

**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JURUG Jln.Ir.SUTAMI DENGAN SISTEM  
BALOK PRATEGANG MENGACU PEMBEBANAN RSNI T-02-2005**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Program Studi Teknik  
Sipil Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**Slamet Listivanto  
NIM : D 100 120 043**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JURUG Jln.Ir.SUTAMI DENGAN SISTEM  
BALOK PRATEGANG MENGACU PEMBEBANAN RSNI T-02-2005**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Telah dipertimbangkan di departemen Desain Pengajaran  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Surabaja  
Pada hari, Rabu 05 April 2017  
dan dinyatakan **Oleh:**

**Slamet Listiyanto**

**D 100 120 043**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Ir. Abdul Rochman, M.T.**

**NIK : 610**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JURUG Jln.Ir.SUTAMI DENGAN SISTEM  
BALOK PRATEGANG MENGACU PEMBEBANAN RSNI T-02-2005**

**OLEH  
SLAMET LISTIYANTO  
D 100 120 043**

**Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari, Rabu 05 April 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji :**

1. Ir.Abdul Rochman, MT.  
(Pembimbing)

(.....)

2. Yenny Nurchasanah, ST., MT.  
(Penguji I)

(.....)

3. Basuki, ST., MT.  
(Penguji II)

(.....)

**Dekan,**



**Ir.Sri Sunarjono, MT.,PhD.  
NIK.682**



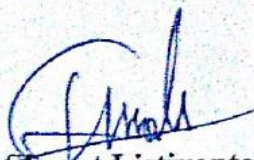
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 05 April 2017

Penulis



Slamet Listiyanto

D 100 120 043



# PERENCANAAN ULANG JEMBATAN JURUG Jln.Ir.SUTAMI DENGAN SISTEM BALOK PRATEGANG MENGACU PEMBEBANAN RSNI T-02-2005

## Abstrak

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui tata cara perencanaan konstruksi jembatan beton prategang(*prestessed*)<sup>1</sup> yang benar sehingga perlu perencanaan perhitungan yang mengacu pada standart yang ada yaitu dengan merencanakan ulang jembatan rangka baja Jurug dengan kontruksi beton prategang(*prestessed*)<sup>1</sup> yang berada di Jln.Ir.Sutami, Solo, Jawa Tengah. Jembatan yang termasuk kelas I ini memiliki bentang 175 m dengan 4 gelagar yang membentang diatas *piernya*. Peraturan-peraturan yang digunakan untuk acuan perencanaan adalah berikut SNI T-02-2005 dan Pedoman Perencanaan Teknik Jembatan *Bridge Management System* (BMS) 1992 dalam menentukan standart pembebanan untuk konstruksi jembatan. Analisa mekanika struktur digunakan untuk mencari gaya-gaya dalam yang terjadi menggunakan bantuan program SAP 2000 V 15. Perhitungan matematis agar mendapatkan hasil yang cepat dan akurat menggunakan program “*Microsoft Excel 2013*”. Sedangkan, penggambaran menggunakan program “*AutoCAD 2012*” dan “*Sketchup 2015*”. Hasil dari perencanaan ini diperoleh gelagar 46 meter dengan penampang balok *girder* 2,3 meter dan untuk gelagar 41 meter diperoleh penampang 2,1 meter, untuk tendon yang digunakan pada gelagar 46 meter dan 41 meter didapatkan banyaknya 5 tendon dan 4 tendon pada gelagar memanjang. Pada perhitungan gelagar memanjang 46 meter mengalami kehilangan tegangan total (*loss of prestress*) sebesar 16,525 % dan pada gelagar memanjang 41 meter mengalami kehilangan tegangan total(*loss of prestress*) sebesar 16,879 %. Gelagar memanjang aman terhadap tegangan, lendutan, momen batas dan gaya geser. Pada struktur bawah *abutment* jembatan terbagi menjadi 6 bagian utama yaitu *breast wall*, *back wall*, *corbel*, *wing wall*, *pile cap* dan pondasi *bore pile* sedangkan *pier*/pilar jembatan terbagi menjadi 5 bagian utama yaitu, *headstock*, *column pier*, balok diafragma, *pile cap* dan pondasi *bore pile*.

**Kata kunci :** *Perencanaan, Jurug, beton prategang, jembatan, borepile.*

## Abstract

The purpose of final project is to know prestressed concrete bridge construction design rules which is right, so it needs calculation relates to the standard with bridge redesigning of Jln.Ir.Sutami, Solo, Central Java. The bridge is class 1 has span of 175 m with 4 girders spans on its pier. The rules are used for refrence is rule of SNI T-02-2005 and redesign guidliness of Bridge Management System (BMS) 1992 in determining loading standard for bridge construction. Construction mechanic analysis is used for finding inside force which happens with using SAP 2000 V 15 Program. The methematic calculation in finding fast and accurat result used “*Microsoft Excel 2013*” program. Wherease, drawing used “*AutoCAD 2012*” program and “*Sketchup 2015*” program. This redesign is got 46 meters of girder with 2,3 meters of girder profile and for 41 meters of girder is got 2,1 meters of profile, for tendon which is used to 46 meters of girder and 41 meters is got 5 tendons and 4 tendons on longitudinal girder. In calculation of longitudinal 46 meters of girder did loss of prestress of 16,525 % and on ll 41 meters of longitudina did 16,879 % of loss of prestress . Longitudinal to stress , deflection, limit moment and shear force On bridge abutment to be main 6 parts are breast wall, back wall, corbel, wing wall, pile capand bore pile foundaiton, wherease for pier is devided becomes 5 parts are headstock, column pier, beam diapragma, pile cap and bore pile foundation.

**Keywords :** *redesing, Jurug, prestressed concrete, bridge, borepile.*

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi geografis Indonesia yang memiliki banyak sungai dan daerah yang lebih datar diperlukan suatu penghubung kesatu daerah ke daerah yang lain agar akses suatu perjalanan berjalan lancar. Maka dari itu untuk memperlancar perjalanan diperlukan sebuah jembatan. Jembatan merupakan suatu konstruksi yang dapat meneruskan jalan. Jembatan sangat diperlukan dalam jaringan transportasi darat yang akan menunjang suatu pembangunan daerah dan terciptanya efisiensi waktu dalam melakukan perjalanan.

Jembatan jurug yang melintasi sungai Begawan Solo ini sangat mempunyai sejarah yang panjang seiring dengan berkembangnya kota Solo. Jembatan yang menjadikan penghubung antara kota Karanganyar, Sragen serta kota – kota di Jawa Timur. Jembatan yang terdiri atas struktur atas rangka baja ini membentang sepanjang 175 m dengan 3 buah *pier* yang menopang. Sering berkembangnya zaman transportasi darat banyak terjadi kemacetan dimana mana, salah satunya adalah waktu akan masuk jembatan pada kasus ini disebabkan oleh kurangnya lebar jalur kendaraan pada jembatan, hal ini adalah gagasan perencana untuk mendesain ulang jembatan jurug untuk mengurai kemacetan yang terjadi. Jembatan yang direncanakan menggunakan sistem balok prategang ini akan menggantikan jembatan yang telah ada.

