

# PENGGUNAAN LINK SLAB UNTUK PERBAIKAN JEMBATAN KOMPOSIT

Hermansyah  
Jurusan Teknik Sipil, Universitas Medan Area

Email: [hermansyah@staff.uma.ac.id](mailto:hermansyah@staff.uma.ac.id)

## Abstrak

Sebagian besar jembatan di Indonesia yang menggunakan sistem perletakan sederhana, struktur antara lantai kendaraan atau plat slab lantai jalan yang satu dengan yang lainnya selalu terpisah dengan siar. Siar tersebut biasanya ditutup dengan menggunakan konstruksi yang dinamakan expansion joint biasanya berbahan besi atau baja. Permasalahan yang muncul dengan adanya siar tersebut sering terjadinya ketidaknyamanan bagi pengguna jalan karena terasa adanya ketidak mulusan saat melintasi sebuah jembatan saat berkendara. Untuk memperbaiki masalah diatas dapat digunakan link slab karena dapat menutupi celah pada slab jalan jembatan.

Dalam penelitian ini dijelaskan bagaimana merencanakan sebuah konstruksi link slab yang didahului dengan pemeriksaan terhadap adanya tumpuan tambahan didasarkan atas bentang jembatan dan gelagar baja yang akan digunakan. Penelitian ini memisalkan menggunakan profil baja WF.400.300.10.16, tebal slab 20 cm, tulangan slab  $\varnothing 20-200$ , berat air hujan  $1000 \text{ kg/m}^3$ , beban garis 15 ton. Menurut analisa baja tersebut hanya dapat digunakan untuk bentang jembatan 3 s/d 5 meter, lebih dari panjang bentang tersebut memerlukan tumpuan tambahan untuk menumpuh di tengah bentang.

Panjang link slab yang dihasilkan antara 60 s/d 75 cm, dengan rasio L/Ldz antara 16 s/d 20%, deformasi rotasi yang dihasilkan 0,00034 s/d 0,00061 radians, dan tegangan yang dihasilkan 430,05 s/d 576,63  $\text{kg/cm}^2$ . Deformasi yang dihasilkan telah memenuhi ambang batas yang disyaratkan yaitu sebesar 0,00375 radians. Semakin kecil rasio L/Ldz semakin besar tegangan yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin besar L/Ldz semakin kecil tegangan yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** Jembatan, Link Slab

## Abstract

Most bridges in Indonesia use a simple placement system, the structure between the floor of the vehicle or the slab plate of the road floor with one another is always separated from the broadcast. The broadcast is usually closed by using a construction called expansion joint usually made of iron or steel. The problems that arise with the presence of such broadcasts are often the inconvenience for road users because there is a feeling of irregularity when crossing a bridge while driving. To fix the above problem the slab link can be used because it can cover the gap in the bridge road slab.

In this study, it was explained how to plan a slab link construction that was preceded by an examination of the additional support based on the span of the bridge and the steel girder to be used. This research suggests using a steel profile WF.400.300.10.16, slab thickness of 20 cm, reinforcement slab  $\text{Ø}20\text{-}200$ , weight of rainwater  $1000 \text{ kg/m}^3$ , load line 15 tons. According to the steel analysis, it can only be used for bridge spans of 3 to 5 meters, more than the length of the span requires additional support to lay in the middle of the span.

The length of the slab link is between 60 to 75 cm, with the L/Ldz ratio between 16 to 20%, the rotation deformation produced is 0.00034 up to 0.00061 radians, and the resulting voltage is 430.05 until 576.63  $\text{kg/cm}^2$ . The resulting deformation meets the required threshold of 0,00375 radians. The smaller the L/Ldz ratio the greater the voltage produced, and conversely the bigger the L/Ldz the smaller the voltage generated.

