

## PERENCANAAN ULANG JEMBATAN BALAK LOWOKDORO KOTA MALANG

Alfian Farhan Haqiqi<sup>1</sup>, Nawir Rasidi<sup>2</sup>, Moch. Khamim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, <sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil

<sup>1</sup>alfiannorthultras@gmail.com, <sup>2</sup>nawir.rasidi@polinema.ac.id, <sup>3</sup>chamim@polinema.ac.id

### ABSTRAK

Jembatan Balak berada di Bumiayu, Kecamatan Kedungkandang Kota Malang merupakan jembatan alternatif yang menghubungkan antara Lowokdoro dan Bumiayu yang berada di Kota Malang. Skripsi ini bertujuan merencanakan ulang struktur atas jembatan Balak dan mengetahui besar anggaran yang dibutuhkan. Data-data yang diperlukan adalah denah lokasi. Metode perencanaan yang digunakan adalah LRFD (Load Resistance Factor Design). Perhitungan pembebanan SNI 1725-2016, SNI T-12-2005 dan SNI 1729-2015. Dari hasil perhitungan perencanaan jembatan didapatkan hasil gelagar memanjang menggunakan WF 300 x 300 x 10 x 15, gelagar melintang menggunakan 400 x 400 x 13 x 21, sedangkan untuk rangka batang horizontal menggunakan 388 x 402 x 15 x 15 dan untuk rangka batang diagonal menggunakan 386 x 299 x 9 x 14. Untuk rangka ikatan angin atas menggunakan Profil L 70 x 70 x 7. Sambungan pada gelagar memanjang menggunakan baut Ø12. Sambungan pada gelagar melintang menggunakan baut Ø25. Sambungan pada rangka batang menggunakan baut Ø20. Sambungan pada ikatan angin atas menggunakan baut Ø20. Pada penulangan plat lantai kendaraan untuk tumpuan menggunakan tulangan Ø12 – 150. Penulangan lapangan menggunakan tulangan Ø12 – 150.

Kata kunci : jembatan; profil baja; rangka batang.

### ABSTRACT

*Balak Bridge is located in Bumiayu, Kedungkandang District, Malang City is an alternative bridge that connects Lowokdoro and Bumiayu in Malang City. This thesis aims to re-plan the upper structure of the Balak bridge and find out the amount of budget needed. The data needed is a location plan. The planning method used is LRFD (Load Resistance Factor Design). Calculation of loading SNI 1725-2016, SNI T-12-2005 and SNI 1729-2015. From the results of bridge planning calculations, the results of the longitudinal girder using WF 300 x 300 x 10 x 15, the transverse girder uses 400 x 400 x 13 x 21, while for the horizontal bar frame it uses 388 x 402 x 15 x 15 and for the diagonal bar frame it uses 386 x 299 x 9 x 14. For the upper wind bonding frame using the L Profile 70 x 70 x 7. The joints on the longitudinal girder use Ø12 bolts. The connection on the transverse girder uses Ø25 bolts. The joints on the rod frame use Ø20 bolts. The connection on the upper wind bond uses Ø20 bolts. On the looping of the vehicle floor plate for the pedestal using reinforcement Ø12 – 150. Field repeating using reinforcement Ø12 – 150.*

*Keywords: bridge; steel profile; stem frame.*

### 1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu bangunan pelengkap yang menghubungkan dua jalan yang terdapat rintangan seperti (sungai atau jalan). Perkembangan transportasi di masa sekarang sangat erat berkaitan dengan pembangunan, terutama pembangunan jalan maupun jembatan yang berfungsi untuk memperlancar arus kendaraan dan lalu lintas sehingga tercipta efisiensi waktu dalam beraktifitas dan bisa menjadi penggerak perekonomian masyarakat.

