

Desain Sambungan Menggunakan Link Slab Untuk Jembatan Gelagar Beton Pratekan

Tika Ayu Triana Lestari¹⁾
Surya Sebayang²⁾
Eddy Purwanto³⁾

Abstract

In Indonesia, bridges normally use a simply-supported system or a multisimple-span system with expansion joint. Several problem occurred due to the use of expansion joints in bridge, ie corrosion problem on girders and supports due to rainwater intrusion, users discomfort, high cost maintenance, as well as reduction in bridge lifetime as well. In the design, the existing expansion joints in the bridges were replaced by using continuous slab construction with link slab system. Design of link slab use classic method by Caner and Zia 1998. The design was conducted on the prestress bridges with length of span 2 x 50 m. The loadings adopted for the design referred to the 1725 2016 SNI standard and dimension of girder from WKA Beton standard. From design were found that length of link slab zone of 7,55 m and length of debonding zone of 5,05 m. The rotation gained by 0,0058 caused by the truck load. The link slab used reinforcement stool bar D16-125 mm for the main reinforcement and D12-300 mm for shrinkage-temperature reinforcement. It is expected that link slab analysis can then use more variable beam types and span lengths.

Keyword: Prestress bridge, Link Slab, Expansion Joint

Abstrak

Di Indonesia, pada umumnya jembatan menggunakan sistem perletakan sederhana atau perletakan multi bentang yang terpisahkan oleh *expansion joint*. Beberapa masalah timbul akibat dari penggunaan *expansion joint* pada jembatan yaitu seperti korosi yang terjadi pada girder dan balok pendukung akibat air hujan, biaya perawatan yang tinggi dan pengurangan umur jembatan. Pada perencanaan ini penggunaan *expansion joint* pada jembatan digantikan dengan menggunakan konstruksi lantai menerus dengan sistem *link slab*. Perencanaan *link slab* yang digunakan menggunakan metode klasik yang diperkenalkan oleh Caner dan Zia tahun 1998. Perencanaan ini dilakukan pada jembatan pratekan dengan panjang bentang 2 x 50 m. Pembebanan untuk perencanaan mengacu pada SNI 1725 2016 dan dimensi balok gelagar menggunakan standar dari WKA Beton. Dari perencanaan yang dilakukan, diperoleh panjang *link slab* keseluruhan 7,5508 m dan panjang zona *debonding* 5,0508 m. Rotasi yang didapatkan sebesar 0,0058 rad yang diakibatkan oleh beban truk. Penulangan *link slab* diperoleh D16-125 mm untuk tulangan utama dan D12-300 untuk tulangan susut suhu. Diharapkan untuk analisis *link slab* selanjutnya dapat menggunakan tipe balok dan panjang bentang yang lebih bervariasi.

Kata kunci : Jembatan Prategang, *Link Slab*, *Expansion Joint*

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: tikaayutriana@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. Surel: surya_sebayang@yahoo.com

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. Surel: eddypurwanto55@gmail.com

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan di Indonesia pada umumnya menggunakan sistem perletakan sederhana yang berarti struktur antar lantai kendaraan dengan abutmen atau antar lantai kendaraan terpisah dengan siar. Siar-siar tersebut biasanya ditutup dengan menggunakan konstruksi yang dinamakan *expansion joint*. Akan tetapi banyak masalah timbul akibat dari *expansion joint* seperti terjadinya kelelahan (*fatigue*) yang mengakibatkan penurunan kekuatan yang berakhir dengan terjadinya retak yang akan mengakibatkan rusaknya perletakan dan korosi pada balok jembatan. Hal ini menyebabkan ketidaknyamanan masyarakat dalam berkendara, menambah biaya perawatan jembatan dan mengurangi umur jembatan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dan banyaknya jembatan panjang di Indonesia menggunakan sistem pratekan diatas dua perletakan maka perlu dilakukan studi terhadap konstruksi lantai menerus yang menggunakan *link slab*. Fungsi utama *link slab* sendiri adalah mencegah pergerakan longitudinal balok pada jembatan sederhana multi bentang. Diharapkan *link slab* tidak saja meningkatkan kinerja seismik jembatan, juga meminimalkan biaya pemeliharaan. (Sugihardjo, 2012)

