

# PERENCANAAN ULANG JEMBATAN PERAWANG KABUPATEN SIAK- RIAU

Zainur Zendra<sup>1</sup>, Wardi<sup>2</sup>, Robby Permata<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta Padang

Email : <sup>1</sup>[zainurzendra27@gmail.com](mailto:zainurzendra27@gmail.com) <sup>2</sup>[wardi\\_ubh@yahoo.com](mailto:wardi_ubh@yahoo.com)  
<sup>3</sup>[robbypermata@bunghatta.ac.id](mailto:robbypermata@bunghatta.ac.id)

## ABSTRAK

Jembatan perawang adalah jembatan yang terletak di kabupaten Siak, kota Pekanbaru, Riau. Jembatan perawang membentang sepanjang 382 meter yang terdiri dari 3 bentang dengan bentang utama 180 meter dan 2 x 101 meter pada bentang tepi. Jembatan perawang dibangun untuk mengurangi kemacetan yang terjadi di kabupaten siak. Sistem konstruksi pada pembangunan ini yaitu *balanced cantilever* dengan gelagar boks beton prategang. Peraturan yang digunakan pada pembangunan ini adalah pembebanan jembatan (SNI 1725:2016), perencanaan struktur beton untuk jembatan (RSNI T-12-2004), perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan, (SNI 2833:2016). Prosedur perencanaan meliputi analisa kondisi layan, kondisi ultimate dan analisa struktur pilar. Dari hasil analisa kondisi layan sesuai dengan syarat tegangan yang diizinkan yaitu  $\sigma_t$  (-3,22 MPa) dan  $\sigma_c$  (18,675 MPa), untuk kondisi ultimate nilai kapasitas lentur  $\phi M_n$  (174319,20 kN) besar dari  $M_u$  (58468,5 kN) dan geser  $\phi V_n$  (501,81 kN) besar dari  $V_u$  (489.3 kN) yang terjadi pada struktur memenuhi syarat dan ketentuan. Untuk analisa struktur pilar di analisa sebagai kolom tidak langsing sehingga tidak mengalami pembesaran momen.

**Kata Kunci :** jembatan *balanced cantilever*, beton prategang, standar terbaru

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Jembatan merupakan bagian dari prasarana transportasi yang menghubungkan antara dua jalan yang terpisah, oleh karena itu jembatan mempunyai peranan penting bagi setiap orang dengan kepentingan yang berbeda-beda. Jembatan perawang memiliki bentang utama yaitu 180 m dengan perencanaan gelagar box girder menggunakan metode konstruksi *balanced cantilever* dan beton prategang.

### 2. Tujuan

Merencanakan ulang jembatan Perawang kabupaten Siak-Riau, terhadap peraturan terbaru yakni standar pembebanan jembatan (SNI 1725:2016), standar perencanaan struktur beton untuk jembatan (RSNI-12-2004).

## METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi Penelitian

Secara Geografis Kabupaten Siak terletak pada koordinat 10 16' 30" – 00 20' 49" lintang selatan dan 100 54' 21" 102° 10' 59" Bujur Timur.

### 2. Pengumpulan Data-Data

Proses perencanaan memerlukan data primer yang diperoleh dari pengamatan atau peninjauan langsung di lapangan. Dan data sekunder dari literatur yang berhubungan dengan perhitungan.

### 3. Pengolahan Data

a. Secara umum ada tiga metode konstruksi yang digunakan dalam pekerjaan jembatan yaitu : sistem perancah (*falsework*), sistem peluncuran (*launching*), sistem kantilever (*cantilever*).

- b. Analisis yang digunakan yaitu : metode kantilever (*cantilever*) dengan *form traveller*.
- c. Prosedur perencanaan meliputi analisa kondisi kondisi layan, kondisi ultimate dan analisa kondisi ekstrem (pilar).

2. analisa struktur kondisi ultimate, terdiri atas analisa kapasitas lentur penampang didapat hasil sebagai berikut:

**HASIL dan PEMBAHASAN**

Perencanaan jembatan perawang ini dimulai dari analisis data dimana ada data perencanaan, data bahan, karakteristik materialnya dan menghitung data penampang. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung pembebanan yaitu: beban sendiri (MS), beban mati tambahan (MA), beban lalu lintas (TD), beban rem (TB), beban angin, beban temperatur, dan beban gempa. Untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang terjadi akibat beban-beban yang bekerja, analisis struktur arah longitudinal menggunakan program MidasCivil 2019 dalam bentuk 3D sehingga dapat mendekati model jembatan yang sebenarnya. Prosedur perencanaan meliputi:

- 1. analisa struktur kondisi layan terdiri dari perencanaan tendon akibat lentur dan analisa struktur kondisi tegangan izin.