Jembatan Balak berada di Bumiayu, Kecamatan Kedungkandang Kota Malang merupakan jembatan alternatif yang menghubungkan antara Lowokdoro dan Bumiayu yang berada di Kota Malang. Jembatan Balak Lowokdoro ini membentang dari timur ke barat sepanjang 90 meter dengan bentang 3,28 m. Jembatan Balak biasa dilewati oleh sepeda motor dan mobil, namun mobil tidak bisa menggunakan 2 jalur harus bergantian ketika ingin melewati jembatan tersebut.

Jembatan Balak ini favorit dilewati banyak pengguna kendaraan karena sangat efektif untuk mengurai kemacetan yang terjadi di pasar Gadang, kondisi jembatan banyak terdapat kerusakan dibagian strukturnya, penulis ingin meningkatkan kekuatan dan memperlebar jembatan, agar nantinya jembatan dapat dilalui 2 jalur mobil sehingga tidak perlu menunggu antrian untuk melewatinya, desain struktur baja jembatan lama akan di rencanakan ulang menjadi jembatan dengan menggunakan struktur baja dan beton bertulang, sehingga pada kali ini penulis akan mengangkat judul “Perencanaan Ulang Jembatan Balak Lowokdoro Kota Malang”

Jembatan menurut ilmu sipil merupakan suatu struktur konstruksi yang memungkinkan menghubungkan suatu rute transportasi yang terpisah oleh rintangan seperti sungai, lembah, saluran irigasi dan bahkan menghubungkan antar pulau yang terpisah cukup jauh. Perencanaan tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural dan transportasi saja, tetapi juga perlu meninjau aspek ekonomi dan estetika.[1]

## 2. METODE

Metode pengerjaan skripsi ini dimulai dengan perhitungan, meliputi perhitungan:

- Perhitungan Lantai Kendaraan
- Perhitungan Tiang Sandaran
- Perhitungan Gelagar
- Perhitungan Penyambung Geser
- Perhitungan RAB

Data jembatan yang di kumpulkan oleh penulis

Data Topografi

- Panjang Jembatan : 90 meter
- Lebar Jembatan : 3,28 meter
- Type Jembatan : Rangka Baja
- Jumlah Pilar : 4
- Kelas Jembatan : Kelas 3

Data Teknis

- Bentang Jembatan : 90 meter
- Lebar lantai kendaraan : 6,6 meter
- Jarak antar gelagar (bo) : 1.1 meter
- Tebal plat lantai kendaraan : 0.2 meter
- Tipe gelagar : WF 400x400x13x21
- Pipa sandaran : Ø 3”
- Tebal perkerasaan jalan : 0.05 meter

Data Spesifik

Lantai Jembatan

- Mutu Beton : 30 Mpa
- Tinggi Plat : 20 cm

Perhitungan pembebanan yang diterapkan dalam perencanaan ulang struktur tersebut meliputi:

- Beban Sendiri

- Beban Pelat Lantai
  - Beban Deck
  - Beban Aspal
  - Beban Air Hujan
  - Beban Trotoar
  - Beban Pejalan Kaki
  - Beban Lalu Lintas
  - Beban Truk
  - Beban Angin
  - Pengaruh Temperatur Udara
- [2]–[4]

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### PELAT LANTAI

Untuk perhitungan pelat lantai menggunakan bantuan aplikasi Staad.Pro dan mendapatkan hasil sebagai berikut :

- Sumbu X ( $M_u = 37,147 \text{ kNm} = 37.147.000 \text{ nmm}$ )

Penulangan utama:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}'} = \frac{400}{(0,85) \cdot (30)} = 15.686$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{37.147.000}{(0,8)(1000)(175)^2} = 1.516 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15.686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(15.686)(1.516)}{400}} \right) = 0,00391$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}} \rightarrow$  gunakan  $\rho_{\text{perlu}} (= 0,00391)$

$$A_{st} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d$$

$$= (0,00391)(1000)(175) = 684,327 \text{ mm}^2$$

( $A_s$  coba  $754 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak Tulangan} = \frac{1000}{4 \times 754} \times \pi \times \phi^2$$

$$\text{Jarak Tulangan} = \frac{1000}{4 \times 754} \times \pi \times 12^2 = 150$$