Perencanaan ulang struktur Jembatan Jurug di Jln.Ir Sutami Solo, Surakarta, untuk memberikan penjelasan mengenai tata cara mengenai pembebanan sesuai dengan RSNI T-02-2005. Memberikan pengetahuan tentang jembatan sistem balok prategang (*prestressed concrete*) dan memahami konsep struktur jembatan.

Jembatan beton prategang (*prestressed concrete*) merupakan salah satu jenis jembatan dengan bahan material konstruksi beton yang berisi kabel baja mutu tinggi dengan tujuan untuk memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton, sifat beton yang memiliki gaya tekan tinggi tapi lemah di gaya tarik dapat teratasi. Beton prategang sebagai solusi untuk mengatasi besarnya tegangan tarik yang timbul pada struktur beton khususnya untuk perencanaan jembatan bentang yang panjang.

Tiang sandaraan direncanakan untuk dua pembebanan rencana daya layan sebesar  $w = 0,75$  kN/m dengan beban-beban bekerja secara bersamaan dalam arah menyilang dan vertikal pada masing-masing sandaraan. Untuk plat trotoar diperhitungkan beban berat sendiri dari setiap elemen yang membebani plat trotor dan beban hidup yang diperhitungkan untuk perencanaan plat trotoar beban pejalan kaki sebesar 5 kPa dan beban hidup terpusat sebesar 20 kN, beban horizontal pada kerb sebesar 1,5 kPa.

Untuk perencanaan plat lantai jembatan diperhitungkan momen maksimum yang terjadi pada plat lantai dengan bantuan program SAP 2000 V.15. sehingga diperoleh beban maksimum yang bekerja pada plat lantai dikombinasikan dengan faktor beban ultimit untuk

perhitungan penulangan plat lantai jembatan. Dan dikontrol terhadap lendutan dan gaya geser pons yang terjadi.

Untuk perencanaan balok prategang sendiri dimulai dari perhitungan *section propertis* penampang, pembebanan terhadap balok prategang, penulangan balok prategang, penentuan jumlah tendon, perhitungan kehilangan tegangan (*loss of prestress*), dan kontrol terhadap gaya dan momen yang terjadi.

Fondasi *bore pile* adalah pondasi tiang beton yang dicor ditempat. Besarnya irisan keliling, terdiri dari tulangan pokok dan tulangan spiral. Sebagai berikut adalah langkah-langkah perhitungan fondasi *bore pile*.

## 2. METODE PERENCANAAN

Proses perencanaan jembatan dilakukan melalui 4 tahap sebagai berikut :

### Tahap 1 : Mengumpulkan data

- 1). Survy lokasi
- 2). Data teknis jembatan seperti panjang jembatan dan lebar jembatan
- 3). Data tanah

Data tanah menggunakan data tanah hasil pegujian *bore pile* proyek dr Oen, Kandang sapi, Solo

**Tahap 2 :** Dasar acuan yang akan digunakan Pada tahap ini adalah menentukan dasar acuan yang akan digunakan seperti SNI, peraturan bina marga, BMS 1992, dan lain – lain.

### Tahap 3 : Analisis pembebanan dan analisis mekanika

Pada tahap ini yang dimaksud dengan analisis pembebanan dan analisis mekanika meliputi beberapa perhitungan, yaitu :

- 1). Perhitungan pembebanan akibat beban mati dan beban hidup / akibat benda yang bergerak, beban gempa dan aksi aksi beban yang lain
- 2). Perhitungan reaksi yang terjadi seperti momen, gaya geser yang terjadi pada struktur jembatan
- 3). Kontrol keamanan seperti nilai lendutan, momen maksimum, gaya geser, dan lain lain
- 4). Perhitungan tulangan lentur, geser pada struktur jembatan.

**Tahap 4 :** Penggambaran hasil perhitungan.

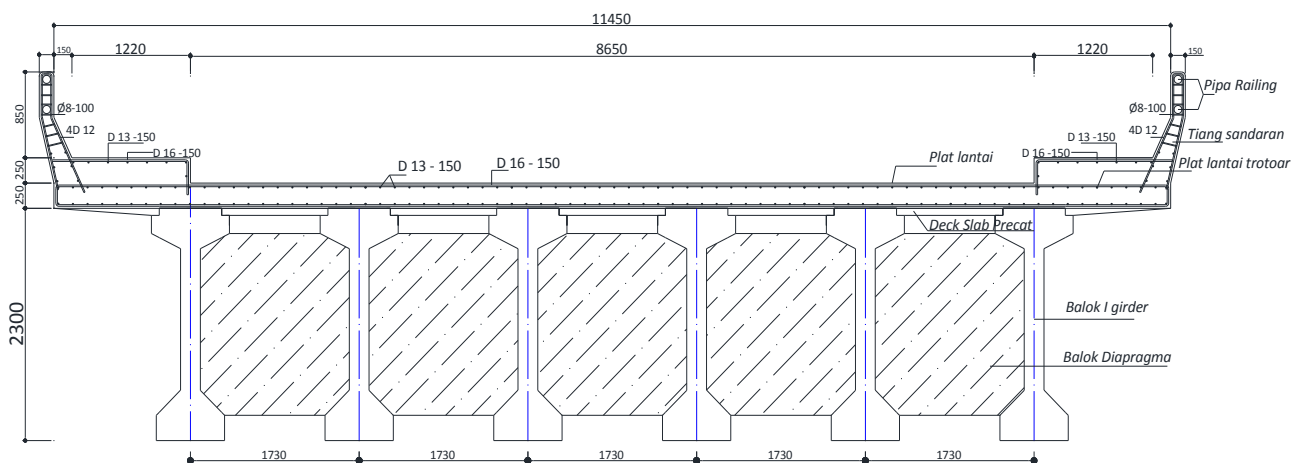
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan plat lantai jembatan memiliki lebar 11,45 m, tebal 0,25 m, diatas plat lantai kendaraan terdapat lapisan aspal + *overlay* untuk dikemudian hari dengan tebal 0,10 m, pada kanan dan kiri terdapat trotoar setebal 0,25 m dan tiang sandaran setinggi 0,85 m, pipa railing menggunakan tipe SGP dengan diameter 3 inchi, jarak antar girder 1,73 m, untuk penulangan plat lantai jembatan dan trotoar menggunakan tulangan pokok D 16 -150 mm dan tulangan bagi

D 13-150 mm, tulangan tiang sandaran menggunakan 4 D 12 menggunakan tulangan geser  $\varnothing 8 - 100$  mm. Plat lantai jembatan diperhitungkan aman terhadap lendutan dan gaya geser pons. Lendutan yang terjadi akibat beban mati dan hidup serta akibat susut dan rangkai beton. Nilai lendutan yang terjadi pada plat lantai jembatan sebesar  $1,07641 \text{ mm} < \text{batas lendutan izin}$  sebesar  $7,20833 \text{ mm}$ . Untuk nilai gaya geser pons yang terjadi sebesar  $283500 \text{ N} < \text{batas gaya geser pons}$  yang diizinkan sebesar  $377243,24 \text{ N}$ . Sehingga dari nilai perhitungan tersebut plat lantai jembatan aman terhadap lendutan dan gaya geser pons.

