

**Desain Struktur Jembatan Komposit Sungai Pengalir Berdasarkan Pembebanan SNI 1725:2016
(Studi Kasus : Desa Sei. Injab, Kelurahan Terkul, Kecamatan Rupal)**

Indriyani Puluhulawa¹, Fany Razita Harahap²
Program Studi DIV- Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil,
Politeknik Negeri Bengkalis^(1, 2)
Indriyani_p@polbeng.ac.id¹, fanyrazita@gmail.com²

Abstract

Pengalir River Bridge is located in Sei. Injab village, Terkul Village, Rupal District. It built in 2013 using the RSNI T-02-2005 for bridge loading standard. After RSNI T-02-2005 has been updated to SNI 1725:2016, this paper aims to use the loading standard from SNI 1725:2016 using type of bridge composite structure. New design purposes to determine the effective dimensions using the loading standard from SNI 1725:2016. The design also uses combination of SNI T-03-2005 for bridge steel and RSNI T-12-2004 for bridge concrete bridge. Design results obtain a span length of 42 m with a width of 7,5 m and two continuous spans. The girder profile uses WF 1200.300.18.30 as many as 6 girders. Shear connector is high strength A325 bolt with D-19 mm and 125 mm high.

Keywords : Bridge, Composite Girder, SNI 1725:2016

1. PENDAHULUAN.

Dalam Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan, jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai penghubung dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, lembah dan selat atau laut, jalan raya dan jalan kereta api. (Kementrian PUPR)

Salah satu jenis jembatan yang sering digunakan di Indonesia adalah jembatan komposit. Jembatan yang terdiri dari kombinasi antara bahan konstruksi baja dengan beton bertulang, dimana pelat lantai jembatan yang dihubungkan dengan balok baja menggunakan penghubung geser (*stud connector*) sehingga akan menghasilkan struktur komposit..

Jembatan Sungai Pengalir terletak di Desa Sei. Injab, Kelurahan Terkul, Kecamatan Rupal, dibangun pada tahun 2013 menggunakan standar pembebanan jembatan RSNI T-02-2005 dengan tipe struktur beton bertulang. Memiliki panjang 40 m yang terdiri dari 2 bentang yang panjang setiap bentangnya yaitu 20 m serta lebar 6,5 m. Kondisi jembatan tersebut masih bagus dan masih layak untuk dilewati oleh kendaraan.



Gambar 1. Kondisi *existing* jembatan

Seiring berjalannya waktu, standar pembebanan untuk jembatan RSNI T-02-2005 telah diperbarui menjadi SNI 1725:2016. Beberapa ketentuan teknis yang diperbarui antara lain distribusi beban D dalam arah melintang, faktor distribusi beban T, kombinasi beban, beban gempa, beban angin, dan fatik. Sejak dikeluarkannya standar pembebanan terbaru, perencanaan jembatan harus menyesuaikan perubahan yang terjadi pada standar tersebut. Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah merancang ulang struktur jembatan sungai pengalir

menggunakan tipe struktur lain yaitu struktur komposit dengan menggunakan standar pembebanan untuk jembatan SNI 1725:2016.