Digunakan  $A_{st-\text{asumsi}} \rightarrow \text{D12} - 150$  ( $A_s = 754 \text{ mm}^2$ )

Tulangan yang digunakan **D12-150**

$$a = \frac{A_{st} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_{c'}' \cdot b} = \frac{(754)(400)}{0,85(30)(1000)} = 11.827 \text{ mm}$$

$$\phi \cdot M_n = 0,8 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 0,8 \cdot (754) \cdot (400) \cdot (175 - 11.827/2) = 40.797.136,131 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_n (= 40.797.136,131 \text{ Nmm}) > M_u (= 37.147.000 \text{ Nmm})$$

**OK**

- Sumbu Y ( $M_u = 35,690 \text{ kNm} = 35.690.000 \text{ nmm}$ )

Penulangan utama:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}'} = \frac{400}{(0,85) \cdot (30)} = 15.686$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{35.690.000}{(0,8)(1000)(161)^2} = 1.721 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15.686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{(2)(15.686)(1.721)}{400}} \right) = 0,00434$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}} \rightarrow$  gunakan  $\rho_{\text{perlu}} (= 0,00434)$

$$A_{st} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= (0,00434)(1000)(161) = 708 \text{ mm}^2 (A_s \text{ coba } 754 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Jarak Tulangan} = \frac{1000}{4 \times 754} \times \pi \times \phi^2$$

$$\text{Jarak Tulangan} = \frac{1000}{4 \times 754} \times \pi \times 12^2 = 150$$

Digunakan  $A_{st-asumsi} \rightarrow D12-150 (A_s = 754 \text{ mm}^2)$

Tulangan yang digunakan **D12-150**

$$a = \frac{A_{st} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{(754)(400)}{0,85(30)(1000)} = 11,827 \text{ mm}$$

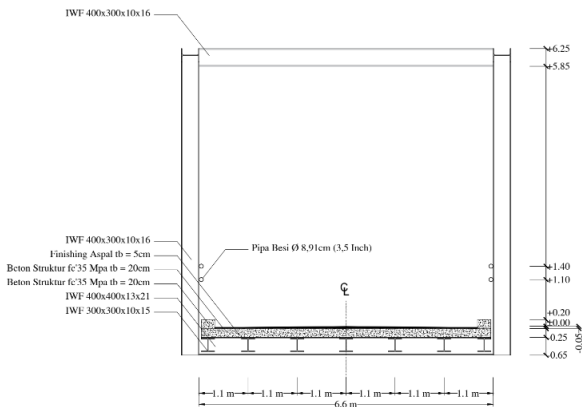
$$\phi \cdot M_n = 0,8 \cdot A_s \cdot f_y (d - a/2)$$

$$= 0,8 \cdot (754) \cdot (400) \cdot (163 - 11,827 / 2) = 37.901.776,31 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_n (= 37.901.776,31 \text{ Nmm}) > M_u (= 35.690.000 \text{ Nmm})$$

**OK**

### GELAGAR MEMANJANG



**Gambar 1.** Potongan Melintang Jembatan

Gelagar memanjang menggunakan WF 300 x 300 x 10 x 15.

$$Z_x = 1464750 \text{ mm}^4$$

$$C_w = 1518750000000 \text{ mm}^6$$

$$J = 978750 \text{ mm}^5$$

$$X_1 = 22372,7956$$

$$X_2 = 1,99645 \times 10^{-11}$$

$$\text{Flens} = 10 < 14,4338$$

$$\text{Web} = 30 < 147,2243$$

$$L_b = 5000 \text{ mm}$$

$$L_p = 3412,8 \text{ mm}$$

$$L_r = 13549479 \text{ mm}$$

$$M_p = 612000000 \text{ Nmm}$$

$$M_r = 312800000 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = 954081885,7246 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} > M_p \text{ maka dipakai } M_p$$

$$M_n = 612000000 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 489600000 \text{ Nmm}$$