Analisa perhitungan kapasitas lentur

| Section   | Momen sekunder (kN.m) | Distribusi beban | Analisa Lentur |             |            | Ket |
|-----------|-----------------------|------------------|----------------|-------------|------------|-----|
|           |                       |                  | Mu (kN)        | Mu (kN)     | φ Mu (kN)  |     |
| Mid span  | 1169.77               | 50%              | 58488.5        | 217809.01   | 174318.50  | OK  |
| 1         | 443456.3              | 50%              | 221723.25      | 1363692.067 | 1096073.65 | OK  |
| 2         | -118272.7             | 50%              | -59136.35      | 871400.87   | 685991.7   | OK  |
| 3         | -12962.97             | 50%              | -6481.49       | 871266.73   | 697014.91  | OK  |
| 4         | -49144.13             | 50%              | -24572.07      | 839974.43   | 671899.34  | OK  |
| 5         | -46335.83             | 50%              | -23167.91      | 790398.11   | 632316.49  | OK  |
| 6         | -71274.89             | 50%              | -35637.43      | 74887.30    | 592389.84  | OK  |
| 7         | -187116.37            | 50%              | -93558.14      | 693311.77   | 534893.94  | OK  |
| 8         | -20883.16             | 50%              | -10441.58      | 638975.69   | 519187.95  | OK  |
| 9         | -349926.01            | 50%              | -174963.01     | 603453.96   | 482971.08  | OK  |
| 10        | -271591.91            | 50%              | -135795.96     | 560432.29   | 448345.83  | OK  |
| 11        | -30338.9              | 50%              | -15266.45      | 316639.48   | 413313.38  | OK  |
| 12        | -293844.78            | 50%              | -146922.39     | 485201.08   | 383160.86  | OK  |
| 13        | -301745.16            | 50%              | -150872.58     | 446818.09   | 353728.47  | OK  |
| 14        | -92477.82             | 50%              | -46238.91      | 404539.40   | 323631.56  | OK  |
| 15        | -4002.096             | 50%              | -2001.05       | 367091.09   | 293672.87  | OK  |
| 16        | 74493.23              | 50%              | 37246.62       | 329177.25   | 263341.88  | OK  |
| 17        | 108683.77             | 50%              | 54341.89       | 292221.82   | 234777.68  | OK  |
| 18        | 170170.67             | 50%              | 85085.34       | 238158.04   | 206326.43  | OK  |
| 19        | 197188.89             | 50%              | 98594.43       | 223488.21   | 177900.07  | OK  |
| 20        | 171290.85             | 50%              | 85645.43       | 189916.30   | 175931.02  | OK  |
| Side span | 152286.68             | 50%              | 76143.34       | 184813.18   | 147820.55  | OK  |

Dan perencanaan tulangan geser, ditabel sebagai berikut:

