

## Studi Penggunaan *Link Slab* Pada Jembatan Komposit Bentang 14 & 18 m

Dina Dwi Lestari<sup>1</sup>

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email: [dinadwils0997@gmail.com](mailto:dinadwils0997@gmail.com)

Ibnusina Wirakusuma<sup>2</sup>

Inspektorat Daerah Pemerintah Kabupaten Sidoarjo

E-mail: [ibnusina.wirakusuma@gmail.com](mailto:ibnusina.wirakusuma@gmail.com)

### Abstrak

Jembatan merupakan sebuah konstruksi bangunan penghubung kedua daratan yang biasanya dibangun dengan formasi sistem konstruksi perletakan sederhana, dimana struktur antara abutment dengan lantai kendaraan maupun dengan lantai kendaraan dengan lantai kendaraan dihubungkan dengan sebuah konstruksi bernama Expansion Joint. Penghubungan siar dengan menggunakan Expansion Joint dinilai memberikan beberapa permasalahan, diantaranya dapat menimbulkan korosi yang dapat mengurangi usia struktur bangunan jembatan dan memberikan ketidaknyamanan pada pengguna jembatan dikarenakan getaran yang ditimbulkan pada saat melintas diatas Expansion Joint, oleh karena itu pada studi ini, penulis melakukan studi penggunaan Expansion Joint yang digantikan dengan menggunakan metode baru yakni dengan menggunakan Link Slab. Link Slab sendiri merupakan penghubung untuk menutup siar jembatan yang menggunakan konstruksi lantai terus menerus. Pada studi ini, penggunaan Link Slab dilakukan pada jembatan komposit dengan bentang jembatan 14 m dan 18 m, studi ini beracuan pada peraturan SNI-1725-2016 dan RSNI-05-2005. Hasil dari studi penggunaan link slab pada stuktur jembatan komposit ini yakni memperoleh panjang link slab, panjang debonding zone pada link slab, tebal link slab, pengaruh rotasi pada panang link slab, serta pengaruh penulangan pada link slab.

**Kata kunci:** Expansion Joint, Jembatan Komposit, Link Slab, Penulangan Link Slab.

### Abstract

The bridge is a building construction that connects the two lands which is usually built with a simple laying system, where the structure between the abutment and the vehicle floor or the vehicle floor with the vehicle floor with a construction called Expansion Joint. Broadcast connections using Expansion Joints are considered to provide a problem, including corrosion that can reduce the age of the bridge building and have an impact on users due to vibrations caused when crossing over the Expansion Joint, therefore in this study, the use of Expansion Joints is used. by using a new method, namely by using the Link Slab. Link Slab itself is a link to cover the broadcast bridge that uses a continuous floor construction. In this study, the use of the Link Slab was carried out on a composite bridge with a span of 14 m and 18 m, this study refers to the regulations of SNI-1725-2016 and RSNI-05-2005. The results of the study using the link slab in this composite composite structure are to obtain the length of the link slab, the length of the Debonding Zone on the Link Slab, the thickness of the Link Slab, the effect of rotation on the link slab length, and the effect of reinforcement on the Link Slab.

**Keywords:** Composite Bridges, Expansion Joint, Link Slab, Reinforcement of Link Slab.

## 1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan sebuah konstruksi bangunan penghubung kedua daratan yang biasanya dibangun dengan formasi sistem konstruksi perletakan sederhana, dimana struktur antara abutment dengan lantai kendaraan maupun dengan lantai kendaraan dengan lantai kendaraan dihubungkan dengan sebuah konstruksi bernama *Expansion Joint*. Penghubungan siar dengan menggunakan *Expansion Joint* dinilai memberikan beberapa permasalahan, diantaranya dapat menimbulkan korosi yang dapat mengurangi usia struktur bangunan jembatan dan memberikan ketidaknyamanan pada pengguna jembatan dikarenakan getaran yang ditimbulkan pada saat melintas diatas *Expansion Joint*, oleh karena itu pada studi ini, penulis melakukan studi penggunaan *Expansion Joint* yang digantikan dengan menggunakan metode baru yakni dengan menggunakan *Link Slab*.