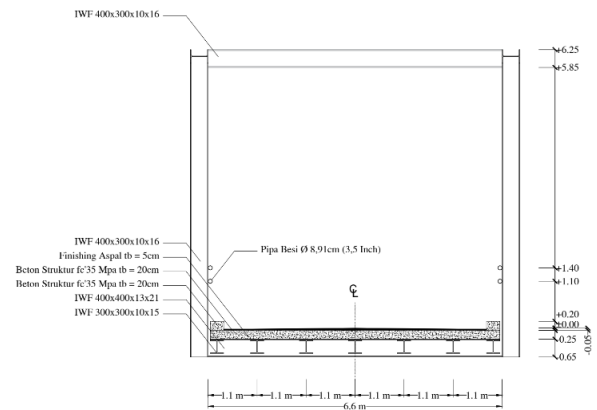
$$M_u = 1241093,75 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$489600000 \text{ Nmm} > 1241093,75 \text{ Nmm} \text{ (profil aman)}$$

Jadi gelagar dengan profil WF 300 x 300 x 10 x 15 dapat digunakan dan aman.

### GELAGAR MELINTANG



**Gambar 2.** Potongan Melintang Jembatan

Gelagar melintang menggunakan WF 400x400x13x21.

$$Z_x = 3600113 \text{ mm}^4$$

$$C_w = 896000000000 \text{ mm}^6$$

$$J = 3574746 \text{ mm}^5$$

$$X_1 = 23593,7851$$

$$X_2 = 6,51469 \times 10^{-12}$$

$$\text{Flens} = 9,524 < 14,4338$$

$$\text{Web} = 30,769 < 147,2243$$

$$L_b = 6600 \text{ mm}$$

$$L_p = 4589,743 \text{ mm}$$

$$L_r = 1947424 \text{ mm}$$

$$M_p = 1498500000 \text{ Nmm}$$

$$M_r = 765900000 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = 2336285409,9773 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} > M_p \text{ maka dipakai } M_p$$

$$M_n = 1498500000 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 1198800000 \text{ Nmm}$$

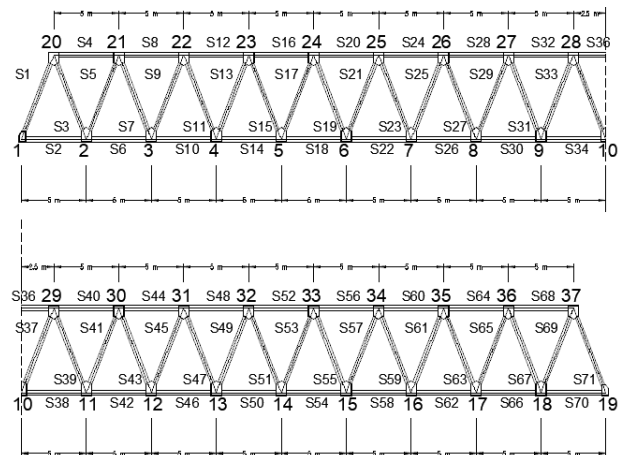
$$M_u = 2270937,5 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$1.198.800.000 > 2.270.937,5 \text{ Nmm} \text{ (profil aman)}$$

Jadi gelagar dengan profil WF 400 x 400 x 13 x 21 dapat digunakan dan aman.

### RANGKA BATANG



**Gambar 3.** Rangka Batang Jembatan

Didapatkan kondisi tekan tertinggi pada batang  
 $S36 = 270437.833$

Didapatkan kondisi tarik tertinggi pada batang  
 $S34$  dan  $S38 = 267432.968$

Dimensi batang horizontal WF 388 x 402 x 15 x 15 digunakan pada S2, S4, S6, S8, S10, S12, S14, S16, S18, S20, S22, S24, S26, S28, S30, S32, S34, S36, S38, S40, S42, S44, S46, S48, S50, S52, S54, S56, S58, S60, S62, S64, S66, S68, S70