2. TINJAUAN PUSTAKA

- a. Struktur komposit antara pelat beton dan balok baja merupakan struktur yang memanfaatkan kelebihan dari beton dan baja yang bekerja bersama-sama sebagai satu kesatuan. Kelebihannya adalah beton kuat terhadap tekan, dan baja kuat terhadap tarik. (Galambos, 1998)
- b. Kajian Terdahulu
Adapun kajian penelitian yang memiliki hubungan yang serupa dengan penelitian yang dilakukan, diantaranya :
 1. Penelitian pertama yang menjadi referensi penulis adalah jurnal penelitian yang berjudul “Perencanaan Struktur Atas Jembatan Sungai Nipah Desa Darul Aman Menggunakan Struktur Komposit”. Dari hasil analisis serta perhitungan diperoleh kekuatan pelat badan dalam menahan gaya terpusat adalah sebesar 2027 kN.m sedangkan gaya geser maksimal yang terjadi pada daerah tumpuan adalah sebesar 280 kN dari gaya maksimal sebesar 2480 kN. Digunakan *girder* baja utama 5 buah profil baja dengan tipe WF 800×300×14×26 mm dengan jarak antar *girder* 1,125 m. shear connector yang digunakan adalah stud dengan ukuran Diameter 18 mm dengan jumlah 2 buah dalam satu baris. (Aspaliza., Nur, 2018)
 2. Penelitian kedua yang menjadi referensi penulis adalah jurnal penelitian yang berjudul “Perancangan Ulang Struktur Atas Jembatan Jalan Datuk Laksamana Dengan Struktur Komposit Menggunakan Sni 1725-2016”. Dari hasil perhitungan perencanaan analisa perencanaan pembebanan struktur atas jembatan diperoleh momen ultimit sebesar 4302,7 kN.m dan gaya geser ultimit sebesar 725,35 kN. Berdasarkan hasil perencanaan dimensi didapat dimensi perencanaan antara lain : tebal slab 200 mm, lebar trotoar 750 mm, ukuran besi railing 3”, ukuran *girder* yang digunakan ukuran profil WF 900 × 300 × 16 × 28 mm, ukuran diafragma yang digunakan ukuran profil WF 500 × 200 × 10 × 16 mm, *stud connector* dengan diameter 19 mm dengan tinggi 120 mm. (Johari., Muhammad., 2020)
- c. Penentuan dimensi I *girder* (*Preliminary Design Girder*) terdapat dalam *AASHTO Edition 12th* Tahun 2012, tinggi minimum untuk I-*girder* bentang menerus adalah $0,027L$. Tebal minimum pelat badan sebesar 1,6 mm dan harus memenuhi syarat $\frac{D}{t_w} \leq 150$. Sedangkan tebal minimum *flens* sebesar 25 mm, dan harus memenuhi syarat $t_{f1} \geq 1,1 \times t_w$.
- d. *Shear Connector*
Pada struktur komposit terdapat gaya geser horizontal yang timbul selama pembebanan. Gaya geser yang terjadi antar pelat beton dan balok baja akan dipikul oleh sejumlah penghubung geser. Adanya penghubung geser menyebabkan balok baja dan beton di atasnya bekerja secara integral. (Zuhri, 2011).
Penghubung geser (*shear connector*) memberikan pengaruh terhadap elemen balok baja, dalam menahan gaya geser yang terjadi antara balok baja dan pelat beton. Balok baja dan pelat beton yang tidak dihubungkan dengan penghubung geser memiliki tegangan yang lebih besar karena elemen profil dan plat belum menyatu sehingga tegangan yang dihasilkan masih bersifat sendiri-sendiri. (Tumimomor *et al.*, 2016). Secara umum, penghubung geser terbuat dari baja yang dilas atau dibaut ke sayap atas baja dan ditanam pada beton.
- e. Sambungan Gelagar Memanjang
Jembatan komposit biasanya terdapat sambungan *girder* yang menghubungkan antara *girder*. Sambungan *girder* ditandai pemakaian baut yang relatif banyak dan bentuk

yang simetris terhadap sumbu penampang. Sambungan pelat badan atau pelat sayap dipasang minimum dengan dua baris baut setiap sisinya sehingga akan memudahkan pemasangan dan menjaga stabilitas selama proses pengerjaan berlangsung. (Dewobroto, Wiryanto 2010)

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Perencanaan

Jembatan yang akan didesain berada di Desa Sei. Injab, Kelurahan Terkul, Kecamatan Rupert, Kabupaten Bengkalis. Berikut ini adalah gambar lokasi Jembatan Sungai pengalir :