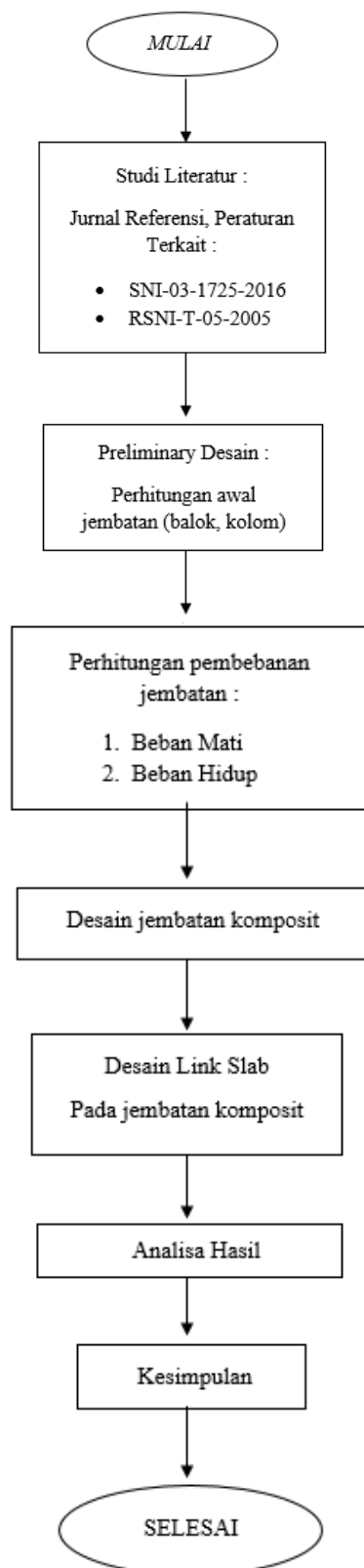
Penelitian *Link Slab* berawal dari penelitian A. Canner, E. Dogan dan P.Zia pada tahun 1998, dalam penelitian tersebut A. Canner, E Dogan dan P.Zia menyimpulkan bahwa *link slab* menerima lebih banyak gaya lentur daripada gaya tarik aksial yang disebabkan beban lalu lintas yang ada, retak yang terjadi pada bagian atas *link slab* merupakan akibat adanya momen negatif pada daerah perletakan. Untuk balok baja lebar retak maksimum adalah 0.012” atau sekitar 0.3 mm saat 40 % beban *ultimate* dan 0.030” atau sekitar 0.8 mm saat 67 % beban *ultimate*. Dan rotasi yang diharapkan maksimum 0.0015 rad. Penggunaan *Link Slab* dapat menggantikan masalah yang disebabkan oleh kerusakan pada sambungan *Expansion Joint*. Penelitian *Link Slab* semakin berkembang sehingga pada penelitian Hong, Yu pada 2014 dapat ditentukan perhitungan *Link Slab* yang lebih efisien dimana *Link Slab* sendiri memiliki dua area, yang pertama luas pelat penghubung atau luasan *Link Slab* dan luas Debonding Zone yang dapat didapatkan dengan perhitungan persamaan  $0,75 \times (\text{luasan 1} + \text{luasan 2}) + \text{siar jembatan}$  dan  $0,05 \times (\text{luasan 1} + \text{luasan 2}) + \text{siar jembatan}$ .

Peraturan yang digunakan sebagai pedoman pada studi ini yakni berdasarkan SNI-1726 Tahun 2016, RSNI-T-05-2005 dan BMS 1992. Metode perhitungan yang digunakan pada perhitungan *Link Slab* yakni dengan mencari panjang *Link Slab* dan panjang Debonding Zone terlebih dahulu, sehingga akan ditemukan nilai rotasi dan tegangan yang ada pada *Link Slab* yang berpengaruh pada kelayakan pembangunan konstruksi jembatan komposit dengan menggunakan *Link Slab*.

Sesuai dengan penjabaran diatas maka, pada studi ini penulis akan membahas tentang studi penggunaan *Link Slab* pada jembatan komposit dengan dua bentang jembatan yang berbeda yakni dengan bentang jembatan 14 m dan 18 m.