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan penulangan plat lantai jembatan

Penulangan plat lantai jembatan		
Yang ditinjau	Tumpuan	Lapangan
Momen perlu $M_u$ (kNm)	-80,518	71,242
Luas Tulangan perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{su} = 1081,890$	$A_{su} = 951,873$
	$A_{sbu} = 500$	$A_{sbu} = 500$
Luas Tulangan terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 1339,73$	$A_s = 1339,73$
	$A_{sb} = 884,881$	$A_{sb} = 884,881$
Tulangan hasil hitungan	$A_s = D16-150$	$A_s = D16-150$
	$A_{sb} = D13-150$	$A_{sb} = D13-150$
Penulangan plat trotoar		
Momen perlu $M_u$ (kNm)	39,635	
Luas Tulangan perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{su} = 1081,890$	$A_{su} = 951,873$
	$A_{sbu} = 500$	$A_{sbu} = 500$
Luas Tulangan terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 1339,73$	$A_s = 1339,73$
	$A_{sb} = 884,881$	$A_{sb} = 884,881$
Tulangan hasil hitungan	$A_s = D16-150$	$A_s = D16-150$
	$A_{sb} = D13-150$	$A_{sb} = D13-150$
Penulangan tiang sandaran		
Momen perlu $M_u$ (kNm)	2,91	
Gaya geser (kN)	4,95	
Luas Tulangan perlu ( $\text{mm}^2$ )	112,505	
Luas Tulangan terpasang ( $\text{mm}^2$ )	452,16	
Tulangan hasil hitungan	4 D 12	
Tulangan geser yang digunakan	$\varnothing 8 - 100$	



Gambar 1. Penulangan hasil perhitungan plat lantai jembatan

Hasil dari perhitungan panjang gelagar 46 m dan 41 meter didapatkan banyaknya tendon 5 tendon dan 4 tendon pada gelagar memanjang. Tinggi penampang gelagar untuk panjang bentang



46 meter adalah 2,3 meter dan untuk penampang gelagar dengan panjang gelagar 41 adalah 2,1 meter. Pada perhitungan gelagar memanjang 46 meter mengalami kehilangan tegangan total (*loss of prestress*) sebesar 16,525 % dan pada gelagar memanjang 41 meter mengalami kehilangan tegangan total (*loss of prestress*) sebesar 16,879 %. Pada pembesian *end block* pada *bursting force* digunakan plat angkur mati tipe VSL berdimensi 250 x 250 mm dan angkur hidup VSL tipe Sc berdimensi 270 x 270 mm dan digunakan 6 sengkang pada *bursting steel*. Pada perhitungan penulangan balok diafragma diperoleh diameter tulangan utama D 22 mm dan tulangan begel berdiameter Ø10 mm. Penulangan *deck slab* menggunakan tulangan utama D 10 mm dan tulangan bagi Ø 8 mm.

Dalam perencanaan ulang jembatan jurug ini gelagar utama 46 meter dan 41 meter diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

- 1). Kontrol terhadap *strain* terbagi menjadi 3 bagian yaitu tegangan diatas plat, tegangan diatas balok, tegangan dibawah balok.

Tabel 2. Rekapitulasi kontrol terhadap strain (tegangan) gelagar utama 46 meter.

Tegangan yang terjadi	Tegangan Kombinasi terbesar (kPa)	Tegangan ijin (kPa)	Kontrol tegangan kombinasi < Tegangan Ijin
Tegangan diatas plat, fac	-13663	-18675	Aman
Tegangan diatas balok, f'ac	-15625	-18675	Aman
Tegangan dibawah balok, fbc	-4634	-18675	Aman

Tabel 3. Rekapitulasi kontrol terhadap strain (tegangan) gelagar utama 41 meter.

Tegangan yang terjadi	Tegangan Kombinasi terbesar (kPa)	Tegangan ijin (kPa)	Kontrol tegangan kombinasi < Tegangan Ijin
Tegangan diatas plat, fac	-12187	-18675	Aman
Tegangan diatas balok, f'ac	-14345	-18675	Aman
Tegangan dibawah balok, fbc	-5446	-18675	Aman

- 2). Kontrol terhadap *deflection* (lendutan)

- a). Lendutan yang terjadi pada gelagar utama 46 meter

- Lendutan terbesar yang terjadi sebelum balok menjadi komposit sebesar  $-0,0429 < L/300(0,1533) = \text{Aman}$
- Lendutan terbesar yang terjadi pada balok komposit terbesar  $0,0575 < L/300(0,1533) = \text{Aman}$

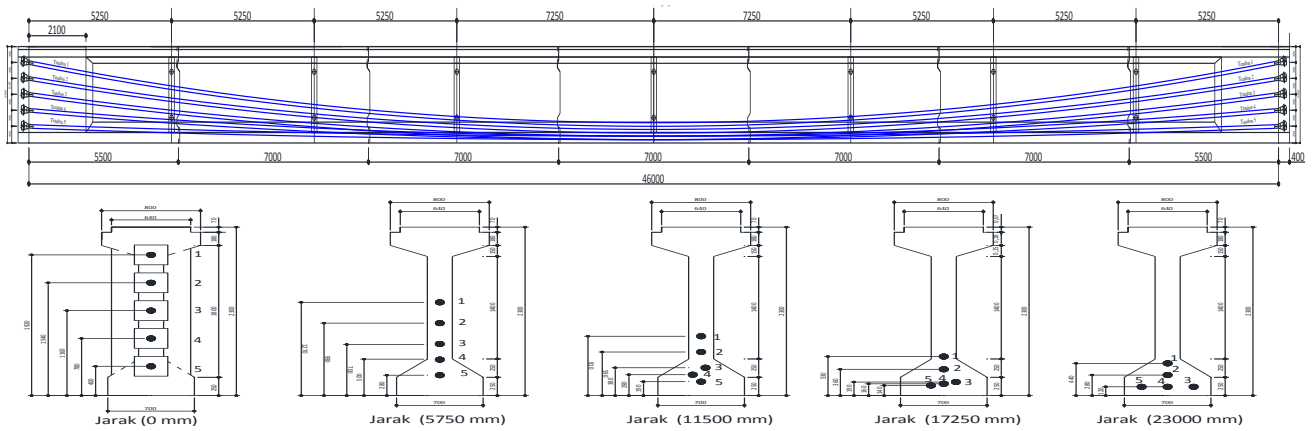
- b). Lendutan yang terjadi pada gelagar utama 41 meter

- Lendutan terbesar yang terjadi sebelum balok menjadi komposit sebesar  $-0,0408 < L/300(0,1366) = \text{Aman}$
- Lendutan terbesar yang terjadi pada balok komposit terbesar  $0,0436 < L/300(0,1366) = \text{Aman}$