Dimensi batang diagonal WF 386 x 299 x 9 x 14 digunakan pada S1, S3, S5, S7, S9, S11, S13, S15, S17, S19, S21, S23, S25, S27, S29, S31, S33, S35, S37, S39, S41, S43, S45, S47, S49, S51, S53, S55, S57, S59, S61

**TIANG SANDARAN**

Direncanakan menggunakan pipa  $\phi$  89,1 mm

$h_s = 1529.5$  mm

$L_s = 3,823461538$  m

$M_u = 183,0599923$  kgm

$RAV = 191,5123146$  kg

Kontrol terhadap lendutan

$= 1,874247$  cm  $< \frac{382,3461538}{180} = 2,124$  cm ... **OK**

Kontrol terhadap momen

$= 1151,320706$  kg/cm<sup>2</sup>  $< 1600$  kg/cm<sup>2</sup>.... **OK**

Kontrol terhadap geser

$= 928$  kg/cm<sup>2</sup>

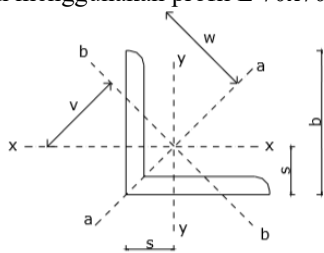
Pipa  $\phi$  89,1 mm dapat dipakai untuk sandaran. = 8,91cm

**IKATAN ANGIN ATAS**

Dari S1, S2, S3, S4 dipilih gaya batang pailng besar, sehingga  $T_u = 458.2281$  kg

**a. Perencanaan Profil**

Direncanakan menggunakan profil L 70x70x7



**Gambar 4.** Gambar Baja Profil L [5].

$s$	$= 19,7$ mm	$i_x=i_y$	$= 2,12$ cm
$v$	$= 27,9$ mm	$I_a$	$= 83,6$ cm <sup>4</sup>
$w$	$= 49,5$ mm	$i_a$	$= 2,88$ cm
$F$	$= 9,4$ cm <sup>2</sup>	$I_b$	$= 21,1$ cm <sup>4</sup>
Berat	$= 7,38$ kg/m	$i_b$	$= 1,45$ cm
$I_x=I_y$	$= 42,4$ cm <sup>4</sup>		

**a. Batang diagonal (tekan)**

$N = 458,228$  kg

$L_k = \sqrt{5^2 + 6,6^2} = 8,28$  m = 828,01 cm

$\sigma_{ijin} = 1600$  kg/cm<sup>2</sup>

1. Angka Kelangsingan :

$\lambda = 390,5706$

$\lambda_g = 111,072$

$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{390,5706}{111,072} = 3,516$

$\lambda_s \geq 1$

$\omega = 29,441$

2. Cek Tegangan

$\omega \frac{N}{A} \leq \sigma_{ijin}$

$29,441 \times \frac{458,228}{9,4} = 1435,167$  kg/cm<sup>2</sup>  $< 1600$  kg/cm<sup>2</sup>..... **OK**

**b. Batang diagonal (Tarik)**

$N = 458,228$  kg

Dipakai profil L 70x70x7

$F_{nt} = 7,52$  cm<sup>2</sup>

Cek Tegangan :

$\sigma = \frac{N}{F_{nt}} = \frac{458,228}{7,52} = 60,934$  kg/cm<sup>2</sup>  $< 0,75 \times 1600$  kg/cm<sup>2</sup>

$\sigma = 60,934$  kg/cm<sup>2</sup>  $< 1200$  kg/cm<sup>2</sup>.... **OK**

**SAMBUNGAN**

Gelagar memanjang terhadap gelagar melintang

$M_u = 124.109375$  kgm = 1241093.75 Nmm

$V_u = 397.15$  kg = 3971.5 N

Baut tipe A325 (D) = 12 mm toleransi = 3,2 mm

Kuat tarik baja  $f_y = 300$  MPa

Kuat Tarik baut  $f_{ub} = 825$  MPa

Kuat Tarik plat  $f_{up} = 370$  MPa

Tebal pelat tslab = 20 mm

Lebar plat bslab = 300 (dilihat dari profil)