Gambar 2. Lokasi Jembatan Sungai Pengalir

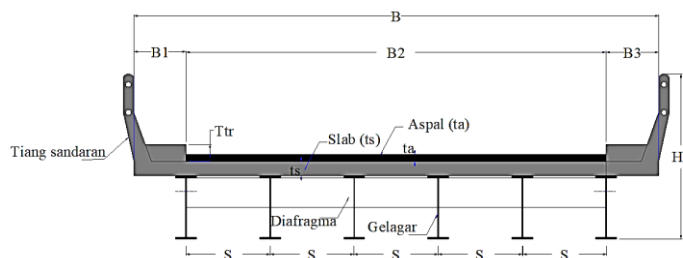
Metode Perencanaan

Adapun metode perencanaan jembatan struktur komposit yang dilakukan adalah, sebagai berikut.

- Menentukan dimensi profil *girder* berdasarkan *AASHTO 6th Edition 2012*
- Menentukan lebar efektif berdasarkan Standar Struktur baja *RSNI T-03-2005*
- Menghitung syarat kelangsingan profil
- Mendefinisikan beban Melakukan analisa pembebanan pada *girder*
- Menghitung kombinasi pembebanan pada *girder* berdasarkan *SNI 1725:2016*
- Pemeriksaan persyaratan terhadap momen lentur dan gaya geser dari profil yang dipilih.
- Merencanakan kebutuhan penghubung geser (*Stud Connector*) dan sambungan pada *girder*.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Awal Perencanaan



Gambar 3. Sketsa penampang melintang jembatan

Jelaskan dalam paragraph kalau bisa, diperoleh dari survey. Data awal yang digunakan dalam medesain jembatan adalah sebagai berikut:

- Panjang total jembatan, $(L) = 42 \text{ m}$
 - Panjang bentang ke-1, $(L1) = 21 \text{ m}$
 - Panjang bentang ke-2, $(L2) = 21 \text{ m}$
- Tebal aspal, $(ta) = 0,05 \text{ m}$
- Tebal *overlay*, $(tov) = 0,05 \text{ m}$

- d. Tebal genangan air hujan, (th) = 0,05 m
- e. Jarak antar girder, (S) = 1,2 m
- f. Lebar lajur lalu lintas, (B₁) = 6 m
- g. Lebar trotoar, (B₂) = 0,75 m
- h. Lebar total jembatan, (B) = 7,5 m

Perencanaan Girder Komposit

Perencanaan girder komposit meliputi beberapa tahapan, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Preliminary Design Girder*

Panjang bentang jembatan adalah 42 m, maka tinggi girder (D) adalah $0,027 \times 42 \text{ m} = 1,134 \text{ m}$ sehingga digunakan tinggi girder sebesar 1,2 m.

Pada perencanaan ini diambil ketebalan web sebesar 18 mm. Tebal pelat harus memenuhi syarat sebagai berikut:

$$\frac{D}{t_w} \leq 150 \tag{1}$$

66,67 mm ≤ 150

Dari hasil perhitungan syarat diperoleh $\frac{D}{t_w} \leq 150$, maka tebal web dapat digunakan.

Lebar flens (b_{tf}) yang akan digunakan sebesar 300 mm. Lebar flens harus memenuhi syarat sebagai berikut:

$$b_{tf} \geq \frac{D}{6} \tag{2}$$

300 mm $\geq 200 \text{ mm}$

Dari hasil perhitungan syarat diperoleh $b_{tf} \geq \frac{D}{6}$, maka lebar flens dapat digunakan.

maka digunakan ketebalan flens sebesar 30 mm. Tebal flens harus memenuhi syarat sebagai berikut:

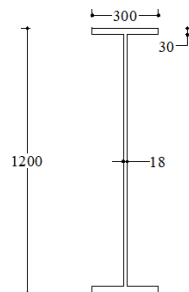
$$t_{tf} \geq 1,1 \times t_w \tag{3}$$

30 mm $\geq 19,8 \text{ mm}$

Dari hasil perhitungan syarat diperoleh $t_{tf} \geq 1,1 \times t_w$, maka lebar flens dapat digunakan. Maka diperoleh dimensi profil baja yang akan digunakan yaitu WF 1200.300.18.30.