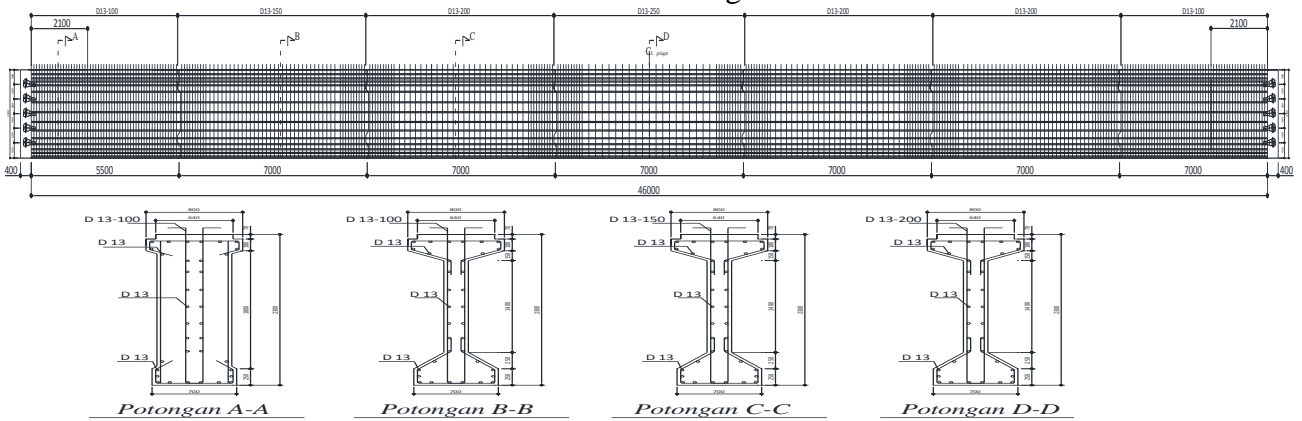
- 3). Kontrol terhadap momen batas (Ultimit)

a). Perencanaan kontrol momen batas untuk gelagar utama panjang 46 meter diperoleh hasil terbesar  $13921,7 \text{ kNm} < \text{batas momen rencana } 23253,210 \text{ kNm}$

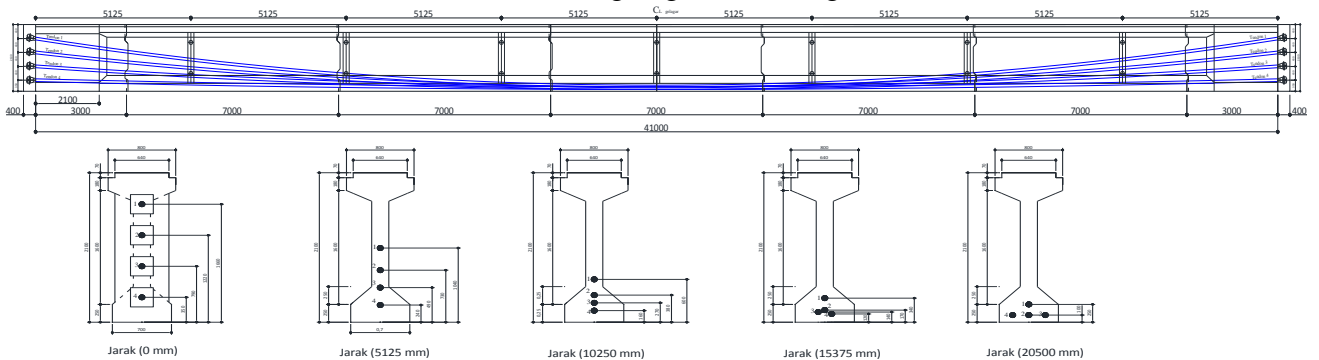
b). Perencanaan kontrol momen batas untuk gelagar utama panjang 41 meter diperoleh hasil terbesar  $10910,479 \text{ kNm} < \text{batas momen rencana } 21523,8 \text{ kNm}$



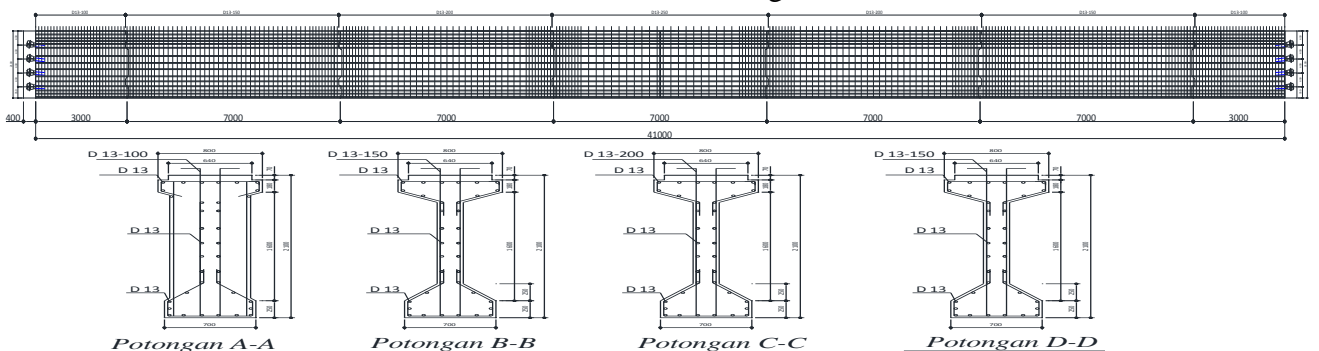
Gambar 2. Letak tedon bentang 46 meter



Gambar 3. Letak tulangan geser bentang 46 meter



Gambar 4. Letak tedon bentang 41 meter



Gambar 5. Letak tulangan geser bentang 41 meter

*Abutment* jembatan terbagi menjadi 6 bagian utama yaitu *breast wall*, *back wall*, *corbel*, *wing wall*, *pile cap* dan pondasi *bore pile*. Dari hasil perhitungan *abutment* jembatan aman terhadap gaya guling dan gaya geser arah memanjang maupun melintang jembatan.