Jarak terluar baut  $w = 200$  mm

$r_l = 0,4$  (drat terkena bidang geser)

$m = 2$  (2 bidang geser)

1. Menghitung Luas (A)

Luas baut (Ab) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 = 113,097$  mm<sup>2</sup>

Luas plat (Ag) =  $t_{slab} \times b_{slab} = 20 \times 300 = 6000$  mm<sup>2</sup>

Luas Netto (Aa) =  $6000 - 2 \times (20 + 3,2) \times 15 = 5304$  mm<sup>2</sup>

2. Meninjau Tahanan Baut

Direncanakan jumlah baut 8 buah

Geser  $\phi R_n = \phi \cdot r_l \cdot f_{ub} \cdot m \cdot A_b$

$= 0,75 \times 0,4 \times 825 \times 2 \times 113,097$

$= 55983.18$  kN

$V_u = 397.15$  kg

$f_{uv} = \frac{V_u}{n \cdot A_b}$

$= \frac{397.15}{8 \times 113,097}$

$= 4,38$  kg/cm<sup>2</sup>

$$= 43,89471226 \text{ kN}$$

$$F_{uv} < \phi R_n$$

$$f_t = 807 - 1,9 \times f_{uv}$$

$$= 807 - 1,9 \times 43,89471226$$

$$= 723,6000467 \text{ MPa}$$

$$\text{Tarik } \phi R_n = \phi \cdot f_t \cdot A_b$$

$$= 0,75 \times 723,6000467 \times 113,097$$

$$= 61377,92795 \text{ kN}$$

$$\Sigma y^2 = 8 \times (50^2 + 50^2) = 40.000 \text{ mm}^2$$

$$T_u = \frac{M_u \cdot y}{\Sigma y^2} = \frac{124.109375 \times 50}{40.000} = 15513,67188 \text{ kN}$$

$$T_u/n < \phi R_n$$

$$T_u/n < \phi R_n = \frac{15513,67188}{8} < 61377,92795$$

$$1939,208984 < 61377,92795$$

Jadi, 8 baut mampu menahan momen

Gelagar melintang terhadap rangka batang

$$M_u = 23043111.8 \text{ Nmm}$$

$$V_u = 9407,018135 \text{ kg}$$

Baut tipe A325 (D) = 25 mm toleransi = 3,2 mm

Kuat tarik baja  $f_y = 300 \text{ MPa}$

Kuat Tarik baut  $f_{ub} = 825 \text{ MPa}$

Kuat Tarik plat  $f_{up} = 370 \text{ MPa}$

Tebal pelat  $t_{slab} = 25 \text{ mm}$

Lebar plat  $b_{slab} = 400 \text{ (dilihat dari profil)}$

Jarak terluar baut  $w = 450 \text{ mm}$

$r_l = 0,4 \text{ (drat terkena bidang geser)}$

$m = 1 \text{ (1 bidang geser)}$

1. Menghitung Luas (A)

$$\text{Luas baut (A}_b) = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2$$

$$= 490,87 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas plat (A}_g) = t_{slab} \times b_{slab} = 20 \times 554$$

$$= 11080 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas Netto (A}_a) = 11080 - 2 \times (25 + 3,2) \times 25 =$$

$$10234 \text{ mm}^2$$

2. Meninjau Tahanan Baut

Direncanakan jumlah baut 16 buah

$$\text{Geser } \phi R_n = 121491,2784 \text{ kN}$$

$$V_u = 726,7 \text{ kg}$$

$$f_{uv} = 119,7738749 \text{ kN}$$

$$F_{uv} < \phi R_n$$

$$f_t = 579,4296377 \text{ MPa}$$

$$\text{Tarik } \phi R_n = 213320,1437 \text{ kN}$$

$$\Sigma y^2 = 16 \times (50^2 + 50^2) = 80000 \text{ mm}^2$$

$$T_u = \frac{M_u \cdot y}{\Sigma y^2} = \frac{136.780.440 \times 50}{80000} = 144019,4488 \text{ kN}$$