Dengan bentang menerus diperoleh dimensi girder yang digunakan dengan tinggi 2000 mm ketebalan badan 20 mm, lebar sayap 500 mm ketebalan 25 mm dengan panjang bentang jembatan 42 m + 55 m + 42 mm. Dapat disimpulkan bahwa panjang bentang dapat mempengaruhi dimensi profil yang diperoleh. (Mukhlis, 2019)

b. Data profil baja



Gambar 4. Dimensi I-Girder

Spesifikasi profil dengan dimensi 1200 x 300 x 18 x 30 adalah sebagai berikut:

- Berat profil (G) = 302,32 kg/m
- Luasan Profil = 385,2 mm²
- Inersia arah x = 8383716000 mm⁴

c. Penentuan Lebar Efektif

Berdasarkan RSNI T-03-2005, lebar efektif *slab* beton ditentukan dari nilai terkecil berikut ini:

$$L/7 = 6000 \text{ mm} \quad (4)$$

$$S = 1200 \text{ mm} \quad (5)$$

$$12 \times t_s = 2400 \text{ mm} \quad (6)$$

Sehingga, digunakan lebar efektif *slab* beton (Be) = 1200 mm

d. Syarat kelangsingan profil

Syarat kelangsingan profil terdiri dari 2 jenis yaitu kompak dan tak kompak. *Girder* baja yang digunakan termasuk kategori kompak apabila nilai kelangsingan sayap $\lambda_f < \lambda_p$ dan kelangsingan badan $\lambda_w < \lambda_p$, termasuk kategori tidak kompak apabila $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$:

1) Persyaratan kelangsingan sayap

Kelangsingan pelat badan (λ_w) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\lambda_f = \frac{b_f}{(2 \times t_f)} = 5,00 \quad (7)$$

Nilai maksimum kelangsingan sayap untuk penampang kompak dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = 8,40 \quad (8)$$

Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh nilai kelangsingan sayap $\lambda_f < \lambda_p = 5,00 < 8,40$. Maka pelat sayap termasuk kategori penampang kompak.

2) Persyaratan kelangsingan badan

Kelangsingan pada pelat badan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w} = 63,33 \quad (9)$$

Kelangsingan pelat badan maksimum untuk penampang kompak adalah sebagai berikut.

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = 82,97 \quad (10)$$

Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh nilai kelangsingan badan $\lambda_p < \lambda_w = 82,97 < 63,33$. Maka pelat sayap termasuk kategori penampang kompak.

e. Analisa Pembebanan pada *Girder*

Analisa pembebanan pada *girder* jembatan Sungai Pengalir mengacu pada Pembebanan SNI 1725:2016, yang terdiri dari beberapa beban meliputi berat sendiri (MS), beban mati tambahan (MA), beban lajur "D" (T_D), gaya rem (T_B), beban akibat pengaruh temperatur (ET), dan beban angin (E_w). Analisa pembebanan akan menghasilkan momen dan gaya geser, perhitungan momen dan gaya geser merupakan hasil pengalihan dari koefisien, beban dan panjang jembatan.

Hasil rekapitan perhitungan beban pada *girder* jembatan dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi momen dan gaya geser maksimum

| No | Jenis beban | Mu maks (kNm) | Vu maks (kN) |
|----|----------------------------|---------------|--------------|
| 1 | Berat sendiri beton (MS) | 189,00 | 63,00 |
| | Berat sendiri baja (MS) | 95,25 | 37,69 |
| 2 | Mati tambahan (MA) | 60,10 | 3,64 |
| 3 | Beban lajur (TD) | 743,17 | 163,56 |
| 4 | Gaya Rem (TB) | 149,33 | 14,22 |
| 5 | Beban Angin (EWs) | 0,45 | 0,27 |
| 6 | Beban Angin (EWi) | 1,93 | 0,02 |
| 7 | Susut dan rangkai (SH) | 230,19 | 0 |