1.2 Rumusan Masalah

Dalam studi *desain* sambungan menggunakan *link slab* ini, permasalahan yang timbul yaitu :

1. Bagaimana mendesain sambungan antar siar jembatan menggunakan *link slab* pada sebuah jembatan dengan gelagar pratekan lantai menerus dengan tumpuan sederhana
2. Bagaimana mendesain *debonding zone link slab* pada jembatan dengan gelagar pratekan lantai menerus 50 m x 2?
3. bagaimana mendesain penulangan *link slab* pada jembatan dengan gelagar pratekan lantai menerus 50 m x 2?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mendesain sambungan antar siar jembatan menggunakan link slab pada jembatan gelagar beton pratekan lantai menerus
2. Mendesain *debonding zone link slab* pada jembatan dengan gelagar pratekan bentang 50 m x 2
3. Mendesain penulangan *link slab* pada jembatan dengan gelagar pratekan bentang 50 m x 2

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis dilakukan pada jembatan gelagar beton pratekan dengan bentang 50 m x 2
2. Dimensi balok prategang keluaran Wijaya Karya Beton
3. Contoh perhitungan Balok Prategang (PC-I Girder) Jembatan Srandakan Kulon Progo Yogyakarta oleh Ir. M. Noer Ilham
4. Analisis pembebanan jembatan menggunakan SNI 1725:2016
5. Analisis struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2013
6. Analisis beban berjalan menggunakan program bantu Ms. Excel
7. Penggambaran menggunakan program bantu auto cad
8. Tidak memperhitungkan struktur bawah jembatan
9. Tidak merencanakan tebal perkerasan
10. Struktur jembatan yang diperhitungkan hanya lantai kendaraan dan gelagar utama
11. Tidak membahas detail ECC sebagai bahan material *link slab*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari tugas akhir ini adalah

1. Memberikan referensi dalam merencanakan sambungan pada jembatan gelagar beton pratekan menggunakan *link slab*
2. Memberikan referensi terkait penelitian lebih lanjut tentang *link slab*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jembatan

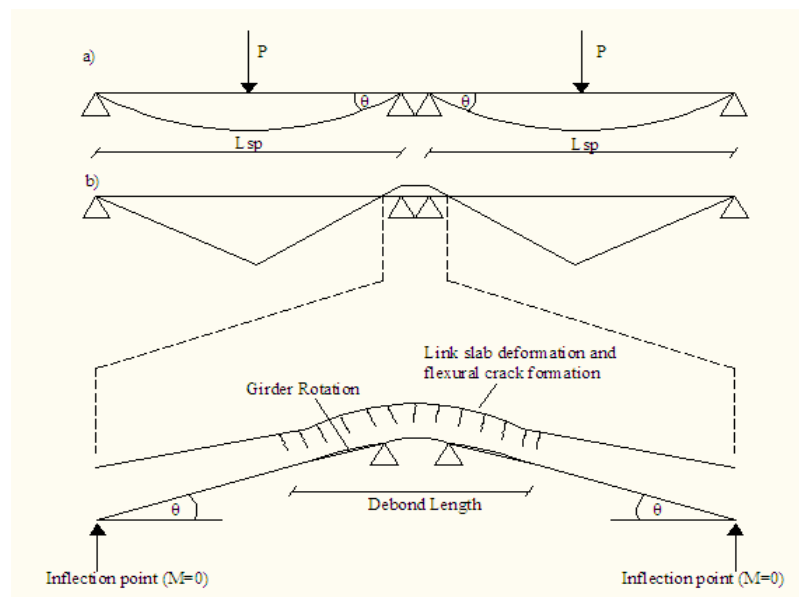
Jembatan adalah bagian jalan yang berfungsi untuk menghubungkan antara dua jalan yang terpisah karena suatu rintangan seperti sungai, lembah, laut, jalan raya dan rel kereta api. Jembatan sangat vital fungsinya terhadap kehidupan manusia dan mempunyai arti penting bagi setiap orang. Akan tetapi tingkat kepentingannya tidak sama bagi setiap orang, sehingga akan menjadi suatu bahan studi yang menarik (Supriyadi, 2007).

