

## Kajian Jembatan Beton Prategang di Muara Klukup Bentang 32 Meter

Exacta Lovendays Simamora, Suhendra\*, Annisaa Dwiretnani

Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

\*Correspondence email: suhendra\_domas@yahoo.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perhitungan struktur jembatan klukup yang berlokasi di Desa Kelukup, Kecamatan Merangin, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi. Struktur jembatan berupa beton bertulang, dan beton prategang. Referensi yang digunakan adalah AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications*, MKB No. 009/BM/2008, RSNI T-12-2004, SKBI-1328- 1987, SNI 03-2847-2002, SNI 2847-2013, SNI 1727-2013, SNI 2833-2016, SNI 2052:2017 dan Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016. Alat bantu perhitungan dalam penelitian ini adalah Aplikasi SAP2000 V 20 dan *Microsoft Excel*. Hasil kajian menunjukkan bahwa perhitungan struktur jembatan adalah di dapat hasil perhitungan 4 buah lubang tendon, memiliki 2 tipe balok girder yaitu balok girder lapangan dan balok girder tumpuan, memiliki 2 di mensi balok diafragma , system prategang menggunakan sistem Pasca-Tarik dan stressing satu arah.

**Kata Kunci:** Jembatan; Beton Prategang

### PENDAHULUAN

Dengan perkembangan penduduk pada saat ini, maka dibutuhkan penambahan infrastruktur jalan ataupun peremajaan infrastruktur yang sudah ada demi menunjang lancarnya mobilitas warga secara tidak langsung akan berdampak pada pengembangan wilayah. Pada dasarnya peremajaan atau revitalisasi jembatan perlu dilakukan untuk memperbaiki atau memperkuat struktur jembatan yang sudah ada, tetapi apabila suatu jembatan dirasa perlu di bangun ulang dengan mempertimbangkan umur dan muatan kendaraan dan juga struktur jembatan yang sudah tidak layak untuk di lewati.

Dengan mempertimbangkan hal tersebut maka jembatan Jalan Provinsi yang berada di Desa Kelukup, Kecamatan Merangin, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi, dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Provinsi Jambi semata-mata untuk meningkatkan pelayanan terhadap pengguna jalan. Struktur jembatan yang lama tidak di bongkar agar tetap bisa mendukung mobilisasi masyarakat sekitar lokasi proyek jembatan. Jembatan Muara Kelukup yang dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jambi mempunyai bentang 32 meter dan mempunyai lebar jembatan 7,9 meter dan dilengkapi trotoar selebar 0,5 meter.

*Post-tension* adalah Tendon dan beton ( dengan tulangan ) dimasukkan kedalam sebuah bekisting dan kemudian dilakukan pengecoran. Setelah beton mencapai kekuatan seperlunya, maka dilakukan pemberian gaya prategang sampai dengan kekuatan yang diinginkan ( biasanya dilihat dari manometer ). Lalu, tendon di tarik di dua sisi dan diangkur secara bersamaan dan diputus yang akan mengakibatkan adanya gaya tekan pada defleksi arah keatas. Sistem inilah yang digunakan dalam stressing PCI I Girder pada proyek jembatan di Muara Klukup bentang 7,9 meter. Pengguna sistem *Post-tension* dipilih karena pertimbangan, keterbatasan lahan diproyek Muara Kelukup agar tidak mengganggu aktifitas masyarakat disekitar. Dibutuhkan bentuk tendon yang melengkung dengan panjang balok girder 31,6 meter, maka penggunaan sistem akan lebih murah dalam hal bekisting.

Kemudahan dalam pekerjaan dan tidak banyak menggunakan waktu. Pemilihan penampang I girder, metode *stressing* dengan sistem *post-tension*, kebutuhan tulangan, dan kabel *strand* telah sesuai dengan hasil perhitungan dalam perencanaan tetapi pada pelaksanaan gambar perencanaan tidak sesuai di waktu pelaksanaan proyek.. Adapun pembebanan yang bekerja pada struktur antara lain sebagai berikut :

#### 1. Beban Mati (*Dead Loads*)

##### a. Berat Sendiri ( MS )

Menurut SNI 1725:2016 beban sendiri adalah berat bagian tersebut dan elemen-elemen structural lain yang dipikulnya, termasuk dalam hal ini berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dianggap tetap.