## 2. METODE PENELITIAN

Berikut merupakan diagram alir untuk studi kasus ini :



Gambar 1. Diagram Alir / Flow Chart

Pada studi ini peraturan yang digunakan yakni : SNI 03-1725-2016, RSNI-T-05-2005 dan BMS 1992 perhitungan jembatan diawali dengan perhitungan preliminary desain, kemudian dilanjutkan dengan mengitung pembebanan pada jembatan yang berupa beban hidup, beban mati dan beban kendaraan, dilanjutkan mendesain jembatan komposit dan Link Slab dengan bentang 14 m dan 18 m yang nantinya akan didapatkan hasil berupa desain penulangan *Link Slab*, pengaruh penulangan *Link Slab* dan pengaruh *Link Slab* terhadap tegangan tulangan *Link Slab*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perencanaan Lantai Kendaraan bentang 14 m dan 18 m

##### 1). Arah Melintang

###### Data Perencanaan :

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$\emptyset \text{ Tulangan rencana} = 24 \text{ mm}$$

$$\text{Decking Beton} = 60 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan yang dipakai D24-350 mm (As : 1356,49 mm}^2\text{)}$$

##### 2). Arah Memanjang

###### Data Perencanaan :

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 35 \text{ Mpa}$$

$$\emptyset \text{ Tulangan rencana} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Decking Beton} = 60 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan yang dipakai D16-140 mm (As : 1004,94 mm}^2\text{)}$$

#### 3.2 Perencanaan Gelagar Utama

##### • Jembatan Bentang 14 m

##### 1). Arah Melintang

###### Data Perencanaan :

Berikut adalah data baja profil WF dengan dimensi 800 x 300 x 16 x 13 :

$$A : 307,6 \text{ cm}^2 \qquad b : 300 \text{ mm}$$

$$g : 23,18 \text{ kN/m} \qquad t_f : 16 \text{ mm}$$

$d$  : 800 mm                       $t_b$  : 13 mm

## 2). Arah Memanjang

### Data Perencanaan :

Berikut merupakan data profil WF dengan dimensi 400 x 200 x 9 x 6 :

$A$  : 82,6 cm<sup>2</sup>                       $b$  : 200 mm  
 $g$  : 5,66 kN/m                       $t_f$  : 9 mm  
 $d$  : 400 mm                       $t_b$  : 6 mm

## • Jembatan Bentang 18 m

### 1). Arah Melintang

#### Data Perencanaan :

Berikut merupakan data profil WF dengan dimensi 800 x 300 x 16 x 13 :

$A$  : 307,6 cm<sup>2</sup>                       $b$  : 300 mm  
 $g$  : 23,18 kN/m                       $t_f$  : 16 mm  
 $d$  : 800 mm                       $t_b$  : 13 mm

### 2). Arah Memanjang

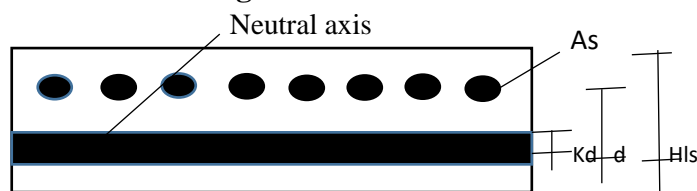
#### Data Perencanaan :

Berikut merupakan data Profil WF dengan dimensi 400 x 200 x 9 x 6 :

$A$  : 82,6 cm<sup>2</sup>                       $b$  : 200 mm  
 $g$  : 5,66 kN/m                       $t_f$  : 9 mm  
 $d$  : 400 mm                       $t_b$  : 6 mm