Analisa Perhitungan Kapasitas Geser

| Section     | Gaya Geser (kN) | Distribusi beban | Analisa Geser |          |           | Ket |
|-------------|-----------------|------------------|---------------|----------|-----------|-----|
|             |                 |                  | Vg (kN)       | Vg (kN)  | φ Vg (kN) |     |
| Elemen Span | 978.6           | 50%              | 489.3         | 746.66   | 591.81    | OK  |
| 1           | 32961.3         | 50%              | 16480.65      | 95358.21 | 37600.79  | OK  |
| 2           | 49813.9         | 50%              | 24906.95      | 87348.25 | 30163.79  | OK  |
| 3           | 45273.3         | 50%              | 22636.65      | 83238.96 | 28460.89  | OK  |
| 4           | 42377.8         | 50%              | 21188.9       | 8354.05  | 25479.45  | OK  |
| 5           | 39883.8         | 50%              | 19941.9       | 8084.23  | 23939.48  | OK  |
| 6           | 38718.3         | 50%              | 19359.15      | 7722.04  | 23088.41  | OK  |
| 7           | 37758.7         | 50%              | 18879.35      | 7360.09  | 21998.36  | OK  |
| 8           | 36863.8         | 50%              | 18431.9       | 6998.14  | 20918.32  | OK  |
| 9           | 36046.7         | 50%              | 18023.35      | 6636.19  | 20000.3   | OK  |
| 10          | 35317.4         | 50%              | 17658.7       | 6274.24  | 19127.88  | OK  |
| 11          | 32366.3         | 50%              | 16183.15      | 5912.29  | 18330.03  | OK  |
| 12          | 19310.3         | 50%              | 9655.15       | 5550.34  | 10002.08  | OK  |
| 13          | 18449.9         | 50%              | 9224.95       | 5188.39  | 9880.28   | OK  |
| 14          | 18277.2         | 50%              | 9138.6        | 4826.44  | 9808.48   | OK  |
| 15          | 10180.4         | 50%              | 5090.2        | 4464.49  | 7279.48   | OK  |
| 16          | 7134.8          | 50%              | 3567.4        | 4102.54  | 4954.79   | OK  |
| 17          | 3784.3          | 50%              | 1892.15       | 3740.59  | 2476.28   | OK  |
| 18          | 2218.1          | 50%              | 1109.05       | 3378.64  | 1643.38   | OK  |
| 19          | 4784.2          | 50%              | 2392.1        | 3016.69  | 1628.22   | OK  |
| 20          | 7330.3          | 50%              | 3665.15       | 2654.74  | 1587.35   | OK  |
| Elemen      | 9973.7          | 50%              | 4986.85       | 7529.27  | 5270.49   | OK  |

3. analisa kondisi batas ekstrem (pilar) diperhitungkan untuk memastikan struktur jembatan dapat bertahan akibat beban besar. Terdiri atas:

- a. cek kelangsingan pilar dimana cek terhadap sumbu x dan sumbu y, dari pengecekan tersebut apakah kolom mengalami pembesaran momen apa tidak.
- b. analisa tulangan lentur, dari analisa tersebut didapat jumlah tulangan yang digunakan yaitu 194 D32.
- c. perencanaan tulangan confinement, dari perencanaan tersebut didapat jumlah tulangan yang digunakan yaitu 52 D16.
- d. perhitungan tulangan geser, dari perhitungan tersebut didapat tulangan sengkang pada tumpuan D16-100 dan tulangan sengkang pada lapangan D16-200.