Tabel 4. Rekap perhitungan *breastwall abutment*

<i>Breast Wall</i>		
Tulangan longitudinal		
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 2214,954$	
Gaya aksial perlu ( kN )	$P_u = 960,658$	
Luas tulangan perlu ( $mm^2$ )	$A_{st,u} = 13200$	
Luas tulangan terpasang ( $mm^2$ )	$A_s = 21446,606$	
Tulangan yang digunakan dari hasil hitungan		
Tulangan tekan,	2 D 32 -150	
Tulangan Tarik,	2 D 32 -150	
Tulangan geser		
Yang ditinjau	Arah x ( memanjang )	Arah y ( melintang )
Geser ultimit perlu (kN )	5002,267	3565,528
Luas geser perlu ( $mm^2$ )	717,948	1005,309
Luas geser terpasang ( $mm^2$ )	369,754	270,917
Tulangan yang digunakan dari hasil hitungan	D13 - 200	D16- 200/200

Tabel 5. Rekap perhitungan *backwall abutment*

<i>Back Wall Bawah</i>	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 105,477$
Luas tulangan pokok perlu ( $mm^2$ )	$A_{su} = 1758,974$
Luas tulangan bagi perlu ( $mm^2$ )	$A_{sbu} = 1100$
Luas tulangan pokok terpasang ( $mm^2$ )	$A_s = 2010,619$
Luas tulangan bagi terpasang ( $mm^2$ )	$A_{sb} = 1340,412$
Tulangan pokok yang digunakan dari hasil hitungan	D16 - 100
Tulangan bagi yang digunakan dari hasil hitungan	D16 - 150
<i>Back Wall Atas</i>	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 26,728$
Luas tulangan pokok perlu ( $mm^2$ )	$A_{su} = 1041,025$
Luas tulangan bagi perlu ( $mm^2$ )	$A_{sbu} = 700$
Luas tulangan pokok terpasang ( $mm^2$ )	$A_s = 1340,412$
Luas tulangan bagi terpasang ( $mm^2$ )	$A_{sb} = 1005,309$
Tulangan pokok yang digunakan dari hasil hitungan	D16 - 200
Tulangan bagi yang digunakan dari hasil hitungan	D16 - 200

Tabel 6. Rekap perhitungan *corbel abutment*

<i>Corbel</i>	
Tulangan lentur	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 154,798$
Luas tulangan pokok perlu ( $mm^2$ )	$A_{su} = 1338,747$
Luas tulangan bagi perlu ( $mm^2$ )	$A_{bsu} = 800$
Luas tulangan pokok terpasang ( $mm^2$ )	$A_s = 1340,412$
Luas tulangan bagi terpasang ( $mm^2$ )	$A_{sb} = 1005,309$
Tulangan pokok dari hasil hitungan	D16 - 150
Tulangan bagi yang digunakan dari hasil hitungan	D16 - 200
Tulangan Geser	
Gaya geser ultimit perlu( Nm )	$V_u = 773990,909$
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan beton. (N)	$\phi \cdot V_c = 955208,225$
Maka jika $\phi \cdot V_c > V_u$ maka perlu tulangan geser minimum	Perlu
Diambil jarak tulangan dari hasil hitungan	D13 -200/200



Tabel 7. Rekap perhitungan *wingwall abutment*

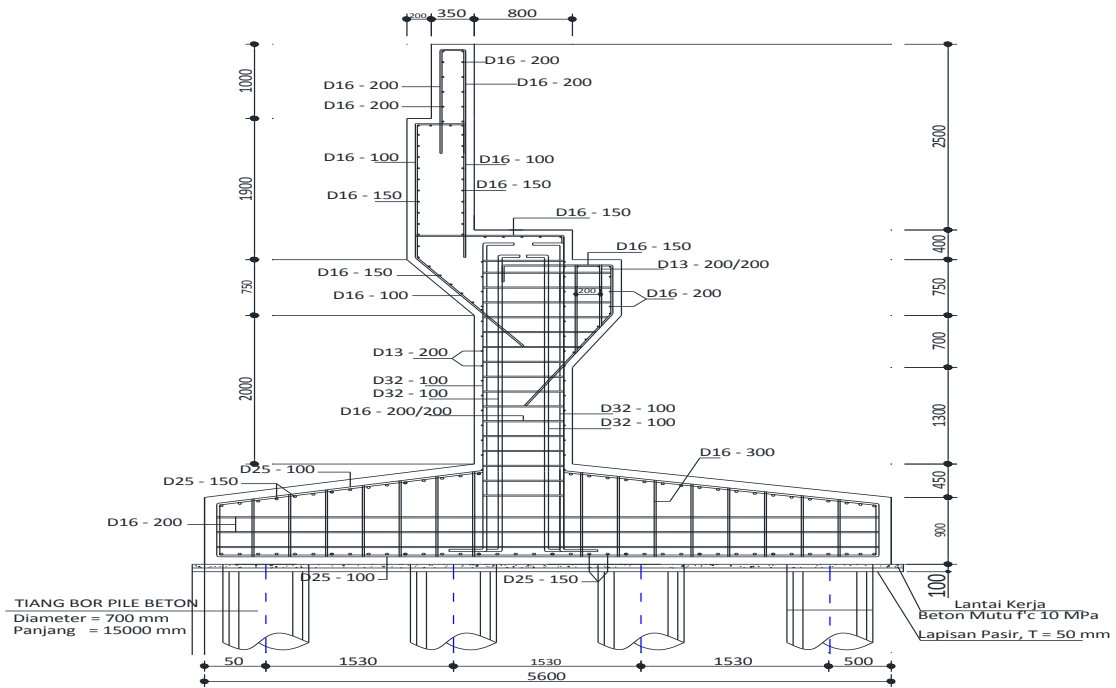
<b>Wing Wall</b>		
Tulangan lentur		
Yang ditinjau	Arah horizontal (x)	Arah vertikal (y)
Momen perlu (kNm )	$M_u = 244,446$	$M_u = 853,894$
Luas tulangan pokok perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{su} = 1630,508$	$A_{su} = 6224,321$
Luas tulangan bagi perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{sbu} = 1000$	$A_{sbu} = 1000$
Luas tulangan pokok terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 1890,192$	$A_s = 6605,199$
Luas tulangan bagi terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_{sb} = 1134,115$	$A_{sb} = 3302,599$
Tulangan pokok hasil hitungan	D19- 150	D29 - 100
Tulangan bagi hasil hitungan	D19 - 250	D29 - 200
Tebal <i>wing wall</i> dari hasil hitungan ( cm )		50 cm
Tulangan geser		
Yang ditinjau	Arah x ( memanjang )	Arah y ( melintang )
Geser ultimit Perlu (Nm )	$V_u = 253597,9$	$V_u = 341149,5$
Gaya geser yang ditahan beton (N)	$\phi \cdot V_c = 302368,07$	$\phi \cdot V_c = 302368,07$
Maka jika $\phi \cdot V_c > V_u$ maka perlu tulangan geser minimal	Perlu	Perlu
Diambil jarak tulangan dari hasil hitungan	D13 - 200	D13- 200

