x = Q_{EW} \times \left(\frac{L}{2} - x\right)$$

Momen maksimum akibat berat balok,

$$M_{balok} = \frac{1}{8} \times Q_{balok} \times L^2 = 3074.61 \text{ kN-m}$$

Momen maksimum akibat berat plat,

$$M_{plat} = \frac{1}{8} \times Q_{plat} \times L^2 = 2118.11 \text{ kN-m}$$

Momen akibat beban terpusat bidang D

$$M_a = P \times \left(\frac{\frac{1}{2}L}{L}\right) \times \left(\frac{1}{2}L\right) = 1100.77 \text{ kN-m}$$

$$R_a = 80.056 \text{ kN-m}$$

Tabel 4 Momen Pada Girder Komposit

x (m)	Berat balok (kN-m)	MS (kN-m)	MA (kN-m)	TD (kN-m)	TB (kN-m)	EW (kN-m)	LAYAN I	LAYAN II	LAYAN IV
							MA+MS+TD+TB+EW	MA+MS+TB+EW	MS+MA
0.00	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
1.00	219.54	417.38	50.10	259.16	1.51	45.05	773.20	851.40	512.53
5.00	1016.40	1932.31	231.94	1214.63	7.54	208.57	3595.00	3951.65	2372.82
10.00	1829.52	3478.16	417.49	2226.37	15.08	375.43	6512.53	7184.97	4271.08
15.00	2439.36	4637.55	556.66	3035.21	22.62	500.57	8752.60	9669.95	5694.78
20.00	2845.92	5410.47	649.44	3641.15	30.16	584.00	10315.21	11416.60	6643.91
25.00	3049.20	5796.93	695.82	4044.19	37.70	625.71	11200.35	12424.92	7118.47
27.50	3074.61	5845.24	701.62	4169.62	41.47	630.93	11388.88	12652.20	7177.79

Tabel 5 Geser Pada Girder Komposit

x (m)	Berat balok (kN-m)	MS (kN)	MA (kN)	TD (kN)	TB (kN)	EW (kN)	LAYAN I	LAYAN II	LAYAN IV
							MA+MS+TD+TB+EW	MA+MS+TB+EW	MS+MA
0.00	223.61	425.11	51.03	263.22	1.51	45.89	786.75	866.16	522.02
1.00	215.48	409.65	49.17	255.10	1.51	44.22	759.65	836.63	503.04
5.00	182.95	347.82	41.75	222.64	1.51	37.54	651.25	718.50	427.11
10.00	142.30	270.52	32.47	182.06	1.51	29.20	515.76	570.83	332.20
15.00	101.64	193.23	23.19	141.48	1.51	20.86	380.27	423.16	237.28
20.00	60.98	115.94	13.92	100.90	1.51	12.51	244.78	275.50	142.37
25.00	20.33	38.65	4.64	60.32	1.51	4.17	109.28	127.83	47.46
27.50	0.00	0.00	0.00	40.03	1.51	0.00	41.54	54.00	0.00

### 3.16 Momen Yang Dipikul Oleh Penampang Komposit Kombinasi Layan II

Pada Kombinasi Layan II = MS + 1.3 TD + 1.3 TB + TW

M maks (Ssk) = M Servis 1 - M<sub>MS</sub>

$$M \text{ maks (Ssk)} = 6807 \text{ kN-m} = 6941056498.58 \text{ N-mm}$$

Geser yang dipikul oleh penampang komposit

$$= VS + 1.3 VTD + 1.3 VTB + VTW$$

$$V \text{ maks (ssk)} = 866.2 \text{ kN-m} = 883226734 \text{ N-mm}$$

Tambahan tagangan yang terjadi

Tegangan pada serat atas baja

$$\sigma_{sa} = \frac{M_{ssk}}{S_{sa}} = \frac{6,941,056,499}{141,496,444.59}$$

$$= 49.1 \text{ MPA ( bagian atas baja$$

terletak dibawah sumbu netral, sehingga  $\sigma_{Ssa}$  adalah tegangan tarik )

Tegangan pada serat bawah baja

$$\sigma_{sb} = \frac{M_{ssk}}{S_{sb}} = \frac{6,941,056,499}{87,769,895.00} = 79.1 \text{ MPa}$$

Tegangan pada serat atas beton (tarik)

$$\sigma_{ca} = \frac{M_{ssk}}{n s_{ca}} = \frac{6941056499}{7.6} \times 119247217$$

$$= 7.4 \text{ MPa}$$

Tegangan pada serat bawah beton(tekan)

$$\sigma_{cb} = \frac{M_{ssk}}{n s_{cb}} = \frac{6941056499}{7.6} \times 141496445$$

$$= 6.21 \text{ MPa}$$

Tegangan ijin ( Tekan ) Tegangan ijin.