Kontrol Tegangan Saat Kondisi Layan Pada Tumpuan

| Section  | SSKAT AYAH     |                  |                  |               |         | SSKAT BAWAH    |                  |                  |               |          |
|----------|----------------|------------------|------------------|---------------|---------|----------------|------------------|------------------|---------------|----------|
|          | Mu / A (kN/m²) | Pavg / A (kN/m²) | Pavg / L (kN/m²) | Total (kN/m²) | Kontrol | Mu / A (kN/m²) | Pavg / A (kN/m²) | Pavg / L (kN/m²) | Total (kN/m²) | Kontrol  |
| Mid span | 1169.77        | 8841.38          | 8713.36          | 9583.13       | OK      | 37837.19       | 1845.36          | 20918.89         | 18111.84      | OK       |
| 1        | 443456.3       | 1324.87          | 812.85           | 2137.72       | OK      | 24662.98       | 1324.87          | 1484.23          | 26012.08      | OK       |
| 2        | -118272.7      | 1324.87          | 812.85           | 2137.72       | OK      | -23811.37      | 1324.87          | 1484.23          | -21162.73     | OK       |
| 3        | -12962.97      | 1171.73          | 811.41           | 1983.14       | OK      | 14454.81       | 1171.73          | 1331.33          | 15857.87      | OK       |
| 4        | -49144.13      | 798.08           | 772.23           | 1570.31       | OK      | 53318.89       | 798.08           | 8877.21          | 61994.18      | OK       |
| 5        | -46335.83      | 686.67           | 666.11           | 1352.78       | OK      | 45913.89       | 686.67           | 7757.81          | 52757.37      | OK       |
| 6        | -71274.89      | 686.67           | 666.11           | 1352.78       | OK      | 32296.41       | 686.67           | 7757.81          | 33084.22      | OK       |
| 7        | -187116.37     | 598.31           | 582.33           | 1180.64       | OK      | 32891.03       | 598.31           | 6741.89          | 33632.92      | OK       |
| 8        | -20883.16      | 508.81           | 493.83           | 1002.64       | OK      | 25242.99       | 508.81           | 5641.87          | 25814.86      | OK       |
| 9        | -349926.01     | 419.38           | 404.4            | 823.78        | OK      | 41713.84       | 419.38           | 4689.81          | 42193.65      | OK       |
| 10       | -271591.91     | 330.91           | 315.93           | 646.84        | OK      | 32428.86       | 330.91           | 3717.18          | 32809.04      | OK       |
| 11       | -30338.9       | 242.46           | 227.48           | 470.94        | OK      | 4741.76        | 242.46           | 2796.67          | 30138.43      | Tidak ok |
| 12       | -293844.78     | 153.01           | 148.03           | 301.04        | OK      | 33341.81       | 153.01           | 1744.86          | 33524.67      | Tidak ok |
| 13       | -301745.16     | 153.01           | 148.03           | 301.04        | OK      | 25021.85       | 153.01           | 1744.86          | 25194.91      | OK       |
| 14       | -92477.82      | 117.57           | 112.59           | 230.16        | OK      | 10813.47       | 117.57           | 1308.81          | 11001.28      | OK       |
| 15       | -4002.096      | 92.22            | 89.24            | 181.46        | OK      | 14696.47       | 92.22            | 1070.89          | 14813.36      | OK       |
| 16       | 74493.23       | 446.09           | 431.11           | 877.2         | OK      | 5080.78        | 446.09           | 5111.11          | 5617.97       | OK       |
| 17       | 108683.77      | 368.72           | 353.74           | 722.46        | OK      | 21606.38       | 368.72           | 4178.38          | 21985.06      | OK       |
| 18       | 170170.67      | 308.23           | 293.25           | 601.48        | OK      | 24370.22       | 308.23           | 3504.81          | 24725.03      | Tidak ok |
| 19       | 197188.89      | 258.74           | 243.76           | 502.5         | OK      | 18914.89       | 258.74           | 2986.81          | 19213.7       | Tidak ok |
| 20       | 171290.85      | 1842.89          | 1814.82          | 3657.71       | OK      | 12817.84       | 1842.89          | 2122.19          | 14940.03      | Tidak ok |
| Elemen   | 8188.44        | 1121.31          | 1102.27          | 2223.58       | OK      | 30881.13       | 1121.31          | 1318.84          | 32000.04      | Tidak ok |

Kontrol Tegangan Saat Kondisi Tegangan Iain

| Section  | Mu + PR (kN/m) | SSKAT AYAH     |                  |               |         |                | SSKAT BAWAH      |               |         |  |  |
|----------|----------------|----------------|------------------|---------------|---------|----------------|------------------|---------------|---------|--|--|
|          |                | Mu / A (kN/m²) | Pavg / A (kN/m²) | Total (kN/m²) | Kontrol | Mu / A (kN/m²) | Pavg / A (kN/m²) | Total (kN/m²) | Kontrol |  |  |
| Mid span | 744427.9       | 81177.04       | 11138.77         | 92315.81      | OK      | 24780.18       | 1821.78          | 21462.03      | OK      |  |  |
| 1        | 633718.8       | 16349.24       | 917.9            | 17267.14      | OK      | 14843.18       | 16349.24         | 17833.42      | OK      |  |  |
| 2        | 506339.3       | 16349.24       | 917.9            | 17267.14      | OK      | 13851.13       | 16349.24         | 17700.37      | OK      |  |  |
| 3        | 666981.9       | 14432.72       | 1421.13          | 15853.85      | OK      | 13614.63       | 14432.72         | 15797.35      | OK      |  |  |
| 4        | 319737.2       | 136714.84      | 8073.32          | 144388.16     | OK      | 13191.91       | 136714.84        | 148106.75     | OK      |  |  |
| 5        | 319737.2       | 136714.84      | 8073.32          | 144388.16     | OK      | 13124.18       | 136714.84        | 147839.02     | OK      |  |  |
| 6        | 388711.3       | 72883.72       | 4881.13          | 77764.85      | OK      | 15868.43       | 72883.72         | 88752.15      | OK      |  |  |
| 7        | 273699.3       | 109993.36      | 5896.73          | 115890.09     | OK      | 10990.03       | 109993.36        | 120983.39     | OK      |  |  |
| 8        | 248073.2       | 145118.4       | 4389.88          | 150008.28     | OK      | 9200.69        | 145118.4         | 154319.09     | OK      |  |  |
| 9        | 305332.4       | 82433.84       | 5371.19          | 87805.03      | OK      | 11915.06       | 82433.84         | 94348.9       | OK      |  |  |
| 10       | 117768.2       | 39368.22       | 2571.19          | 41949.41      | OK      | 4576.46        | 39368.22         | 43944.68      | OK      |  |  |
| 11       | 72261.7        | 23862.72       | 1561.89          | 25424.61      | OK      | 4121.18        | 23862.72         | 27983.9       | OK      |  |  |
| 12       | 186862.8       | 31712.52       | 1968.09          | 33680.61      | OK      | 23561.18       | 31712.52         | 34063.7       | OK      |  |  |
| 13       | 38371.7        | 11918.26       | 789.24           | 12707.5       | OK      | 4091.98        | 11918.26         | 16010.24      | OK      |  |  |
| 14       | 181468.4       | 7471.18        | 411.38           | 7882.56       | OK      | 1621.41        | 7471.18          | 9092.59       | OK      |  |  |
| 15       | 364442.3       | 49143.9        | 1859.38          | 50993.28      | OK      | 14889.24       | 49143.9          | 64033.14      | OK      |  |  |
| 16       | 281411.3       | 41110.8        | 1489.53          | 46590.33      | OK      | 18888.08       | 41110.8          | 59998.88      | OK      |  |  |
| 17       | 307929.8       | 24968.48       | 1316.28          | 26284.76      | OK      | 33808.18       | 24968.48         | 28374.66      | OK      |  |  |
| 18       | 214745         | 40217.93       | 1839.45          | 42057.38      | OK      | 21779.7        | 40217.93         | 41937.63      | OK      |  |  |
| 19       | 214807         | 41247.38       | 1928.17          | 42415.55      | OK      | 24303.13       | 41247.38         | 45550.51      | OK      |  |  |
| 20       | 292918.4       | 8280.81        | 4662.43          | 12941.24      | OK      | 22577.89       | 8280.81          | 10858.7       | OK      |  |  |
| Elemen   | 176847.8       | 34972.8        | 1818.24          | 36191.04      | OK      | 30885.7        | 34972.8          | 37868.46      | OK      |  |  |