Tabel 8. Rekap perhitungan *pilecap abutment*

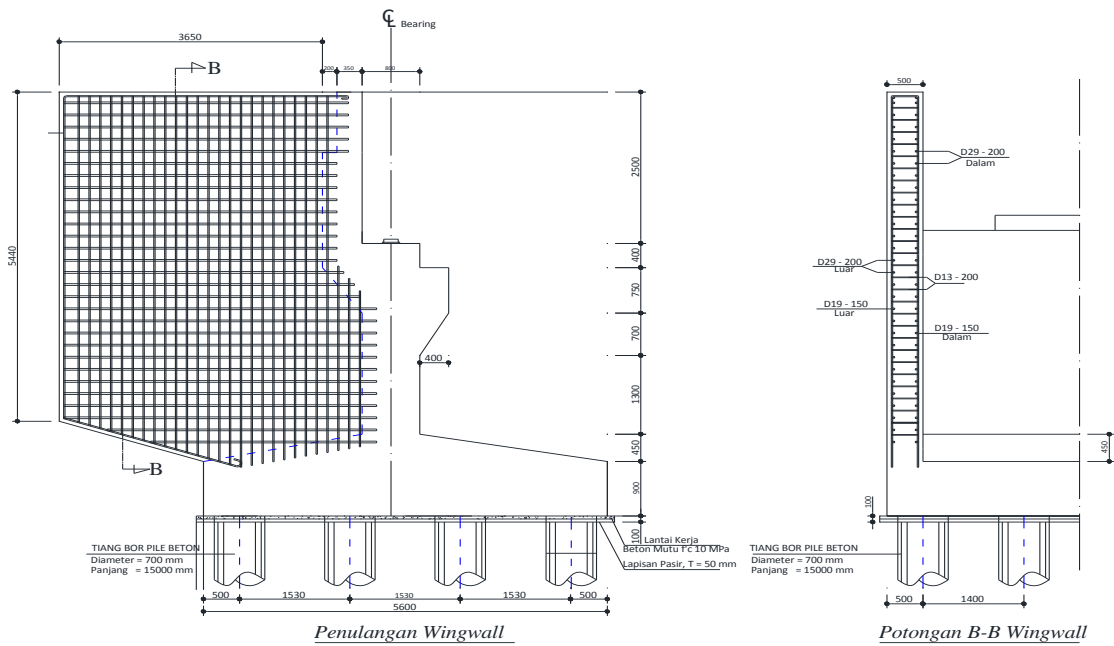
<b>PILE CAP</b>	
Tulangan lentur	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 1408,260$
Luas tulangan pokok perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{su} = 4487,179$
Luas tulangan bagi perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{sbu} = 2700$
Luas tulangan pokok terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 4908,738$
Luas tulangan bagi terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_{sb} = 3272,492$
Tulangan pokok dari hasil hitungan	D25 - 100
Tulangan bagi dari hasil hitungan	D25 - 150
Tulangan Geser	
Gaya geser ultimit perlu( Nm )	$V_u = 577115,114$
Gaya geser yang ditahan oleh beton. (N)	$\phi \cdot V_c = 859000,202$
Maka jika $V_u < \phi \cdot V_c$ maka perlu tulangan geser minimum	Perlu
Diambil jarak tulangan arah x dari hasil hitungan	D16 - 300
Diambil jarak tulangan arah y dari hasil hitungan	D16 -300

Tabel 9. Rekap perhitungan fondasi *abutment*

<b>Fondasi Bore Pile</b>	
Tulangan longitudinal	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 351,221$
Gaya aksial perlu ( kN )	$P_u = 1035,000$
Luas tulangan perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s,u} = 3848,451$
Luas tulangan terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 4561,592$
Tulangan yang digunakan dari hasil hitungan	12 D 22
Diameter <i>bore pile</i> yang digunakan ( $\text{mm}^2$ )	700
Jumlah <i>bore pile</i> yang digunakan Arah x (buah)	4
Arah y (buah)	10
Tulangan geser	
Gaya geser ultimit perlu (Nm)	195000
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (N)	$\phi \cdot V_c = 285028,2$
Maka jika $V_u < \phi \cdot V_c$ maka perlu tulangan geser minimum	Perlu
Digunakan tulangan sengkang	2 $\phi$ 12 - 150



Gambar 6. Penulangan *abutment* jembatan



Gambar 7. Penulangan *wingwall* jembatan

*Pier* jembatan ini terbagi menjadi 5 bagian utama yaitu, *headstock*, *column pier*, balok diafragma, *pile cap* dan fondasi *bore pile*. *Pier* jembatan aman terhadap gaya guling dan gaya geser baik dari arah memanjang ataupun dari arah melintang jembatan.

Tabel 10.Rekap hasil perhitungan *headstock pier*

<b>Headstock Pier</b>	
Tulangan lentur/longitudinal	
Momen ultimit perlu (kNm)	$M_u = 10102,578$
Luas tulangan perlu negatif ( $\text{mm}^2$ )	18682,730
Luas tulangan terpasang momen negatif ( $\text{mm}^2$ )	19815,595
Tulangan geser	
Geser ultimit perlu (kN)	$V_u = 1018,985$
Gaya geser yang ditahan beton (kN)	$\phi \cdot V_c = 1811,985$
Maka jika $\phi \cdot V_c > V_u$ maka perlu tulangan geser minimal	Perlu
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (kN)	$V_u / \phi = 679,323$
Diambil jarak tulangan dari hasil hitungan (mm)	2 D 13-200

Tabel 11.Rekap hasil perhitungan *colom pier*

<b>Pier Colomn</b>		
Tulangan lentur/longitudinal		
Momen ultimit perlu (kNm)	$M_u = 7680,598$	
Gaya aksial perlu (kN)	$P_u = 8343,150$	
Luas tulangan perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s,u} = 33575,7714$	
Luas tulangan terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 34361,1696$	
Tulangan yang digunakan dari hasil perhitungan	70 D-32	
Tulangan geser		
Yang ditinjau	Arah x (memanjang)	Arah y (melintang)
Geser ultimit perlu (N)	$V_{ux} = 1907354,289$	$V_{uy} = 3091346,269$
Gaya geser yang ditahan beton (N)	$\phi \cdot V_c = 3770362,714$	$\phi \cdot V_c = 3770362,714$
Maka jika $\phi \cdot V_c > V_u$ maka perlu tulangan geser minimal	Perlu	Perlu
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (N)	$V_s = V_u / \phi = 2543139052$	$V_s = V_u / \phi = 4121795,025$
Diambil jarak tulangan dari hasil hitungan (mm)	4 D 16-100	4 D 16-100

Tabel 12.Rekap hasil perhitungan balok diafragma *pier*

<b>Balok Diafragma</b>	
Tulangan lentur/longitudinal	
Momen ultimit perlu (kNm)	$M_u = 5006,258$
Luas tulangan perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s,u} = 16697,670$
Luas tulangan terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 17173,52$
Tulangan geser	
Geser ultimit perlu (kN)	$V_u = 1411,569$
Gaya geser yang ditahan beton (kN)	$\phi \cdot V_c = 520,453$
Maka jika $\phi \cdot V_c > V_u$ maka perlu tulangan geser minimal	Perlu
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (kN)	$V_s = V_u / \phi = 941,046$
Diambil jarak tulangan dari hasil hitungan (mm)	2 D16-150