$$\text{Tegangan ijin baja } \sigma_{\square} = \frac{f_y}{1.5}$$

$$= \frac{250}{1.5} = 166.67 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan ijin beton } \sigma_{\square} c = 0.45 \cdot f_c$$

$$= 0.45 \times 29 = 13.073 \text{ MPa}$$

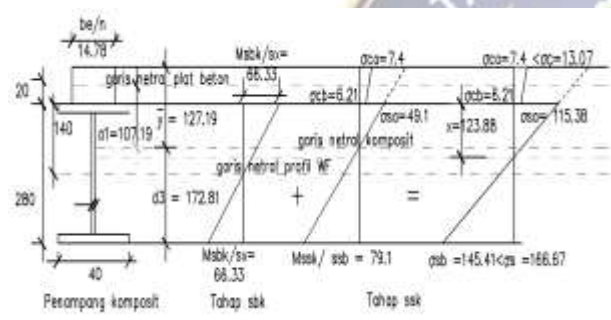
Tegangan pada serat atas baja

$$= 66.33 + 49.1 = 115.38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ca} = 7.4 < \sigma_{cb} = 13.07 \quad (\text{OK})$$

$$\sigma_{sb} = 79.08 < \sigma_{\square} s = 166.67$$

(OK)



Gambar 11 Profil Tegangan Girder Pada Kombinasi Layan II

### 3.17 Perencanaan Penghubung geser ( Shear Connector )

Menggunakan stud connector

1. Statis pelat beton terhadap garis netral

$$S_x = \frac{be}{n} \times t \left( \bar{y} - \frac{1}{2} t \right)$$

$$= 14.78 \times 20 \times ( 127.19 - 10 )$$

$$= 34645.0 \text{ cm}^2$$

2. Direncanakan Stud connector

$$d = 2.8 \text{ cm} \quad A_s = 61600 \text{ cm}^2$$

$$h = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{10}{2.8} = 3.57 < 5$$

$$q = 6 \cdot h \cdot d \cdot \frac{f_c}{0.83} = 6 \cdot 10 \cdot 2.8 \cdot \frac{29.05}{0.83}$$

$$= 3143.0 \text{ kg}$$

$$\text{daya pikul 1 stud} = 3143.0 \text{ kg}$$

pada 1 penampang baja profil,  
ambil = 2 buah stud

3. Gaya yang dapat di pikul oleh stud untuk 1 cm ( searah balok )

$$L = n \cdot \frac{q}{s} = 2 \times \frac{3143.0}{s} = \frac{6286}{s}$$

4. Gaya lintang pada balok

$$5. V \text{ maks} = 88323 \text{ kg}$$

$$6. \text{ dan } L = V \text{ maks} \times \frac{S_x}{I_x}$$

$$= 88323 \times \frac{34645.0}{9960715.1}$$

$$= 307 \text{ kg/cm}$$

$$= \frac{1}{4} L \text{ dari ujung}$$

$$= 2.8 - 1.375 \times \frac{88323}{2.8}$$

$$= 44161.3 \text{ kg}$$

$$\text{dan } L = V_x = \frac{1}{4} L \times S_x$$

$$= 44161 \times \frac{34645.0}{9960715.1}$$

$$= 154 \text{ kg/cm}$$

7. Jarak stud dari  $x = 0$  s/d  $\frac{1}{4} L$  dari ujung  
 $= 6286 / 307 = 20.46 \text{ cm}$   
 ambil = 15 cm.

8. Jarak stud dari  $x = \frac{1}{4} L$  s/d  $\frac{1}{2} L$  dari ujung  
 $= 6286 / 154 = 40.92 \text{ cm}$   
 ambil = 25 cm.

## 4. KESIMPULAN

4.1 Analisa penampang komposit dengan menggunakan metode LRFD dan berdasarkan SNI 03-1729-2002 dimana kontrol terhadap analisa penampang komposit menggunakan kombinasi layan 1, layan II, dan layan IV sesuai SNI 1725 - 2016 dimana didapat tegangan yang terjadi

pada serat atas beton dan serat bawah baja < tegangan ijin. Didapat dimensi profil tersusun =

H	B	T <sub>w</sub>	T <sub>f</sub>
2800	400 mm	28 mm	34mm

4.2 Tipe penampang profil yang digunakan merupakan tipe baja profil WF dengan menggunakan metode build up. Dimana didapat kontrol penampang terhadap lipat pada kombinasi momen + geser =  $0.54 < 1$  dan terhadap tegangan lintang maksimum  $\tau_{\max} < \text{tegangan ijin}$   $\tau_{kr} = 55.29 < 808.56$  maka plat badan aman terhadap lipat.

**Okbertus, Rivandi**, 2012, Perencanaan Jembatan Composite Girder Yabanda-Jayapura, Papua, Universitas Atmajaya Yogyakarta.

**Senobaan, Elyser**, 2016, Metode Perkuatan Girder Jembatan Menggunakan Lembaran FRP Akibat Retakan Geser( Studi Kasus: Jembatan Malelleng ), Universitas Hasanuddin.

**Prasetyo, Wahyu**, 2013, Perencanaan Ulang Jembatan Sungai Brantas Pada jalan Tol Kertosono-Mojokerto Dengan Metode Cable Stayed, Universitas Jember.

#### DAFTAR PUSTAKA

**Margaret dan Gunawan**, 1999, *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja I Jilid 1*, Delta Teknik Group, Jakarta.

**Margaret dan Gunawan**, 1999, *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja II Jilid 1*, Delta Teknik Group, Jakarta.

**Gunawan, Rudi**, 1987, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Kanisius, Jakarta.

**Anonim**, 2002, SNI 03-1729-2002 *Standart Pembebanan untuk Jembatan*, Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.

**Anonim**, 2016, SNI-1725-2016 , *Standard Pembebanan Untuk Jembatan*, Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.

**Setiawan, Agus**, 2008, *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*, Jakarta : Erlangga.