**Keywords:** *Bridge, Link Slab*

## PENDAHULUAN

Jembatan merupakan bagian dari jalan yang sangat diperlukan dalam sistem transportasi nasional. Peranan jembatan sangat penting terutama dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, sosial, budaya dan lingkungan. Pertumbuhan daerah dikembangkan untuk pemerataan pembangunan. Dampak pemerataan pembangunan dapat membentuk dan memperkuat kesatuan nasional yang berakibat memantapkan pertahanan dan keamanan nasional. Dari kukuhnya kesatuan nasional dapat terwujud sasaran pembangunan nasional dalam menuju masyarakat yang adil dan sejahtera.

Selama masa kemerdekaan RI, tidak kurang 88 ribu buah jembatan atau *ekuivalen* panjang kurang lebih 1000 km yang telah dibangun dan di inventarisir walaupun sebagian kecil merupakan peninggalan masa penjajahan. Dari jumlah tersebut tidak kurang dari 29 ribu buah jembatan berada di ruas jalan nasional dan provinsi atau *ekuivalen* panjang kurang lebih 482 km dan sisanya berada di ruas jalan kabupaten dan tersebar di seluruh kepulauan Indonesia yang berjumlah sekitar 17.000 pulau. Dengan memperhatikan kondisi alam Indonesia yang berupa pulau-pulau dengan bukit, pegunungan serta sungai-sungainya, masih banyak diperlukan pembangunan jembatan dengan jenis material beton maupun baja, karena material ini mempunyai kekuatan yang tinggi dengan pemeliharaan yang relatif rendah.

### Jenis-jenis Jembatan

Jembatan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi tiap orang, sehingga akan menjadi suatu bahan studi yang menarik. Suatu jembatan tunggal diatas sungai kecil akan dipandang berbeda oleh tiap orang, sebab penglihatan/ pandangan masing-masing orang yang melihat berbeda pula. Seseorang yang melintasi jembatan setiap hari pada saat pergi bekerja, hanya dapat melintasi sungai bila ada jembatan, dan ia menyatakan bahwa jembatan adalah sebuah jalan yang diberi sandaran pada tepinya. Tentunya bagi seorang pemimpin pemerintahan dan dunia bisnis akan memandang hal yang berbeda pula (Ma'arif, 2012).

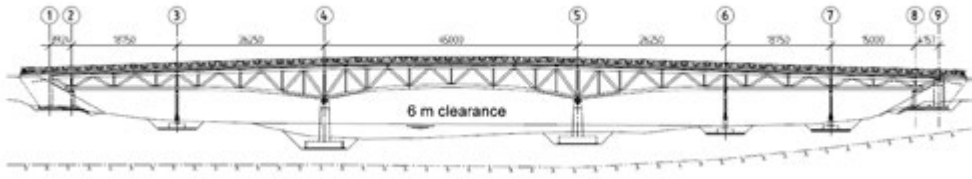
### Jembatan Kayu

Jembatan kayu merupakan suatu struktur jembatan yang elemen susunannya adalah kayu. Pada dasarnya kayu merupakan bahan alam yang banyak memiliki kelemahan struktural, sehingga penggunaan kayu sebagai bahan struktur perlu memperhatikan sifat-sifat tersebut. Oleh sebab itu, maka struktur kayu kurang populer dibandingkan dengan beton dan baja. Akibatnya saat ini terdapat kecenderungan beralihnya peran kayu dari bahan struktur jembatan menjadi bahan pemerindah (dekoratif).



**Gambar 1.** Pekerjaan pembuatan jembatan konstruksi kayu

*Sumber: konstruksikayu.blogspot.com*



**Gambar 2.** Jembatan Kayu Sungai Rena di Norwegia, bentang 45 m  
*Sumber:*

**Jembatan Beton Bertulang**

Karena fungsinya yang banyak sekali pada hampir semua jenis konstruksi, beton bertulang merupakan material paling penting. Beton bertulang pada umumnya digunakan sebagai struktur konstruksi hampir pada semua jenis bangunan, jembatan, bendungan, tunnel, pengerasan jalan, viaduct, drainase, pengairan, dan sebagainya. (Purnosidi, Nikifour.co.id).