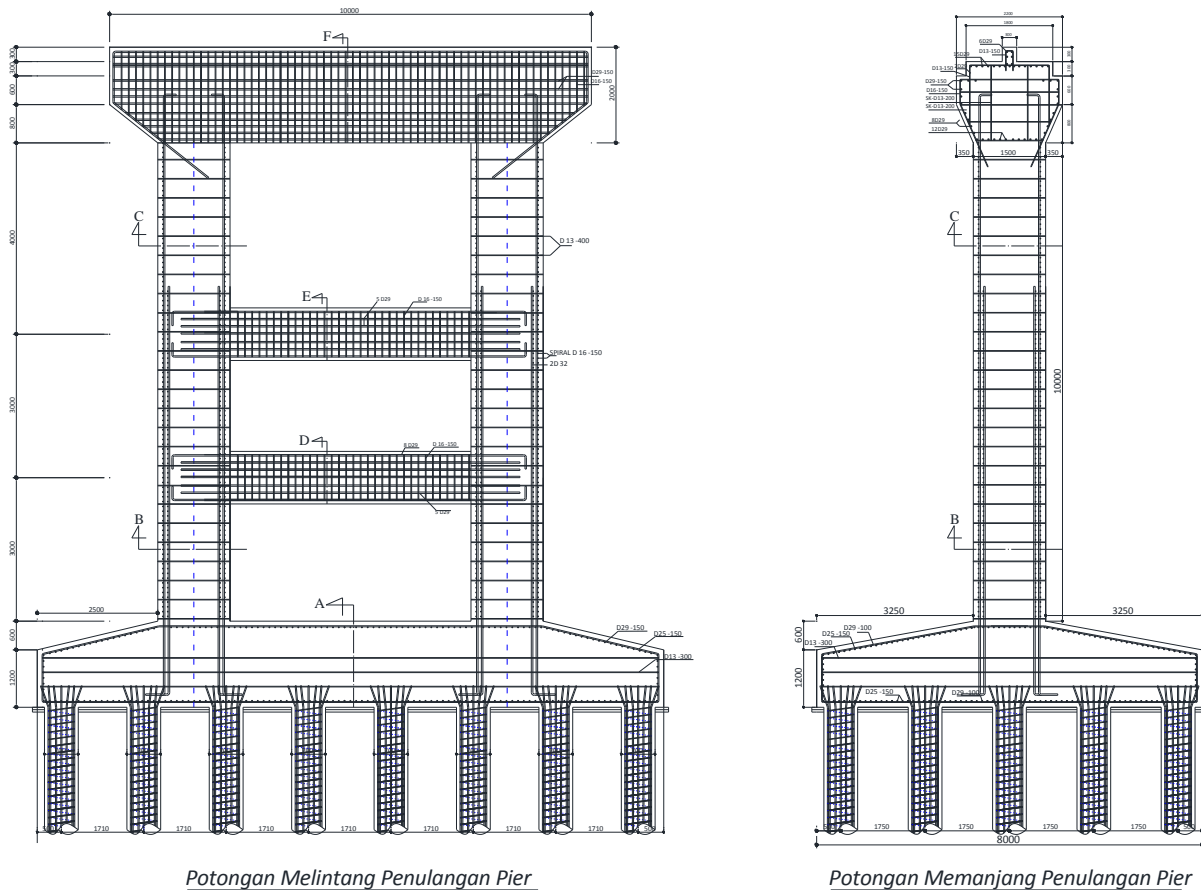
Tabel 13. Rekap hasil perhitungan *pilecap pier*

<b>PILE CAP</b>	
Tulangan lentur/longitudinal	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 862,372$
Luas tulangan pokok perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{su} = 6102,564$
Luas tulangan bagi perlu ( $\text{mm}^2$ )	$A_{sbu} = 3600$
Luas tulangan pokok terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_s = 6605,198$
Luas tulangan bagi terpasang ( $\text{mm}^2$ )	$A_{sb} = 5504,332$
Tulangan pokok dari hasil hitungan	D29 - 100
Tulangan bagi dari hasil hitungan	D25 - 150
Tulangan Geser	
Gaya geser ultimit perlu( Nm )	$V_u = 319078,33$
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (N)	$\phi \cdot V_c = 1168240,3$
Maka jika $V_u < \phi \cdot V_c$ maka perlu tulangan geser minimum	Perlu
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (kN)	$V_s = V_u = 319078,33$
Diambil jarak tulangan arah x dari hasil hitungan	D13 - 400
Diambil jarak tulangan arah y dari hasil hitungan	D13 - 400



Tabel 14. Rekap hasil perhitungan fondasi *borepile pier*

<b>Fondasi Bore Pile</b>	
Tulangan longitudinal	
Momen ultimit perlu (kNm )	$M_u = 234,147$
Gaya aksial perlu ( kN )	$P_u = 1125,000$
Luas tulangan perlu (mm <sup>2</sup> )	$A_{s,u} = 3848,451$
Luas tulangan terpasang (mm <sup>2</sup> )	$A_s = 4561,593$
Tulangan yang digunakan dari hasil hitungan	12 D 22
Diameter <i>bore pile</i> yang digunakan (mm <sup>2</sup> )	700
Jumlah bore pile yang digunakan Arah x (buah)	5
Jumlah bore pile yang digunakan Arah y (buah)	8
Tulangan geser	
Gaya geser ultimit perlu (Nm)	195000
Gaya geser yang ditahan oleh tulangan geser. (N)	$\phi.V_c = 285028,2$
Maka jika $V_u < \phi.V_c$ maka perlu tulangan geser minimum	Perlu
Digunakan tulangan sengkang	2Φ12 - 150



Gambar 8. Penulangan *pier* jembatan

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan analisis perhitungan perencanaan ulang jembatan jurug dengan sistem balok prategang yang mengacu pembebanan RSNI-T-02-2005, diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1). Perhitungan perencanaan jembatan jurug direncanakan aman terhadap beban mati, berat mati tambahan, berat mati tambahan, beban lajur, gaya rem, beban pedestrian, beban angin, aliran

air, benda hanyutan, tumbukan, tekanan air lateral akibat gempa, tekanan tanah, tekanan tanah dinamis akibat gempa, pengaruh temperature, gesekan pada perletakan, dan beban gempa. Perhitungan pembebanan, mekanika struktur dan penulangan, menggunakan manual analisis struktur jembatan dan bantuan program SAP 2000 versi 15.