2.2 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*.

2.3 Dasar Analisis Link Slab

Link slab ditempatkan pada *debonding zone* yaitu daerah dimana momen negatif terjadi karena lantai kendaraan dibuat konstruksi menerus.



Gambar 1. a. Rotasi pada balok b. Distribusi momen dan defrormasi *link slab*

Panjang keseluruhan *link slab* dan panjang zona *debond link slab* dapat di hitung pada persamaan 1 dan 2 sebagai berikut:

$$L_{is}=0,075.(L_1+L_2)+GAP \quad (1)$$

$$L_{dz}=0,05.(L_1+L_2)+GAP \quad (2)$$

Keterangan :

L_{is} = Panjang *link slab* (m)

L_{dz} = Panjang *debonding zone* (m)

GAP = Celah diantara kedua gelagar (m)

2.4 Analisis Link Slab Metode Klasik

Dalam studi ini link slab akan dikaji dengan menggunakan metode klasik atau analitik (Carner, 1998). Link slab didesain sedemikian rupa sehingga mampu memikul momen akibat adanya rotasi yang terjadi pada balok yang tertumpu diatas dua perletakan akibat beban hidup dengan memperhitungkan factor kejut dan beban mati tambahan. Akibat beban hidup dan beban mati tambahan, besarnya rotasi pada ujung balok, bisa dihitung dengan persamaan 3 sebagai berikut:

$$\theta = \frac{P \times L_{sp}^2}{16 \times E_c \times I_{sp}} + \frac{q \times L_{sp}^3}{24 \times E_c \times I_{sp}} \quad (3)$$

Keterangan :

θ = Sudut putaran (rad)

P = Beban garis/pisau (N)

q = Beban terbagi rata (UDL) termasuk beban mati tambahan

L_{sp} = Panjang bentang jembatan (m)

E_c = Modulus elastisitas beton (N/m^2)

I_{sp} = Momen inersia sekunder dari girder (m^4)

Momen inersia penampang dinyatakan dalam:

$$I_{is} = \frac{b_{is} \times h_{is}^3}{12} \quad (4)$$

I_{is} = Momen inersia pelat penghubung (m^4)

b_{is} = Lebar penampang pelat penghubung (m)

h_{is} = Tinggi penampang pelat penghubung (m)

Dari konversi energi didapat $W = U$ maka diperoleh momen lentur M_a pada link slab yang tidak retak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$M_a = \frac{2 E_c \times I_{is}}{L_{dz}} \times \theta \quad (5)$$

Keterangan:

M_a = Momen lentur (Nm)

L_{dz} = Panjang pelat penghubung (m)

III. METODE ANALISIS

DATA ANALISIS

Adapun data- data terkait dengan perencanaan sambungan jembatan beton pratekan menggunakan *link slab* adalah