f. Kombinasi Pembebanan pada *Girder* Jembatan

Kombinasi pembebanan dilakukan untuk mendapatkan momen ultimit dan gaya geser ultimit pada *girder* jembatan. Kombinasi pembebanan diperoleh dari perkalian setiap

faktor beban dengan momen ultimit dan geser ultimit. Hasil perhitungan kombinasi pembebanan dirangkum pada Tabel 2 untuk momen ultimit dan Tabel 3 geser ultimit. sebagai berikut:

Tabel 2. Kombinasi momen ultimit (Mu)

| Jenis Beban | Kuat I | Kuat II | Kuat III | Kuat IV | Kuat V | Exstrem I | Exstrem II | Layan I | Layan II | Layan III | Layan IV |
|---------------------|--------|---------|----------|---------|--------|-----------|------------|---------|----------|-----------|----------|
| Berat sendiri beton | 245,7 | 245,7 | 245,7 | 245,7 | 245,7 | 245,7 | 245,7 | 189,0 | 189,0 | 189,0 | 189,0 |
| Berat sendiri baja | 104,8 | 104,8 | 104,8 | 104,8 | 104,8 | 104,8 | 104,8 | 95,3 | 95,3 | 95,3 | 95,25 |
| Mati tambahan | 120,2 | 120,2 | 120,2 | 120,2 | 120,2 | 120,2 | 120,2 | 60,1 | 60,1 | 60,1 | 60,10 |
| Lajur | 1337,7 | 1040,4 | | | | 222,9 | 371,6 | 743,2 | 966,1 | 1337,7 | |
| Rem | 268,8 | 209,1 | | | | | 74,6 | 149,3 | 194,1 | 268,8 | |
| Beban Angin (EWs) | | | 0,63 | | 0,2 | | | 0,45 | | | 0,32 |
| Beban Angin (EWi) | | | | | 1,9 | | | 0,58 | | | |
| Susut dan rangkai | 115,10 | 115,1 | 115,1 | 115,1 | 115,1 | 115,1 | 115,1 | 230,2 | 230,2 | 230,2 | 230,2 |
| Total | 2192,3 | 1835,3 | 586,4 | 585,8 | 587,9 | 693,6 | 1032,0 | 1468,1 | 1734,8 | 2181,0 | 574,9 |

Tabel 3. Kombinasi gaya geser ultimit (Vu)

| Jenis Beban | Kuat I | Kuat II | Kuat III | Kuat IV | Kuat V | Exstrem I | Exstream II | Layan I | Layan II | Layan III | Layan IV |
|---------------------|--------|---------|----------|---------|--------|-----------|-------------|---------|----------|-----------|----------|
| Berat sendiri beton | 81,9 | 81,9 | 81,9 | 81,9 | 81,9 | 81,9 | 81,9 | 63,0 | 63,0 | 63,0 | 63,0 |
| Berat sendiri baja | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 69,3 | 41,5 | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,7 |
| Mati tambahan | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 1,1 | 7,3 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| Lajur | 292,6 | 227,6 | | | | 48,8 | 81,3 | 162,6 | 211,3 | 292,6 | |
| Rem | 25,6 | 19,9 | | | | | 7,1 | 14,2 | 18,5 | 25,6 | |
| Beban Angin (EWs) | | | 0,4 | | 0,1 | | | 0,3 | | | 0,2 |
| Beban Angin (EWi) | | | | | | | | 0,0 | | | |
| Susut dan rangkai | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 448,9 | 378,1 | 206,6 | 130,6 | 206,4 | 201,1 | 219,0 | 281,4 | 334,2 | 422,5 | 331,8 |

Dari hasil perhitungan kombinasi momen dan geser pada Tabel 5 dan Tabel 6, diperoleh momen ultimit (Mu) dan geser ultimit (Vu) terbesar di kuat I secara berturut-turut sebesar 2192,3 kNm dan 448,9 kN.