$$T_u/n < \phi R_n$$

$$\frac{144019,4488}{16} < 213320,1437$$

$$9001,215547 < 213320,1437$$

Jadi, 16 baut mampu menahan momen  
Sambungan rangka batang

**Tabel 1.** Jumlah Baut Sambungan Rangka Batang

Dalam perencanaan digunakan jarak antau baut  $L = 60 \text{ mm}$

Batang	Gaya batang	Jumlah baut
S1 = S71	77830.931	8
S2 = S70	27941.304	8
S3 = S69	77830.931	8
S4 = S68	55882.608	8
S5 = S67	69183.049	8
S6 = S66	80719.323	8
S7 = S65	69183.049	8
S8 = S64	105556.038	8
S9 = S63	60535.168	8
S10 = S62	127288.163	8
S11 = S61	60535.168	8
S12 = S60	149020.289	8
S13 = S59	51887.287	8
S14 = S58	167647.825	10
S15 = S57	51887.287	8
S16 = S56	186275.361	10
S17 = S55	43239.406	8
S18 = S54	201798.307	12
S19 = S53	43239.406	8
S20 = S52	217321.254	12
S21 = S51	34591.525	8
S22 = S50	229739.611	12
S23 = S49	34591.525	8
S24 = S48	242157.969	14
S25 = S47	25943.644	8
S26 = S46	251471.737	14
S27 = S45	25943.644	8
S28 = S44	260785.505	14
S29 = S43	17295.762	8
S30 = S42	266994.684	14
S31 = S41	17295.762	8
S32 = S40	273203.862	16
S33 = S39	8647.881	8
S34 = S38	276308.452	16
S35 = S37	8647.881	8
S36	279413.041	16

Sambungan ikatan angin atas

$$V_u = 458.2281 \text{ kg kg} = 4582.281 \text{ kN}$$

Digunakan diameter baut (D) = 20 mm

Kuat tarik baja  $f_y = 240 \text{ Mpa}$

Kuat tarik baut  $f_{ub} = 825 \text{ Mpa}$

Kuat tarik pelat  $f_{up} = 370 \text{ Mpa}$

Tebal pelat  $t_p = 15 \text{ mm}$

Lebar plat bslab = 125 (dilihat dari profil)  
 m = 2(2 bidang geser)

Menghitung Luat (A)

$$\text{Luas baut (Ab)} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 20^2 = 314 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas plat (Ag)} = \text{tslab} \times \text{bslab} = 15 \times 125 = 1875 \text{ mm}^2$$

Meninjau tahanan baut

$$\begin{aligned} \text{Geser } \phi R_n &= \phi \cdot r_l \cdot f_u b \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,75 \times 0,5 \times 825 \times 2 \times 314 \\ &= 194287,5 \text{ N} = 19,42875 \text{ ton/baut} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tumpu } \phi R_n &= \phi \cdot 2,4 \cdot d \cdot t_p \cdot f_u p \\ &= 0,75 \times 2,4 \times 20 \times 25 \times 370 \\ &= 333000 \text{ N} = 33,3 \text{ ton/baut} \end{aligned}$$

Jumlah baut ditentukan berdasarkan gaya terkecil = 1942,875 kg

$$\Sigma \text{baut yang diperlukan} = \frac{4582,281}{1942,875} = 6,826 \sim 8 \text{ baut}$$

#### PERLETAKAN SENDI

Jari-jari sumbu sendi :

$$\begin{aligned} r &= \frac{0,8 \times P}{\sigma \times l} \\ &= \frac{0,8 \times 173.252,8}{2400 \times 125} = 0,462 \text{ cm} \sim 1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Garis tengah sendi (d1) :

$$d1 = 2 \times r = 2 \times 1 = 2 \text{ cm} \sim \text{diambil } d1 \text{ Min} = 7 \text{ cm}$$

$$d3 = \frac{1}{4} \times d1 = \frac{1}{4} \times 7 = 1,75 \text{ cm} \sim 2 \text{ cm}$$

$$d2 = d1 + (2 \times d3) = 7 + (2 \times 2) = 11 \text{ cm}$$

#### RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana Anggaran Biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan Bangunan atau proyek tersebut.[6] Didapatkan dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya pada perencanaan ulang Jembatan Balak Lowokdoro Kota Malang pada struktur atas sebesar Rp 7.060.000.000,00 (Tujuh Milyar Enam Puluh Juta Rupiah).