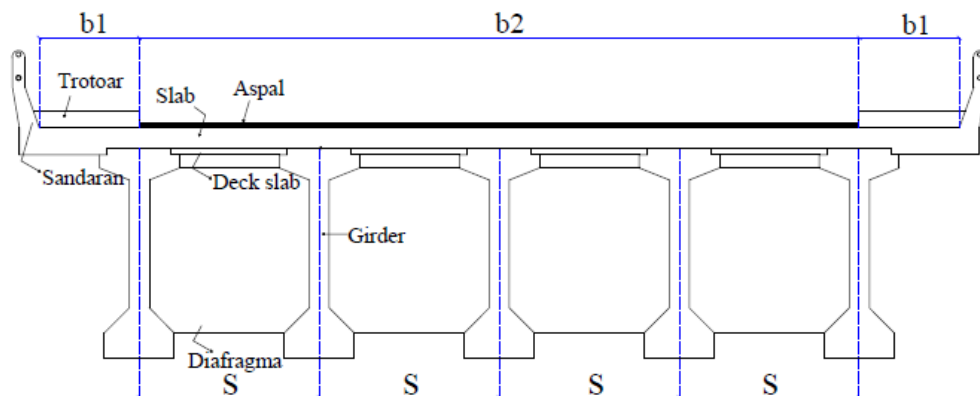
1. Data teknis jembatan

a. Bentang jembatan

Bentang jembatan dalam perencanaan sambungan jembatan dengan gelagar beton pratekan ini yaitu 50 m x 2

b. Lantai kendaraan

Direncanakan lebar lajur lalu lintas yaitu 2 x 3,5 m dan lebar trotoar 1 m (Standar Bangunan Atas Bina Marga)



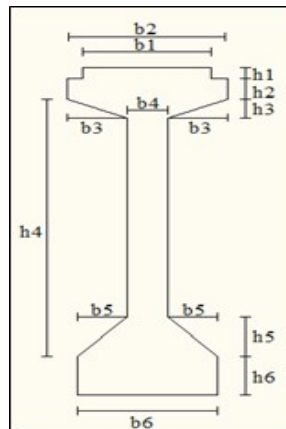
Gambar 2. Potongan melintang jembatan.

Keterangan:

S = 1,75 m

b1 = 1 m

b2 = 7 m



Gambar 3. Dimensi Girder.

Tabel 1. Dimensi Girder.

Notasi	Unit	H-210
h1	mm	70
h2	mm	130
h3	mm	120
h4	mm	1650
h5	mm	250
h6	mm	250
b1	mm	640
b2	mm	800
b3	mm	300
b4	mm	200
b5	mm	250
b6	mm	700

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data Jembatan Prategang

Mutu beton balok = K-400

$$\text{Kuat tekan beton (f}_c\text{)} = \frac{0,83 \times 400}{10} = 33,2 \text{ MPa}$$

$$E_c \text{ balok prategang} = 0,043 \times W_c^{1,5} \times f_c^{10,5} = 30970,45 \text{ MPa}$$

Mutu beton pelat beton = K-250

$$\text{Kuat tekan beton pelat (f}_c\text{)} = \frac{0,83 \times 250}{10} = 20,75 \text{ MPa}$$

$$E_c \text{ pelat beton} = 4700 \times 20,75^{0,5} = 21409,5189 \text{ MPa}$$

4.2 Pengelolaan Data Jembatan

a. Menghitung karakteristik penampang

Karakteristik penampang yang di hitung yaitu luas penampang, titik berat penampang, dan inersia penampang. Perhitungan karakteristik penampang PC I girder dilakukan menggunakan program *Excel* dengan metode pembagian penampang terlebih dahulu agar lebih mudah.

Dari perhitungan diperoleh karakteristik penampang balok PC I girder:

Letak titik berat serat bawah (y_b) = 1,0120 m

Letak titik berat serat atas (y_a) = 1,0880 m

Momen inersia terhadap alas balok (I_b) = 1,1843 m⁴

Momen inersia terhadap titik berat balok = 0,4139 m⁴

Tahanan momen sisi atas (W_a) = 0,3804 m³

Tahanan momen sisi bawah (W_b) = 0,4090 m³

Dari perhitungan karakteristik penampang balok komposit diperoleh :

Letak titik berat serat bawah (y_{bc}) = 1,3892 m

Momen inersia terhadap alas balok (I_{bc}) = 2,8794 m⁴

Momen inersia terhadap titik berat balok = 0,7522 m⁴

Tahanan momen sisi atas pelat (W_{ac}) = 0,8258 m³

Tahanan momen sisi atas balok (W'_{ac}) = 1,0582 m³

Tahanan momen sisi bawah balok (W_{bc}) = 0,5415 m³

b. Pembebanan

Berat sendiri (MS) :

Tabel 2. Perhitungan berat sendiri PC-I girder.