## 3.3 Perencanaan Link Slab

### • Jembatan Bentang 14 m

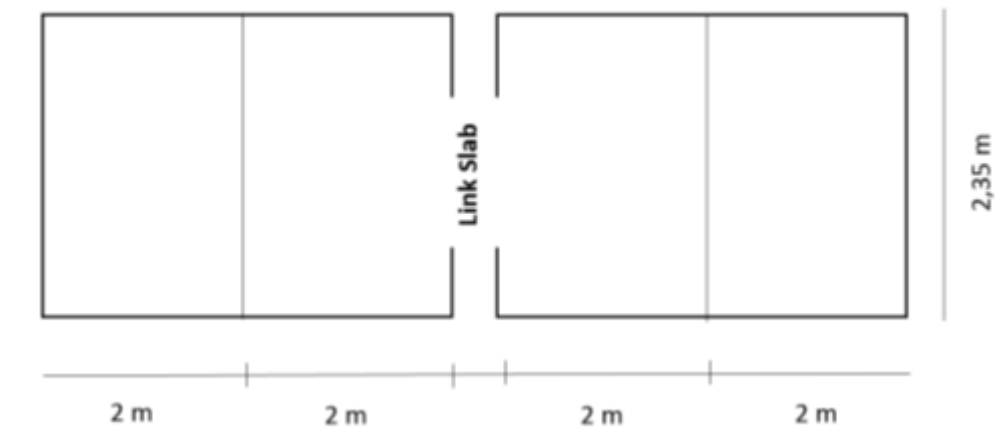


Gambar 2. Ilustrasi penentuan luasan tulangan *Link Slab* bentang 14 m

Untuk perencanaan link slab jembatan ini menggunakan data sebagai berikut :

- Balok Memanjang (Lsp) = 14 m

- Rasio *Link Slab* ( $\frac{Ldz}{Lsp}$ )  $= \frac{1,47}{14}$   
 $= 10,5 \%$
- Panjang *Link Slab*  $= 0,075 \times (L1 + L2) + gap^*$   
 $= 0,075 \times (14 + 14) + 0,07$   
 $= 2,17 \text{ m}$
- Bentang debonding zone (*Ldz*)  $= 0,05 \times (\text{Luasan 1} + \text{Luasan 2}) + \text{siar}^*$   
 $= 0,05 \times (14+14) + 0,07$   
 $= 1,47 \text{ m}$
- Lebar dari *Link Slab*  $= 1400 \text{ mm}$
- Tebal pelat pada *Link Slab*  $= 200 \text{ mm}$
- BJ beton  $= 2400 \text{ kg/m}^3$
- Mutu Baja : -  $f_y$   $= 240 \text{ MPa}$   
                  : -  $E_s$   $= 2100000 \text{ MPa}$
- Beton Slab :  $f_c'$   $= 35 \text{ Mpa}$   
                   $E_c$   $= 4700 \sqrt{f_c'}$   
 $= 27805,57 \text{ Mpa}$
- Mutu baja tulangan : -  $f_y$   $= 390 \text{ MPa}$   
                                  -  $E_s$   $= 2100000 \text{ MPa}$
- Diameter tulangan  $= 24 \text{ mm}$
- Dek Beton :  $d$   $= 167 \text{ mm}$   
                   $d'$ (selimut)  $= 40 \text{ mm}$
- Inersia Komposit Gelagar Memanjang  
(800 x 400 x 16 x 21)  $= 423.750 \text{ mm}^4$   
Dimana :  
Gap : jarak renggangan / siar antar gelagar



Gambar 3 .Ilustrasi tampak atas *Link Slab*

### 3.1 Penentuan Luasan Tulangan

Tulangan terpasang D24 – 140

$$A_s = \frac{1}{4} * \pi * D^2 * \left(\frac{l}{s}\right)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} * 3,14 * 24^2 * \left( \frac{1400}{235} \right) \\
 &= 3432,96 \text{ mm}^2 \\
 \rho &= \frac{A_s}{d \times l_s} = \frac{3432,96}{167 \times 1400} \\
 &= 0,0175
 \end{aligned}$$

### 3.2 Beban yang digunakan

Berat beban yang dipergunakan untuk menganalisis penggunaan *link slab*, digunakan beban UDL dan BGT yang didapat dari perhitungan beban pada gelagar jembatan dengan diameter 14 m:

$$\begin{aligned}
 \text{Beban BGT (P)} &= 4900 \text{ kg} \\
 \text{Beban UDL (q)} &= 18,0 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Beban mati (q balok)} &= 2,65 \text{ kN} \\
 \text{Beban super imposed dead load (q aspal)} &= 1,32 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### 3.3 Koefisien Daerah Tekan

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{E_s}{E_c} = \frac{210000}{27805,57} \\
 &= 7,55 \text{ MPa} \\
 K &= -n\rho + \sqrt{(n\rho)^2 + 2(n\rho)} \\
 &= -7,55(0,0175) + \sqrt{(7,55 \times 0,0175)^2 + 2(7,55 \times 0,0175)} \\
 &= 0,43 \\
 K.d &= 0,43 \times 167 = 71,81
 \end{aligned}$$