**Gambar 3.** Jembatan Beton Bertulang  
*Sumber: Beton-bertulang.nikifour.co.id*

**Jembatan Beton Prategang**

Konsep umum beton prategang pada mulanya dirumuskan pada periode 1885–1890 oleh C. F. W Doehring di Jerman dan P. H. Jackson di Amerika Serikat. Pada awalnya, penerapan struktur ini terhambat oleh mutu baja saat itu yang masih rendah. Hal ini menjadi penghambat karena tendon baja yang ditegangkan dengan tegangan yang rendah tidak akan menimbulkan tegangan tekan aksial yang cukup untuk mencegah terjadinya susut dan rangkak.



**Gambar 4.** Jembatan Beton Prategang  
*Sumber: Konstruksi Baja, Universitas Kristen Petra*

## Jembatan Komposit

Pada awal tahun 1930 kanstruksi komposit dibuat pada jembatan, dan untuk gedung pada tahun 1960. Semenjak tahun 1979 yang lalu, konstruksi komposit selalu dimanfaatkan pada bangunan gedung terutama pada jembatan, dimana baja dan beton saling melekat dengan bantuan penghubung geser (*Shear connector*).

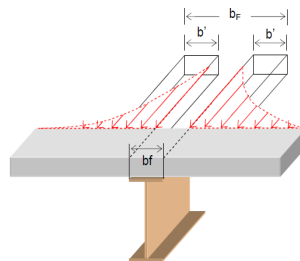


**Gambar 5.** Jembatan komposit dengan penghubung geser (*Shear connector*)

*Sumber:* Design and Field Demonstration of ECC Link Slabs for Jointless Bridge Decks. Michael Lepech

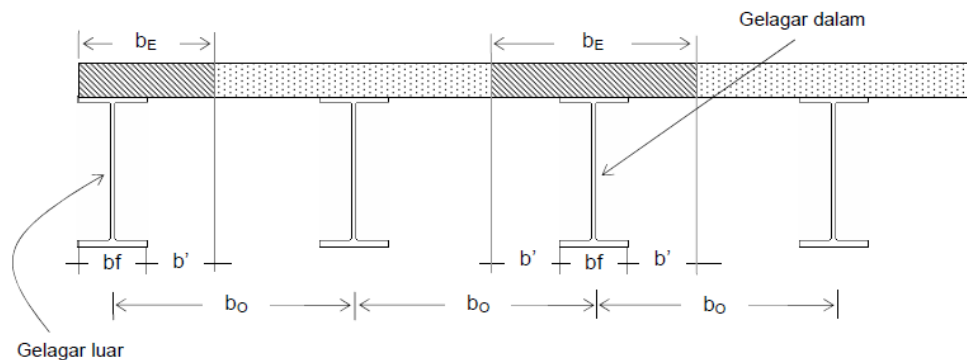
## Lebar Efektif

Konsep lebar efektif bermanfaat dalam disain bila kekuatan harus ditentukan untuk suatu elemen yang terkena distribusi tegangan tidak seragam.



**Gambar 6.** Bentuk distribusi tegangan pada pelat beton akibat momen lentur.

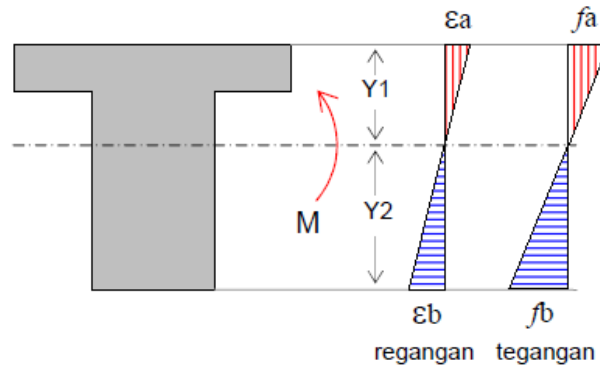
*Sumber:* Beton-bertulang.nikifour.co.id