Jenis	Lebar (m)	Tebal (m)	Berat (kN/m ³)	Beban (kN/m)
PCI girder			qg =	18,8075
Diafragma			qd =	1.1803
Pelat lantai	1.75	0.2	24	8.4
Deck plate	1.11	0.07	24	1.8648
Q _{MS} =				30,2526

Beban mati tambahan (MA)

Tabel 3. Beban mati tambahan.

No	Jenis beban mati tambahan	Lebar b (m)	Tebal h (m)	Luas A (m ²)	Berat sat (w) (kN/m ³)	Beban Q _{MA} (kN/m)
1	Lapisan aspal + overlay	1.75	0.1	0.175	22	3.85
2	Air hujan	1.75	0.05	0.0875	9.8	0.8575

Beban Lalu lintas (MD)

Beban lajur "D" (TD)

Bila $L \leq 30$ m ; $q = 9$ kPa

Bila $L > 30$ m ; $q = 9 (0,5 + (15/L))$ kPa

Maka untuk panjang bentang 50 m

$$q = 9 (0,5 + (15/50)) = 7,2 \text{ kN/m}^2$$

$P = 49 \text{ kN/m}$ faktor DLA = 0.4

$$Q_{TD} = q \times s = 12,6 \text{ kN/m}$$

$$P_{TD} = (1 + DLA) \times P \times s = 120,05 \text{ kN}$$

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda truk (beban T) yang besarnya

$T = 225 \text{ kN}$

$$P_{TT} = (1 + DLA) \times T = (1 + 0,4) \times 225 = 315 \text{ kN}$$

4.3 Tegangan Yang Terjadi Pada Penampang Balok

a. Kondisi awal (saat transfer)

$$\text{Tegangan ijin beton } 0,6 \times f'_{ci} = -15,94 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat atas, } f_{ca} = -P_t/A + P_t \times e_s/W_a - M_{balok}/W_a = -6,35 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat bawah, } f_{cb} = -P_t/A + P_t \times e_s/W_b - M_{balok}/W_b = -15,94 \text{ MPa}$$

b. Kondisi *loss of prestress*

$$\text{Tegangan ijin beton } -0,45 \times f'_c = -14,94 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat atas, } f_a = -P_{eff}/A + P_{eff} \times e_s/W_a - M_{balok}/W_a = -6,89 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat bawah, } f_b = -P_{eff}/A - P_{eff} \times e_s/W_b + M_{balok}/W_b = -14,15 \text{ MPa}$$

c. Kondisi setelah pelat lantai selesai di cor (beton muda)

$$\text{Tegangan ijin beton } -0,45 \times f'_c = -14,94 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat atas, } f_a = -P_{eff}/A + P_{eff} \times e_s/W_a - M_{balokpelat}/W_a = -13,79 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat bawah } f_b = -P_{eff}/A - P_{eff} \times e_s/W_b + M_{balokpelat}/W_b = -7,73 \text{ MPa}$$

d. Kondisi komposit

$$\text{Tegangan diserat atas, } f_a = -P_{eff}/A + P_{eff} \times e_s/W_a - M_{balokpelat}/W_a = -5,06 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan diserat bawah, } f_b = -P_{eff}/A - P_{eff} \times e'_s/W_{ac} + M_{balokpelat}/W_{bc} = -5,54 \text{ MPa}$$

Tegangan beton diserat bawah balok,

$$f_{bc} = -P_{eff}/A_c - P_{eff} \times e'_s/W_{bc} + M_{balokpelat}/W_{bc} = -10,65 \text{ MPa}$$