### 3.4 Momen Inersia pada Link Slab

$$\begin{aligned}
 \text{Momen Inersia gross pada Link Slab} \\
 I_{l.s.g} &= \frac{1}{12} \times \text{lebar slab} \times \text{tebal slab}^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 235 \times 200^3 \\
 &= 156.666.666 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

### 3.5 Rotasi

Besarnya rotasi dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \theta &= \frac{P.Lsp^2}{16 \times E_c \times I_{sp}} + \frac{q.Lsp^3}{24 \times E_c \times I_{sp}} \\
 \theta_1 &= \frac{4900 \times 1400^2}{16 \times 27805,57 \times 423750} + \frac{18,0 \times 1400^3}{24 \times 27805,57 \times 423750} \\
 \theta &= 0,0051 + 0,0017 \\
 &= 0,0068
 \end{aligned}$$

### 3.6 Tegangan Pada Penulangan Link Slab

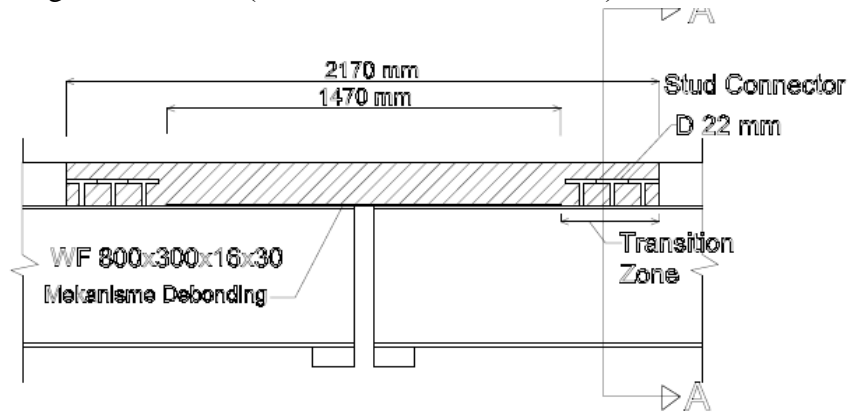
$$\begin{aligned}
 \sigma_s &= \frac{\frac{2E_c I_{l.s.g} \theta}{L d z}}{A_s \left( d - \frac{1}{3} k d \right)} \leq 0,40 \sigma_y \\
 &= \frac{2 \times 27805,57 \times 0,0068}{\frac{1,47}{3432,96 \times \left( 167 - \frac{1}{3} 71,81 \right)}} \\
 &= 147,76 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

### 3.7 Tegangan Tarik Ijin pada Tulangan

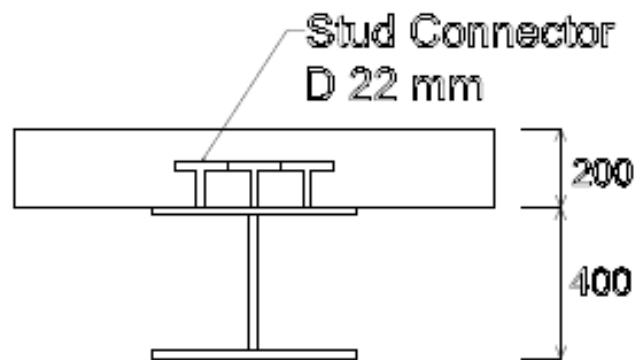
$$\Sigma y = 0,4 \times f_y = 0,4 \times 240$$

$$\frac{\sigma_s}{\sigma_y} = \frac{147,76}{156} = 0,9501 \times 100\% = 95,01\%$$