- 2). Perencanaan plat lantai jembatan memiliki lebar 11,45 m, tebal 0,25 m, diatas plat lantai kendaraan terdapat lapisan aspal + *overlay* untuk dikemudian hari dengan tebal 0,10 m, pada kanan dan kiri terdapat trotoar setebal 0,250 m dan tiang sandaran setinggi 0,85 m, pipa railing menggunakan tipe SGP dengan diameter 3 inchi, jarak antar girder 1,73 m, untuk penulangan plat lantai jembatan dan trotoar menggunakan tulangan pokok D 16 -150 mm dan tulangan bagi D 13-150 mm, tulangan tiang sandaran menggunakan 4 D 12 menggunakan tulangan geser  $\varnothing$  8 -100. Plat lantai jembatan diperhitungkan aman terhadap lendutan dan gaya geser *pons*. Lendutan yang terjadi akibat beban mati dan hidup serta akibat susut dan rangkai beton. Nilai lendutan yang terjadi pada plat lantai jembatan sebesar 1,07641 mm < batas lendutan izin sebesar 7,20833 mm. Untuk nilai gaya geser *pons* yang terjadi sebesar 283500 N < batas gaya geser *pons* yang diizinkan sebesar 377243,24 N. Sehingga dari nilai perhitungan tersebut plat lantai jembatan aman terhadap lendutan dan gaya geser *pons*.
- 3). Struktur gelagar memanjang jembatan menggunakan perhitungan metode beton prategang (*prestressed*). Hasil dari perhitungan panjang gelagar 46 m dan 41 meter didapatkan banyaknya tendon 5 tendon dan 4 tendon pada gelagar memanjang. Tinggi penampang gelagar untuk panjang bentang 46 meter adalah 2,3 meter dan untuk penampang gelagar dengan panjang gelagar 41 adalah 2,1 meter. Pada perhitungan gelagar memanjang 46 meter mengalami kehilangan tegangan total (*loss of prestress*) sebesar 16,525 % dan pada gelagar memanjang 41 meter mengalami kehilangan tegangan total (*loss of prestress*) sebesar 16,879 %. Pada pembesian *end block* pada *bursting force* digunakan plat angkur mati tipe VSL berdimensi 250 x 250 mm dan angkur hidup VSL tipe Sc berdimensi 270 x 270 mm dan digunakan 6 sengkang pada *bursting steel*. Gelagar memanjang aman terhadap tegangan, lendutan, momen batas dan gaya geser.
- 4). *Abutment* jembatan terbagi menjadi 6 bagian utama yaitu *breast wall*, *back wall*, *corbel*, *wing wall*, *pile cap* dan pondasi *bore pile*. Pada penulangan *breast wall* digunakan tulangan lentur tekan 2 lapis dengan D 32-150 dan tulangan lentur tarik 2 lapis dengan D 32-150, tulangan geser arah x digunakan D13-200 dan tulangan geser arah y digunakan D13-200/200, *back wall* bawah digunakan tulangan pokok D16-100 mm dan tulangan bagi D16-150 mm dan *back wall* atas digunakan tulangan pokok D 16-200 mm tulangan bagi digunakan D16-200 mm, *corbel* digunakan tulangan pokok D16-150 mm tulangan bagi D16-200 mm dan tulangan geser digunakan D13-200/200 mm, *wing wall* digunakan tulangan lentur arah x dengan

tulangan pokok D19-150 mm, tulangan bagi D19-250 mm dan tulangan lentur arah y dengan tulangan pokok D19-150 mm, tulangan bagi D19-250 mm, *pile cap* menggunakan tulangan lentur D 25-100 mm dan tulangan bagi D 25 -150 mm, tulangan geser *pile cap* untuk arah x menggunakan D16-300 m sedangkan untuk arah y menggunakan D16-300 mm dan tulangan untuk pondasi *bore pile* menggunakan tulangan lentur 12 D 22 dan tulangan geser menggunakan tulangan spiral dengan D 13-150 mm dan sengkang untuk pondasi *bore pile* 2Ø12 – 150.

5). *Pier*/pilar jembatan terbagi menjadi 5 bagian utama yaitu, *headstock*, *column pier*, balok diafragma, *pile cap* dan pondasi *bore pile*. Pada penulangan *headstock* digunakan tulangan lentur 30 D 29 mm dan tulangan geser 2 D 13-200 mm, *column pier* digunakan tulangan lentur 70 D 32 dan menggunakan tulangan geser spiral D 13 -150 mm, tulangan sengkang arah x menggunakan 4 D 16 -100 mm dan tulangan sengkang arah y menggunakan 4 D 16-100 mm, balok diafragma menggunakan tulangan lentur 26 batang dengan diameter tulangan 29 mm, *pile cap* menggunakan tulangan lentur D 29-100 mm dan tulangan bagi D 25 -150 mm, tulangan geser *pile cap* untuk arah x menggunakan D13-400 m sedangkan untuk arah y menggunakan D13-400 mm dan tulangan untuk pondasi *bore pile* menggunakan tulangan lentur 12 D 22 dan tulangan geser menggunakan tulangan spiral dengan D 13-150 mm dan sengkang untuk pondasi *bore pile* 2Ø12 – 150.

Adapun saran-saran penyusun yang dapat saya sampaikan sehubungan dengan pengerjaan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

- 1). Dari hasil tugas akhir ini diharapkan menjadi pembanding dari struktur jembatan jurug yang sudah ada.
- 2). Dengan keterbatasan yang ada, penyusun hanya membahas pembebanan dan penulangan pada konstruksi jembatan beton prategang (*prestressed*), tetapi tidak termasuk biaya dan pelaksanaan konstruksinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim. 1992. *Bridge Design Manual* (Panduan Perencanaan), Bridge Management System 1992, Jakarta.
- Asroni, A.2014. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A.2014. *Kolom Pondasi dan Balok T beton Bertulang*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.



- Asroni, A.2014. *Struktur Beton Lanjut*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004, *Perencanaan struktur beton untuk jembatan RSNI T-12-2004*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, *Standart perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan SNI 2833:2008*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum,2005. *Standar Pembebanan Jembatan RSNI T-02-2005*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dipohusodo,I,1994, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-151991-03*,PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 2015, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*,Penerbit Gadjah Mada University Pres, Edisi ke-tiga, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 2015, *Analisis dan Perancangan Fondasi II*,Penerbit Gadjah Mada University Pres, Edisi ke-tiga, Yogyakarta.
- Lin,T.Y, & Burs, N.H.,2000 , *Desain Sruktur Beton Prategang, Jilid I(Alih Bahasa)*, Edisi Ketiga , Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta.
- Masnul,C.R.,2009, Tugas Akhir Analisa Prestress(*Post-Tension*) Pada Precast Concrete U Girder, Bidang Studi Struktur Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik USU, Sumatra Utara.
- Nawy,E.G., 2004, *Beton Prategang: Suatu Pendekatan Mendasar(Alih Bahasa)*,Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nawy,E.G., 2010, *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*),Cetakan Keempat, Penerbit PT Refika Aditama, Bandung.
- Rochman, A. 2007. *Buku Ajar Desain Jembatan*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Setiawan, B. A. 2011. Kontrol Ulang Penulangan Jembatan *Prestressed* Kali Garang Semarang. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Surakarta. Surakarta
- Septiawan, C. A. 2015. Kontrol Ulang Penulangan Jembatan *Prestressed* Kopleng II Nusukan Kota Surakarta. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Surakarta. Surakarta
- Supriyadi, B. Muntohar, A.S. 2000. *Jembatan (edisi pertama)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- T. Gunawan. S. Margareth. 2003. Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Beton Prategang. TA Teknik Grup Jakarta

Ardi.staff.gunadarma.ac.id."Konstruksi Beton Pratekan Ir.Soetoyo I". 21 Maret 2016.  
<http://www.google.co.id/search?hl=id&revid=681074254&ie=ISO-8859-1&q=downlod+buku+beton+pratekan+ir+soetoyo>.