4.4 Lendutan Terhadap Balok

a. Lendutan pada keadaan awal

$$Q_{pt1} = 8 \times P_{t1} \times e_s/L^2 = 24,85 \text{ kN/m}$$

$$Q_{balok} = 8 \times M_{balok}/L^2 = 18,81 \text{ kN/m}$$

$$\delta = 5/384 \times (-Q_{pt1} + Q_{balok}) \times L^4 / (E_{balok} \times I_x) = -0,038 \text{ kN/m} < L/240$$

b. Lendutan setelah *loss of prestress*

$$Q_{peff} = 8 \times P_{eff} \times e_s/L^2 = 23,38 \text{ kN/m}$$

$$Q_{balok} = 8 \times M_{balok}/L^2 = 18,81 \text{ kN/m}$$

$$\delta = 5/384 \times (-Q_{peff} + Q_{balok}) \times L^4 / (E_{balok} \times I_x) = -0,029 \text{ kN/m} < L/240$$

c. Lendutan setelah pelat selesai dicor

$$Q_{peff} = 8 \times P_{eff} \times e_s/L^2 = 23,38 \text{ kN/m}$$

$$Q_{balokpelat} = 8 \times M_{balokpelat}/L^2 = 27,21 \text{ kN/m}$$

$$\delta = 5/384 \times (-Q_{peff} + Q_{balokpelat}) \times L^4 / (E_{balok} \times I_x) = -0,024 \text{ kN/m} < L/240$$

d. Lendutan setelah pelat dan balok menjadi komposit

$$Q_{peff} = 8 \times P_{eff} \times e'_s/L^2 = 33,06 \text{ kN/m}$$

$$Q_{balokpelat} = 8 \times M_{balokpelat} / L^2 = 27,21 \text{ kN/m}$$

$$\delta = 5/384 \times (-Q_{eff} + Q_{balokpelat}) \times L^4 / (E_{balok} \times I_x) = -0,037 \text{ kN/m} < L/240$$

4.5 Penyajian Data *Link Slab*

Panjang bentang	= 50 m
GAP	= 0,0508 m
Jarak (s)	= 1,75 m
Tebal slab	= 0,2 m
Mutu baja	= 410 MPa
Modulus elastisitas	= 200000 MPa
Mutu ECC	= 48,7 MPa
Modulus elastisitas	= $4700 \times 48,7^{0,5} = 32799,13 \text{ MPa}$

4.6 Pengelolaan Data *Link Slab*

Menentukan panjang *link slab*

$$L_{is} = 0,075 \cdot (50 + 50) + 0,0508 = 7,5508 \text{ m}$$

Menentukan panjang *debonding zone*

$$L_{dz} = 0,05 \cdot (50 + 50) + 0,0508 = 5,0508 \text{ m}$$

Momen inersia *link slab*

$$I_{is} = \frac{b_{is} \times h_{is}^3}{12} = \frac{1,75 \times 0,2^3}{12} = 0,00117 \text{ m}^4$$

Menghitung rotasi maksimum balok

Rotasi balok maksimum balok disebabkan oleh beban truk kondisi II dengan jarak gandar 5 m dan 4 m yaitu 0,0058

Momen lentur *link slab*

$$M_a = \frac{2E_c \times I_{is}}{L_{dz}} \times \theta = \frac{2 \times 32799,13 \times 10^2 \times 0,00117}{5,0508} \times 0,0058 = 91516,83 \text{ Nm}$$

Penulangan *link slab*

Tebal selimut beton (p)	= 25 mm
Tebal slab beton (h)	= 200 mm
Lebar slab (b)	= 1000 mm
Diameter tulangan tarik	= 16 mm
Diameter tulangan susut suhu	= 12 mm
Tebal efektif beton (d)	= $200 - 25 - \frac{1}{2} 16 = 167 \text{ mm}$

Periksa besarnya kuat momen rencana sebagai beton bertulang tunggal pada penampang terkendali tarik

$$\beta = 0,85 - 0,05 \frac{48,7 - 28}{7} = 0,7021$$

$$\rho_b = 0,7021 \frac{0,85 \times 48,7}{410} \times \left(\frac{600}{(600 + 410)} \right) = 0,0421$$