g. Pemeriksaan persyaratan terhadap momen lentur dan gaya geser

1) Momen lentur

$$M_n = C_x \left(Y_2 + \frac{1}{2} d \right) + (C_{sf} \times y_f) + (C_{sw} \times y_w) \quad (11)$$

$$= 13179,1 \text{ kN}$$

$$\phi M_n = 11861,2 \text{ kN}$$

$$\text{Dengan syarat: } \mu \text{ rencana} < \phi M_n$$

$$2192,3 \text{ kN} < 11861,2 \text{ kN}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai ϕM_n sebesar 11861,2 kN dimana nilai tersebut lebih besar dari nilai μ rencana 2192,3 kN, sehingga *girder* komposit mampu menahan gaya lentur.

2) Gaya geser

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w = 5313,6 \text{ kN} \quad (12)$$

$$\phi V_n = 1,0 \times V_n = 4782,24 \text{ kN}$$

Dengan syarat: $V_u \text{ rencana} < \phi V_n$
 $448,9 \text{ kN} < 4782,24 \text{ kN}$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai ϕV_n 4782,24 kN sebesar dimana nilai tersebut lebih besar dari nilai V_u rencana sebesar 448,9 kN, sehingga *girder* komposit mampu menahan gaya geser.

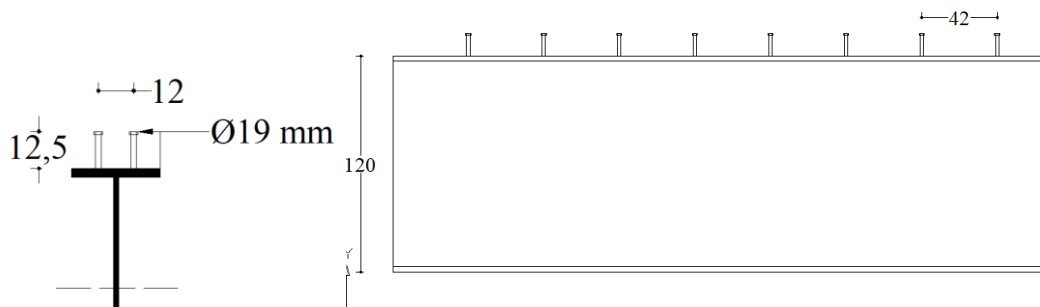
h. Perencanaan Stud Connector

Dalam perencanaan *stud connector*, diameter yang digunakan adalah 19 mm dengan tinggi 125 mm. $V_h = C_c = 5079600 \text{ N}$ dipilih berdasarkan dan kuat geser 1 buah *stud connector* (Q_n) sebesar 108334,187 N. Jumlah *stud connector* yang diperlukan dihitung sebagai berikut:

$$N = \frac{V_h}{Q_n} = 46,88 \text{ buah} \approx 50 \text{ buah} \quad (13)$$

Diperoleh jumlah *stud connector* yang diperlukan untuk 1/2 bentang jembatan adalah 50 buah. Digunakan 100 buah untuk sepanjang jembatan dalam 1 baris. Jarak longitudinal untuk 1 buah *stud connector* yang dipasang tiap penampang melintang dihitung sebagai berikut:

$$S = \frac{L}{(2 \times N)} = 420 \text{ mm} \quad (14)$$

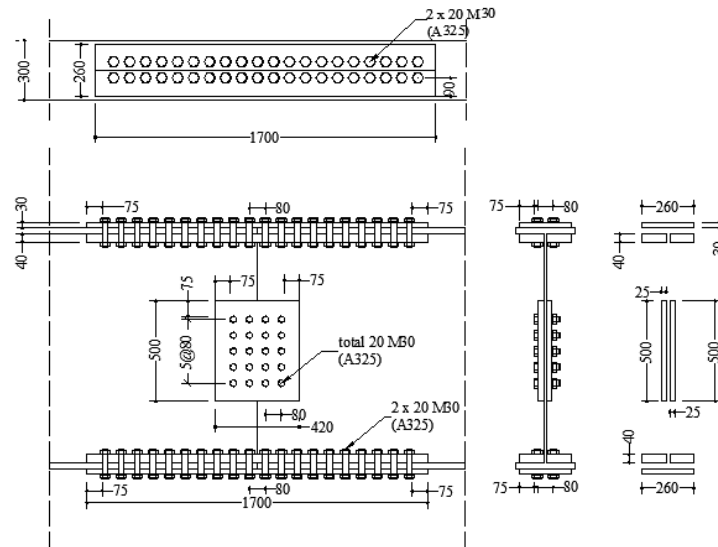


Gambar 4. Pemasangan *stud connector* pada *girder* utama

i. Perencanaan Sambungan *Girder* Memanjang

Pada perencanaan sambungan *girder* memanjang, menggunakan diameter baut 30 mm dengan tipe A325. Dengan bentang 42 m,

Dari analisa kuat *slip-kritis* baut M30, diperoleh jumlah baut bagian sayap dan badan sebesar 40 buah baut untuk 2 baris dan 20 buah untuk 4 baris. Dengan pemasangan jarak antar baut 80 mm dan jarak baut ke tepi pelat 75 mm. Diperoleh dimensi pelat penyambung yang digunakan pada bagian sayap 1700 x 260 x 30 dan 1700 x 260 x 40. Sedangkan dimensi pelat penyambung pada bagian badan 500 x 420 x 25.



Gambar 5. Pemasangan *stud connector* pada girder utama

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Digunakan 6 buah girder dengan jarak antar girder 1,2 m dengan momen ultimit (M_u) dan geser ultimit (V_u) secara berturut-turut sebesar 2192,3 kNm dan 448,9 kN.
- Berdasarkan hasil dari perhitungan *preliminary design* baja diperoleh dimensi profil girder utama WF 1200.300.18.30, *stud connector* yang digunakan dengan diameter 19 mm dan tinggi 125 mm. Jumlah *stud connector* yang diperlukan untuk $\frac{1}{2}$ bentang jembatan adalah 50 buah. Digunakan 100 buah untuk sepanjang jembatan dalam 1 baris.
- Sambungan memanjang girder menggunakan diameter baut 30 mm dengan tipe baut mutu tinggi A325. Diperoleh jumlah baut pada sayap dan badan sebanyak 40 buah dan 20 buah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (2012), *AASHTO LRFD Bridge Design Specification*, Washington, DC.
- Aspaliza, Nur (2017), *Perencanaan Struktur Atas Jembatan Sungai Nipah Desa Darul Aman Menggunakan Struktur Komposit*, Politeknik Negeri Bengkalis.
- Badan Standarisasi Nasional (2005), *Perencanaan Baja*, RSNI T-03-2005, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (2016), *Pembebanan Untuk Jembatan*, SNI 1725:2016, Jakarta
- Dewobroto, Wiryanto (2016), *Struktur Baja*, Edisi Kedua
- Galambos, T. V. (Ed.). (1998). *Guide to stability design criteria for metal structures*. John Wiley & Sons.
- Johari., Muhammad (2020), *Perancangan Ulang Struktur Atas Jembatan Jalan Datuk Laksamana dengan Struktur Komposit Menggunakan SNI 1725-2016*, Politeknik Negeri Bengkalis.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2015), *Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan*, Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil, Jakarta.
- Mukhlis, (2019), *Analisis I-Girder Menggunakan Standar AASHTO LRFD 2012*, Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil, Padang.
- Tumimomor, M. E., Dapas, S. O., & Mondoringin, M. R. (2016). Analisis Penghubung Geser (Shear Connector) pada Balok Baja dan Pelat Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 4(8), 461-470.
- Zuhri. (2011) *Sistim struktur pada bangunan bertingkat*. Klaten: Yayasan Humaniora.