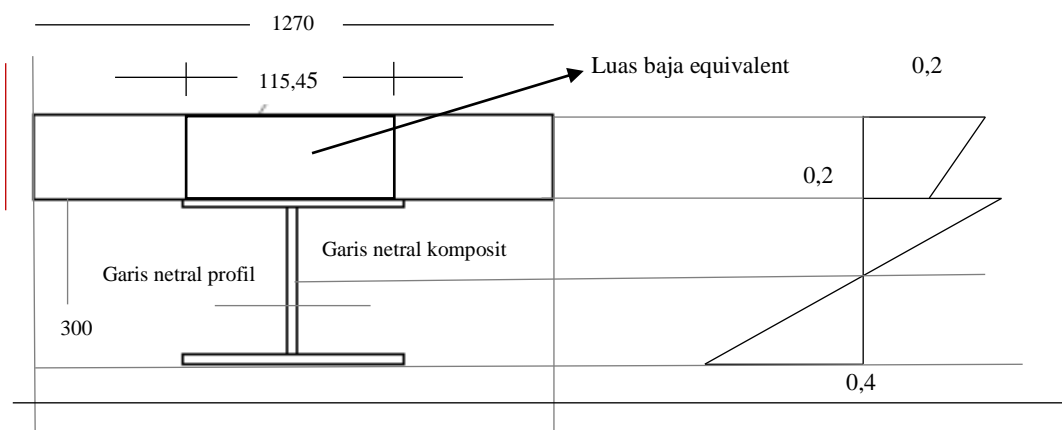
Dipakai tulangan D24 – 140 ( $A_s = 3432,96 \text{ mm}^2 / 1,4 \text{ m}'$ )



Gambar 4. Ilustrasi Link Slab pada bentang 14 m



Gambar 5. Ilustrasi Link Slab melintang potongan A-A pada bentang 14 m

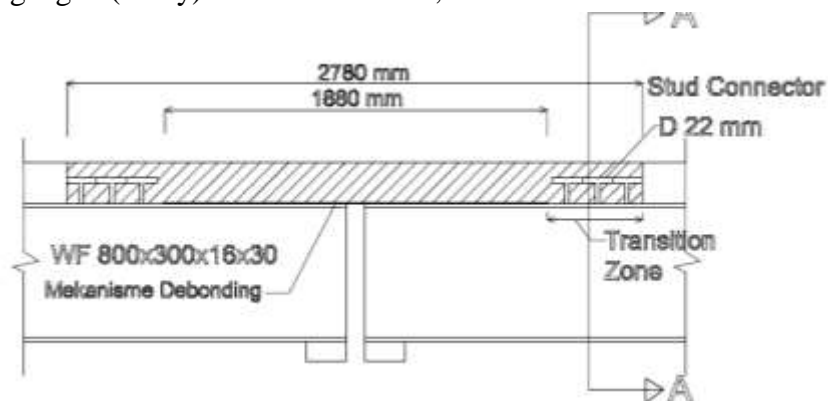


Gambar 6. Ilustrasi hasil tegangan komposit

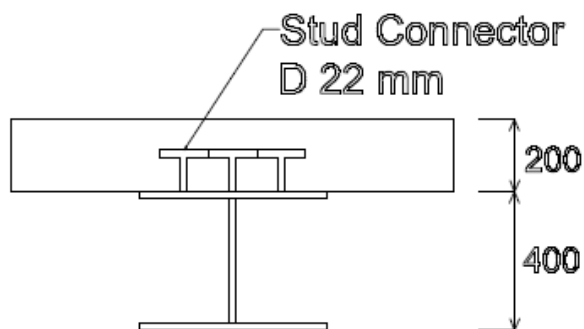
- **Jembatan dengan bentang 18 m :**  
Balok Memanjang Link Slab (Lsp) : 18 meter



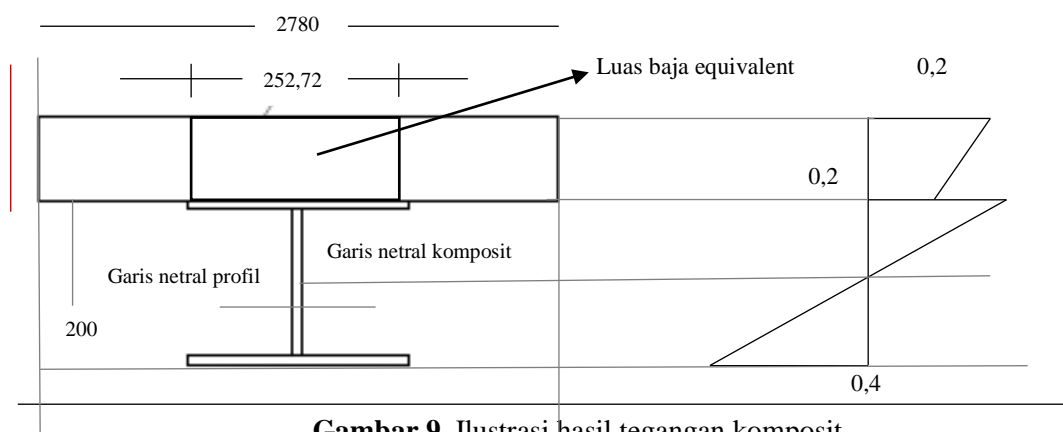
- Rasio panjang *Link Slab* ( $L_{sp}/L_{dz}$ ) : 11,0 %  
 Bentang debonding zone ( $L_{dz}$ ) : 1,85 meter  
 Rotasi pada *Link Slab* ( $\theta$ ) : 0,00376 rad  
 Tegangan tulangan *Link Slab* ( $\sigma_s$ ) : 150,94 MPa  
 Tulangan memanjang *Link Slab* : D24 – 100 mm  
 Tulangan melintang *Link Slab* : D16 – 100 mm  
 Rasio tegangan ( $\sigma_s/\sigma_y$ ) : 96,76 %