## KESIMPULAN

1. Dari hasil analisa yang terjadi pada kondisi layan dengan menghitung tegangan yang terjadi pada struktur dan membandingkan dengan tegangan ijin. Lalu dilakukan pengecekan tegangan dan dikontrol pada kondisi service yaitu  $\sigma = 18.675$  MPa dan  $\sigma = -3.22$  MPa.
2. Dengan perencanaan menggunakan peta gempa 2017 dan SNI 2833-2016 perencanaan jembatan terhadap beban gempa diperoleh klasifikasi situs untuk jembatan perawang adalah jenis tanah lunak (SE).
3. Kabel strand mengacu pada ASTM A416 dengan spesifikasi, yaitu diameter strand 0,6''(15,24 mm), luas penampang nominal satu strand (As) 140  $m^2$  dengan longitudinal dalam satu tendon adalah 22 strands  $\emptyset$  0,6.
4. Dari hasil perencanaan pada kondisi ultimate, untuk kapasitas lentur dan kapasitas geser yang terjadi pada penampang *box girder* menggunakan *balanced cantilever* sesuai dengan syarat dan ketentuan. Dimana untuk kapasitas lentur nilai  $\emptyset Mn > Mu$  dan kapasitas geser  $\emptyset Vn > Vu$ .

**Kata Kunci :** jembatan *balanced cantilever*, beton prategang, standar terbaru

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Perencanaan struktur beton untuk jembatan (RSNI T-12-2004)*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Standar Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725:2016)*. Badan Litbag Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*.

- Badan Litbag Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa (SNI 2833:2016)*. Badan Litbag Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- Supriyadi, B. & Muntohar, A.S. 2007. *Jembatan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Johanes, dkk. 2013. *Jembatan Box Girder Segmental*. Semarang.
- Taly, Narendra. 2013. *Highway Bridge Superstructure Engineering:LRFD Approaches To Design And Analysis*. Florida: CRC Press.
- Nawy, E.G. 2001. *Beton Prategang Suatu Pendekatan Mendasar*. Erlangga. Jakarta.
- Budiadi, Andri. 2008. *Desain Praktis Beton Prategang*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- H. Suseno. 2017. *Bahan Bangunan Teknik Sipil*. Malang: Penerbit Bargie Media.
- Chen, Wei. Fah. dan Duan, Lian. 2014 *Bridge Engineering Handbook, Second Edition*. Taylor and Francis Group.