**Gambar 7.** Ukuran-Ukuran Dalam Penetapan Lebar Efektif Gelagar Baja-Beton Komposit.

### Tegangan Elastis Pada Penampang Komposit

Pada balok T yang homogen, bentuk diagram tegangan-regangan dalam kondisi layan terlihat seperti gambar berikut,



**Gambar 8.** Diagram tegangan – regangan balok homogen

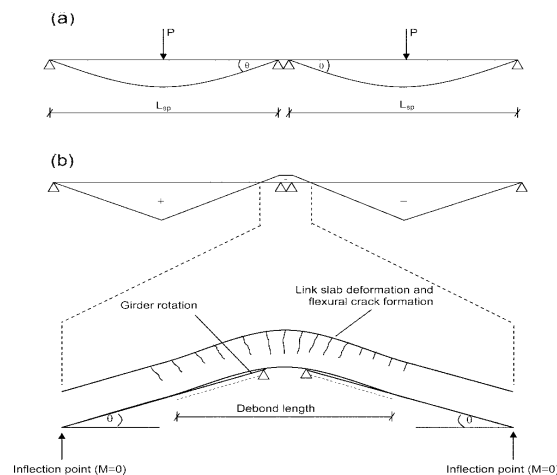
Sumber: Struktur Baja II, Thamrin Nasution, FTSP.ITM

### Link Slab

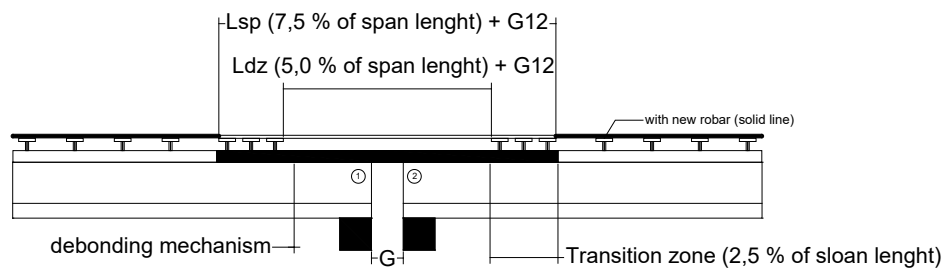
*Link slab* adalah lapisan penghubung yang berfungsi menghubungkan lantai kendaraan pada jembatan yang terpisah akibat adanya siar antar lantai kendaraan maupun antara lantai kendaraan dengan *abutmen*.

### Dasar Analisis Link Slab

Menurut Yun Yong Kim (2004) konstruksi *linkslab* akan mengalami deformasi yang sama besar dengan yang terjadi pada bentang jembatan karena merupakan lapisan lantai penghubung antara dua bentang. Jika salah satu atau kedua duanya melentur maka *linkslab* akan melentur juga yang besarnya merupakan jumlah dari kedua bentang jembatan disisinya. Momen terjadi pada *linkslab* merupakan momen negatif.



Deformasi Pada Perletakan Sederhana



**Gambar 9.** Skema *Link slab*

Sumber: *Struktur Baja II, Thamrin Nasution, FTSP.ITM*

### Contoh Jembatan Komposit di Kabupaten Asahan

Contoh perencanaan jembatan komposit menggunakan gelagar baja WF 400. 300.10.16 banyak sekali digunakan untuk daerah wilayah Kabupaten Asahan, misalnya jembatan yang bertempat di Desa Pasar 2 Kecamatan Meranti dengan panjang jembatan 19 meter dengan 4 tumpuan, Wilayah Bunut Seberang-Pulau Bandring panjang jembatan 9 meter dengan 3 tumpuan, Kecamatan Rahuning panjang jembatan 20 meter dengan 5 tumpuan, Rawang Pasar V panjang jembatan 5 meter dengan 2 tumpuan, dan masih banyak tempat-tempat lagi.