Karena penampang terkendali tarik maka $\epsilon_t = 0,005 \text{ } \emptyset = 0,9$

$$\rho_{maksarik} = 0,625 \times \rho_b = 0,625 \times 0,0421 = 0,0263$$

$$\rho_{min} = \frac{(f'_c)^{0,5}}{4 \times f_y} = \frac{(48,7)^{0,5}}{4 \times 410} = 0,0043$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{91516,83}{0,9} = 101685,37 \text{ Nm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{101685,37 \times 10^3}{1000 \times 167^2} = 3,6461$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = \frac{410}{0,85 \times 48,7} = 9,9046$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2m \times R_n)}{f_y}} \right) = \frac{1}{9,9046} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \times 9,9046 \times 3,6461)}{410}} \right) = 0,0093$$

$$\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$$

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d = 0,0093 \times 1000 \times 167 = 1556,99 \text{ mm}^2$$

$$A_{D16} = \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 = 201,06 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{(1000 \times 201,06)}{1556,99} = 129,1 \text{ mm}$$

Maka digunakan tulangan utama link slab D16- 125 mm

$$A_{sterpasang} = (8) \times \left(\frac{1}{4} \right) \times \pi \times 16^2 = 1608,49 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{1608,49 \times 410}{0,85 \times 48,7 \times 1000} = 15,93 \text{ mm}$$

$$\emptyset M_n = \emptyset A_s \times f_y \times \left(d - \left(\frac{a}{2} \right) \right) = 0,9 \times 1608,49 \times 410 \times \left(167 - \left(\frac{a}{2} \right) \right) = 94,39 \text{ kNm}$$

$$\emptyset M_n > M_u$$

$$94,39 \text{ kNm} > 91,51 \text{ kNm} \dots \text{OK !}$$

Periksa nilai ϵ_t

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{15,93}{0,7021} = 22,69 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{22,69}{167} = 0,1359 < 0,375 \text{ (terkendali tarik)}$$

$$\epsilon_t = \frac{(d-c)}{c} \times 0,003 = \frac{(167-22,69)}{22,69} \times 0,003 = 0,019 - 0,005 \text{ (tulang tarik leleh)}$$

Perhitungan tulangan susut suhu:

$$\frac{(\rho - 0,002)}{(0,0018 - 0,002)} = \frac{(410 - 350)}{(420 - 350)}$$

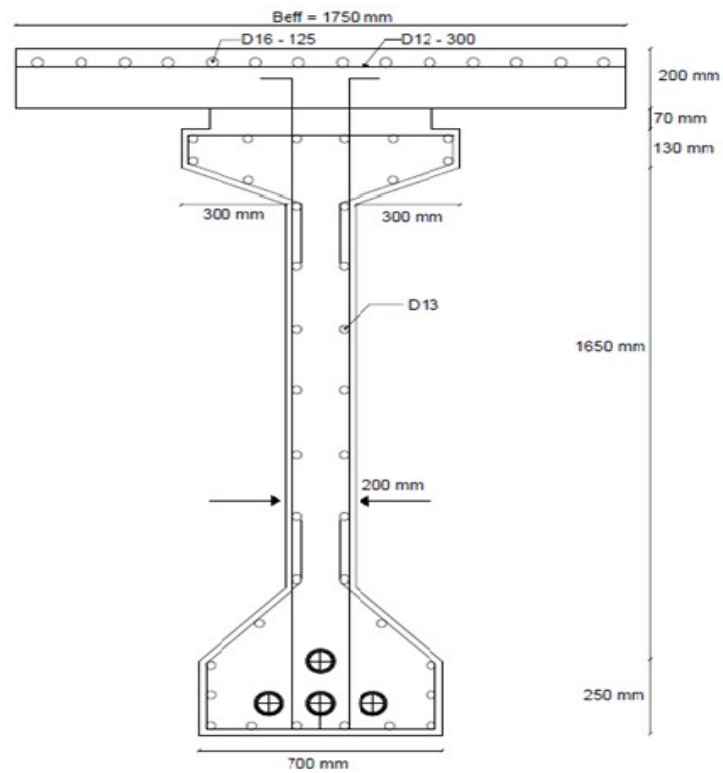
$$\rho = 0,00183$$

$$A_{ss} = \rho \times b \times h = 0,00183 \times 1000 \times 200 = 366 \text{ mm}^2$$