#### 4. KESIMPULAN

1. Gelagar memanjang menggunakan WF 300 x 300 x 10 x 15, gelagar melintang menggunakan 400 x 400 x 13 x 21, sedangkan untuk rangka batang horizontal menggunakan 388 x 402 x 15 x 15 dan untuk rangka batang diagonal menggunakan 386 x 299 x 9 x 14. Untuk rangka ikatan angin atas menggunakan Profil L 70 x 70 x 7. Sambungan pada gelagar memanjang menggunakan baut Ø12. Sambungan pada gelagar melintang menggunakan baut Ø25. Sambungan pada rangka batang menggunakan baut Ø20. Sambungan pada ikatan angin atas menggunakan baut Ø20.

2. Pada penulangan plat lantai kendaraan untuk tumpuan menggunakan tulangan Ø12 – 150. Penulangan lapangan menggunakan tulangan Ø12 – 150.

3. Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk merencanakan ulang struktur atas Jembatan Balak Kota Malang sebesar Rp 7.060.000.000,00 (Tujuh Milyar Enam Puluh Juta Rupiah).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hazdhika, H. Wibisono, and S. Bangun, "PERENCANAAN ULANG JEMBATAN TUKAD BANGKUNG KABUPATEN BADUNG, BALI DENGAN METODE CABLE STAYED," vol. XI, pp. 169–176, 2016.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan," *Badan Standardisasi Nas.*, pp. 1–67, 2016.
- [3] BSN, "Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan," *Rsni T-03-2005*, no. 9, p. 5, 2005, [Online]. Available: <https://docs.google.com/file/d/0B-pXeGdiQqo2YjA4ODAzMDctZjY0Yy00Zjg0LTgyMzEtZmQ1ZWYwN2Q2MTNh/edit>
- [4] BSN, "STANDAR PEMBEBANAN UNTUK JEMBATAN," *Rsni T-02-2005*, vol. 13, no. Ii, pp. 166–173, 2005.
- [5] R. Gunawan and Morisco, "Tabel Profil KONSTRUKSI BAJA."
- [6] B. Ibrahim, "Rencana Dan Estimasi Real of Cost," 2001.
- [7] N. Rasidi, D. Ningrum, L. Gusman, and A. Jembatan, "Analisis Alternatif Perkuatan Jembatan Rangka Baja (Studi Kasus : Jembaran Rangka Baja Soekarno-Hatta Malang)," *Eureka J. Penelit. Mhs. Tek. Sipil dan Tek. Kim.*, vol. 1, pp. 1–10, 2017.
- [8] Nawir Rasidi, *Dasar - dasar Struktur Beton Prategang Dasar - dasar Struktur Beton Prategang - NAWIR RASIDI - Google Buku*. 2018.
- [9] Nawir Rasidi, "Perbandingan Pola Retak Dan Lendutan Pada Pelat Beton Menggunakan Tulangan Konvensional Dan Wiremesh," *J. Tek. Ilmu Dan Apl.*, vol. 9, no. 2, pp. 72–75, 2021, doi: 10.33795/jtia.v9i2.37.
- [10] R. R. Andayani, S. Sunarto, and R. Nawir, "MENGUNAKAN GELAGAR CASTELLA BEAM ( Studi Kasus Jembatan Rejosari , Kendenglembu , Banyuwangi )," *J. Online Skripsi*, vol. 1, no. 3, pp. 23–29, 2020.