**Gambar 10.** Jembatan Komposit di Desa Pasar II, Kec. Meranti

### Jenis Penelitian

Penelitian ini yang menggunakan metode kuantitatif, data-datanya berupa angka-angka yang dikelompokkan, diolah dan dianalisis dengan cara statistik sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan tertentu. Sedangkan metode kualitatif lebih mengandalkan sifat, ciri-ciri, karakter, atau kualitas tertentu. Kedua metode ini biasanya memiliki suatu acuan atau kriteria tertentu yang menyatakan hubungan sebab akibat dari suatu masalah.

### Proses Desain Penelitian

Desain optimum mengendalikan faktor-faktor tersebut agar diperoleh suatu struktur dengan biaya total minimum. Oleh sebab itu dalam perencanaan penelitian yang akan dilakukan ini langkah-langkahnya antara lain:

- a. Studi Pustaka  
Studi pustaka ini dilakukan untuk mengetahui sifat jembatan komposit, bahan yang digunakan serta bagaimana sistem kerja jembatan dalam menahan beban.
- b. Melakukan pengujian melalui perencanaan jembatan dengan berbagai varian

jembatan

### Perencanaan Pada Jembatan Komposit

Langkah-langkah dalam perencanaan jembatan komposit antara lain:

1. Mengukur dan memperkirakan berat / beban konstruksi sendiri (beban mati) yang biasanya terdiri dari bagian lantai, gelagar + *shear connector*, Asfalt, trotoar / bahu jembatan dan air hujan yang akan ditampung oleh luasan jembatan tersebut.
2. Serta beban luar (beban hidup) yaitu estimasi berat kendaraan atau beban garis dengan koefisien kejut 1,3.
3. Momen yang terjadi, untuk jembatan dengan perletakan sederhana terdiri dari perletakan sendi dan roll biasanya momennya dapat dihitung dengan rumus:  $1/8 \times ql^2$
4. Memilih jenis profil baja sebagai gelagar misalnya profil W dan tebal plat beton yang akan digunakan, lalu menghitung tegangan yang terjadi pada sebelum komposit, serta setelah komposit dengan plat beton.
5. Memilih penampang angker (*shear connector*) yang sesuai dengan kemampuan kekuatan yang dibutuhkan.

### Perencanaan Link Slab

Langkah-langkah perencanaan *link slab* antara lain:

1. Menentukan dan mengukur data-data yaitu, panjang dan lebar slab, rasio antara *debonding zone*, *shear connector*, serta data-data seperti mutu baja tulangan, diameter tulangan, dan lain-lain.
2. Menghitung luasan tulangan dan rasio antara luasan tulangan dengan luasan beton.
3. Mengukur tegangan pada tulangan untuk mengetahui apakah telah sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan sebagai tulangan tarik atau tulangan tekan.

Profil baja sebagai ginder diketahui:

| Berat<br>Kg/ml | d<br>mm | b<br>mm | Tw<br>Mm | tf<br>mm | r<br>mm | A<br>cm <sup>2</sup> | Ix<br>cm <sup>4</sup> | Iy = ry<br>cm <sup>4</sup> | Zx<br>cm <sup>3</sup> |
|----------------|---------|---------|----------|----------|---------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| 107            | 390     | 300     | 10       | 16       | 22      | 136                  | 38700                 | 16,9                       | 1980                  |