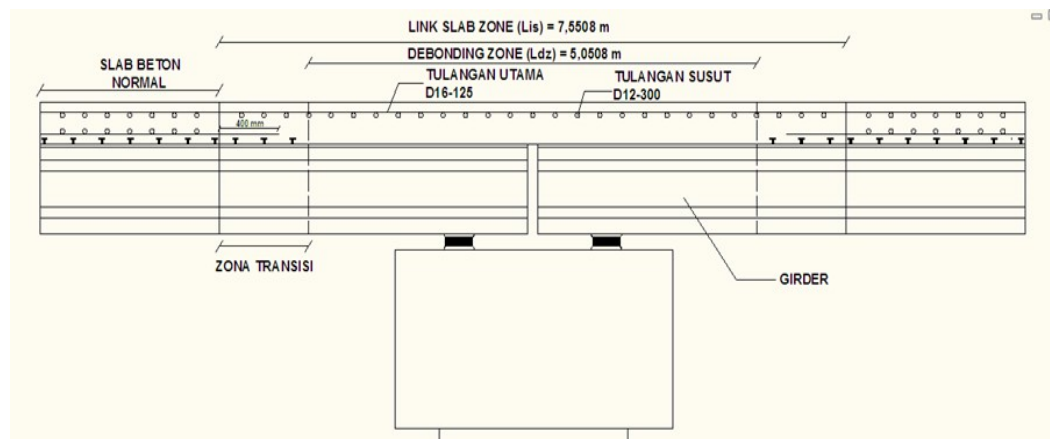
$$A_{D12} = \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 = 113,10 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{(1000 \times 113,10)}{366} = 309 \text{ mm}$$

Maka digunakan tulangan susut suhu link slab D12 – 300



Gambar 4. Penulangan *link slab* arah melintang.



Gambar 5. Penulangan *link slab* arah memanjang.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan desain ini adalah sebagai berikut: besarnya panjang zona *debonding link slab* pada jembatan gelagar beton pratekan balok PC I *girder* bentang 50 m x 2 sebesar 5,05 m dengan panjang keseluruhan *link slab* sebesar 7,55 m. Rotasi yang terjadi pada desain jembatan gelagar beton pratekan balok PC I *girder* bentang 50 m x 2 ini sebesar 0,0058 rad yang diakibatkan oleh beban truk. Berdasarkan hasil desain, tulangan *link slab* pada jembatan gelagar beton pratekan dipasang sebagai tulangan tunggal satu lapis, yang dimana tulangan tarik *link slab* berada diatas akibat adanya momen negatif yang terjadi pada *link slab*. Dengan mutu beton untuk *link slab* 48,7 MPa dan mutu baja tulangan 410 MPa, maka dipasang tulangan utama *link slab* D16 – 125 mm sedangkan tulangan susut suhu D12 – 300 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Caner, A., and Zia, P, 1998, *Behavior and design of link slab for jointless bridge decks*: 68-80. PCI Journal May-June.
- Sugihardjo, 2012, *Studi Retrofitting Jembatan Komposit Menggunakan Link Slab Akibat Beban Gempa Pada Berbagai Kondisi Tanah Oprit*. Institut Sepuluh November. Surabaya.
- Supriyadi, Bambang., dan Agus Setyo Muntohar, 2007, *Jembatan Cetakan Ke IV*. Beta Offset. Yogyakarta.