**Gambar 7.** Ilustrasi *Link Slab* pada bentang 18 m



**Gambar 8.** Ilustrasi *Link Slab* melintang potongan A-A pada bentang 18 m



**Gambar 9.** Ilustrasi hasil tegangan komposit

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian studi kasus penggunaan link slab pada jembatan komposit, didapatkan hasil sebagai berikut :

- 1). Penulangan link slab pada jembatan komposit bentang 14 m dan 18, digunakan tulangan dengan diameter D24-140 mm pada tulangan memanjang dan D16-140 mm pada tulangan melintang.
- 2). Bentang *Link Slab* mempengaruhi rotasinya, nilai rotasinya sendiri adalah 0,0068 (untuk bentang 14m) dan 0,0049 (untuk bentang 18m). Nilai tersebut memang tidak sesuai dengan nilai maksimal 0,00375 pada penelitian sebelumnya (Qian S, 2009), namun nilainya sama dengan putaran yang terjadi pada gelagar utama jembatan dan harus memenuhi syarat pelat penyambung 0,0068.
- 3). Panjang link slab berpengaruh pada tegangan link slab karena semakin panjang *Link Slab* dan semakin kecil ukuran yang dimiliki *Debonding Zone* pada bentang *Link Slab*, maka hasil tegangan semakin besar pada tulangan.
- 4). Saran untuk penelitian selanjutnya dengan kuat tekan beton yang jauh lebih kuat dapat menghasilkan *link slab* yang jauh lebih kokoh, namun ada baiknya untuk menyesuaikan dengan bentang jembatan yang digunakan pada penelitiannya.

#### 5. REFERENSI

- BMS (1992), *Bridge Management Systems*, Departemen Pekerjaan Umum, Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2016). Bandung. *Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725-2016*. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2005). Bandung. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan* . RSNI T-02-2005. Jakarta : BSN.
- Caner, A and P.Zia (1998), *Behavior and design of Link Slab for jointless bridge decks*, PCI Journal May-June 1998, pp.68-80
- Departemen Pekerjaan Umum. *Standar Jembatan Gelagar Komposit*
- Qian, S., Michael D. Lepech, Y.Y. Kim, and Vi. C. Li (2009) *Introduction of Transition Zone Design for Bridge Deck Link Slab Using Ductile Concrete*, ACI Structural Journal, V. 106, No. 1.
- Irawan, Ferida. (2010). Surabaya, *Studi Penggunaan, Perbaikan dengan metode sambungan untuk jembatan komposit menggunakan Link Slab*.
-

Lestari, Tika Ayu Triana. (2018). Lampung, *Desain Sambungan Menggunakan Link Slab Pada Jembatan Gelagar Beton Pratekan*.

Rahmawan, Rial Hadi. (2020). Surabaya, *Studi Perencanaan Jembatan Menggunakan Struktur Rangka Baja di Desa Ipi Kabupaten Morowali Sulawesi Tengah*.

RSNI (2005), *Rancangan Standar Nasional Indonesia T-02-2005*, Departemen Pekerja Umum, Indonesia.

Soegihardjo, H and Supani (2009), *Repairing and joining methods for simply prestressed bridges using link slab*, Solo, 21-22 March 2009.