| Panjang<br>betang<br>jembatan<br>(m) | Tegangan akibat beban |              | Sebelum / Sesudah<br>Komposit (a) + (b) | Teg. Setelah<br>Komposit |        | Check   | Check                                      |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------|---|--------------------------|--------|---|--|
|                                      | Bb.<br>Mati           | Bb.<br>Hidup |   | Bawah                    | Atas   |   |  |
|                                      | (a)                   | (b)          | (c)                                     | (d)                      | (e)    | OK jika (c) &<br>(d) < 2100<br>kg/cm <sup>2</sup> | OK jika (e)<br>< 210<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 5                                    | 263,35                | 1521,62      | 1784,97                                 | 1684,75                  | 89,00  | OK  | OK   |
| 6                                    | 380,25                | 1825,94      | 2206,19                                 | 2019,83                  | 97,45  | NO  | OK   |
| 7                                    | 518,95                | 2130,27      | 2649,22                                 | 2402,19                  | 115,90 | NO  | OK   |
| 8                                    | 679,63                | 2434,59      | 3114,22                                 | 2797,88                  | 134,99 | NO  | OK   |
| 9                                    | 862,45                | 2738,92      | 3601,37                                 | 3207,01                  | 154,73 | NO  | OK   |
| 10                                   | 1067,59               | 3043,24      | 4110,83                                 | 3629,69                  | 175,13 | NO  | OK   |

### Pembahasan

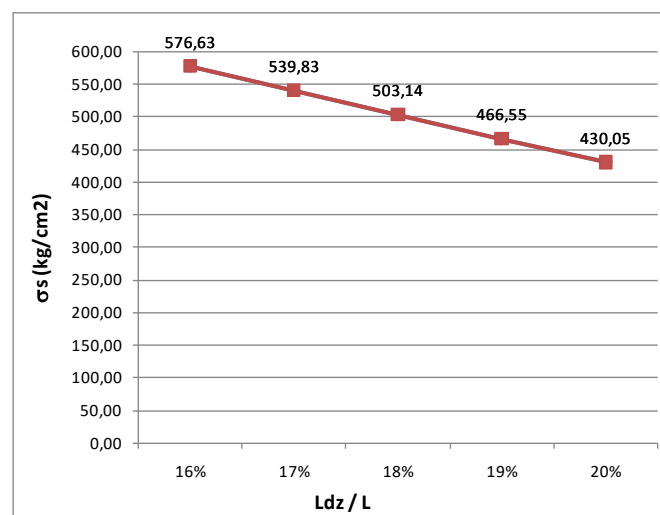


Dalam studi ini untuk setiap bentang jembatan komposit (Lsp) menggunakan gelagar yang sama yaitu WF. 400.300.10.16. Gelagar baja ini tidak bisa digunakan pada panjang jembatan diatas 5 meter dengan beban hidup 15 ton. Oleh sebab itu jembatan itu perlu dipasang perletakan/ tumpuan di tengah bentang sehingga panjang bentang jembatan dalam contoh perencanaan yang lain terdiri dari 3 s/d 5 meter.

Pada contoh perencanaan bentang 5 meter yang menggunakan tebal *link slab* 20 cm dan lebar slab 150 cm dengan diameter tulangan Ø10-100, diperoleh rotasi lebih kecil dari 0,00375 radians (kolom 3 tabel 4.3). Rotasi ini memenuhi syarat rotasi maksimum yang disyaratkan menurut (Michel Lepez) yaitu sebesar 0,00375 radians.

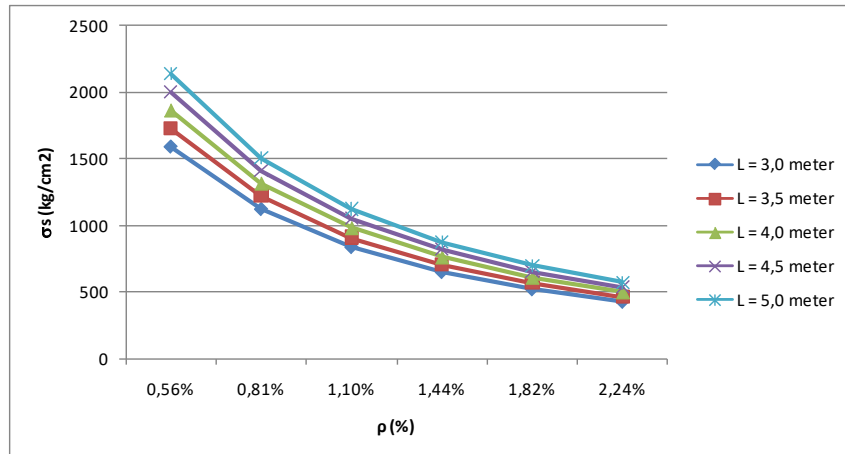
#### Perhitungan Analisa *Link Slab*

| L (m) | Ldz (cm) | Ø (rad) | Rasio Ldz / L (%) | $\sigma_s$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | Tul.    |
|-------|----------|---------|-------------------|----------------------------------|---------|
| 3,0   | 60       | 0,00034 | 20%               | 430,05                           | Ø20-100 |
| 3,5   | 65       | 0,0004  | 19%               | 466,55                           | Ø20-100 |
| 4,0   | 70       | 0,00046 | 18%               | 503,14                           | Ø20-100 |
| 4,5   | 75       | 0,00053 | 17%               | 539,83                           | Ø20-100 |
| 5,0   | 80       | 0,00061 | 16%               | 576,63                           | Ø20-100 |



**Gambar 11:** Grafik Hasil tegangan tulangan ( $\sigma_s$ ) jika menggunakan varian perbandingan panjang *debonding zone* (*ldz*) dengan L yang berbeda

Jika menggunakan varian rasio tulangan yang lebih kecil maka akan menghasilkan tegangan yang lebih besar. Sebaliknya jika menggunakan rasio tulangan yang lebih besar akan menghasilkan tegangan yang lebih besar. Tegangan yang dihasilkan berasal dari momen negatif, karena serat tulangan *link slab* yang bagian atas akan tertarik. Seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 12:** Hasil tegangan tulangan ( $\sigma_s$ ) jika menggunakan varian rasio tulangan ( $\rho$ ) yang berbeda pada pada varian bentang yang berbeda

### Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

Pemilihan gelagar baja harus disesuaikan dengan jarak tumpuan. Hal ini karena tegangan yang terjadi bisa dapat melebihi tegangan ijin baja dan beton yang digunakan. Sama pada contoh perencanaan ini yang menggunakan profil WF 400.300.10.16 dengan tebal plat 20 cm. Jika bentang diatas 5 meter yang dengan beban hidup/ kendaraan yang diberikan sebesar  $15 \text{ ton/m}^2$  maka harus diberikan tumpuan. Dalam contoh perencanaan ini varian panjang bentang menjadi 3 s/d 10 meter per antar tumpuan.

Perbaikan jembatan komposit menggunakan *link slab* dapat dilakukan untuk mengganti siar tepi jembatan yang rusak. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa semakin kecil rasio *debonding zone* ( $Ldz/L$ ), maka semakin besar tegangan yang terjadi. Dengan demikian, maka semakin banyak besi tulangan yang diperlukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Thamrin Nasution. 2012. *Struktur Baja II Modul 6 Sesi Jembatan Komposit*.  
Modulkuliah “*STRUKTUR BAJA II*”, Departemen Teknik Sipil, FTSP. ITM.
- RSNI T-03-2005, *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*.
- Soegihardjo, dkk. (2009). *Jurnal tentang Studi Perencanaan Link Slab*. ITS. Surabaya.
- Yun Yong Kim. 2004. *Performance of Bridge Deck Link Slabs Designed with Ductile Engineered Cementitious Composite*. Arsitektur Jurnal. Technical Paper.
- Michael Lepech. *Design and Field Demonstration of ECC Link Slabs for Jointless Bridge Decks*. University of Michigan, Ann Arbor
- Oetoeng. 2000. *Konstruksi Baja*. Universitas Kristen Petra Surabaya. Andi Yogyakarta.
- Faqih Ma'arif. 2012. *Modul Pembelajaran Analisis Struktur Jembatan*. Universitas Negeri Jogjakarta.
- Indra Cahya. 1999. *Beton Bertulang*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Wiryanto Dewobroto, *Struktur Baja Edisi II*.