##### b. Beban Mati Tambahan ( MA )

Menurut SNI 1725:2016 beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

#### 2. Beban Hidup (*Live Loads*)

Menurut SNI 1725:2016 beban hidup adalah beban bergerak yang bersifat tetap dan dinamis antara lain beban pejalan kaki, beban BGT, BTR, bean truk, gaya rem, beban tumbukan kendaraan dan tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

#### 3. Beban Angin (*Wind Loads*)

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada stuktur jembatan baik struktur atas maupun struktur bawah yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan. Menurut SNI 1725:2016 penentuan parameter dasar untuk penentuan beban angin antara lain;

- a. Kecepatan angin rencana pada elevasi rencana;
- b. Kecepatan angin pada elevasi 10000mm diatas permukaan tanah dan permukaan air laut;
- c. Kecepatan gesekan angin;
- d. Panjang gesekan dihilu jembatan;
- e. Tekanan angin dasar;

4. Beban Gempa

Menurut SNI 2833-2016 pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur lama bangunan 50 tahun adalah  $>2\%$ . Kombinasi pembebanan adalah kekuatan perlu yang dibutuhkan suatu komponen struktur untuk menahan beban terfaktor yang bekerja dengan berbagai kombinasi efek beban disebutkan kuat perlu (U), kuat perlu adalah kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dengan gaya dalam, faktor keamanan kombinasi pembebanan yang diisyaratkan oleh SNI 1725:2016.

**METODE**

1. Beban

Metode yang digunakan untuk pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

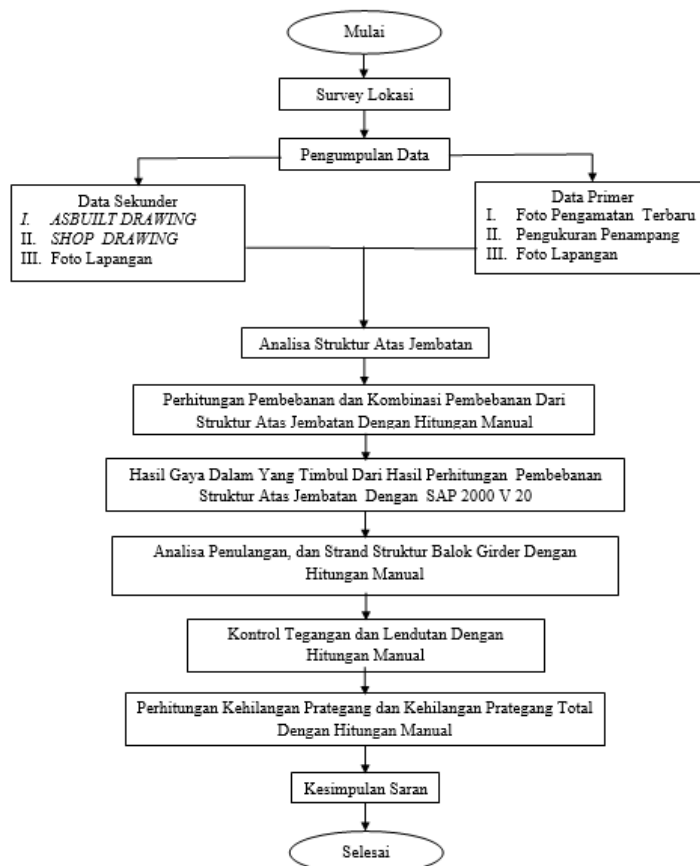
2. Klasifikasi beban gempa

Pedoman yang digunakan adalah SNI 2833-2016. 2016. Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. Badan Standarisasi Nasional Jakarta

3. Alat bantu yang digunakan

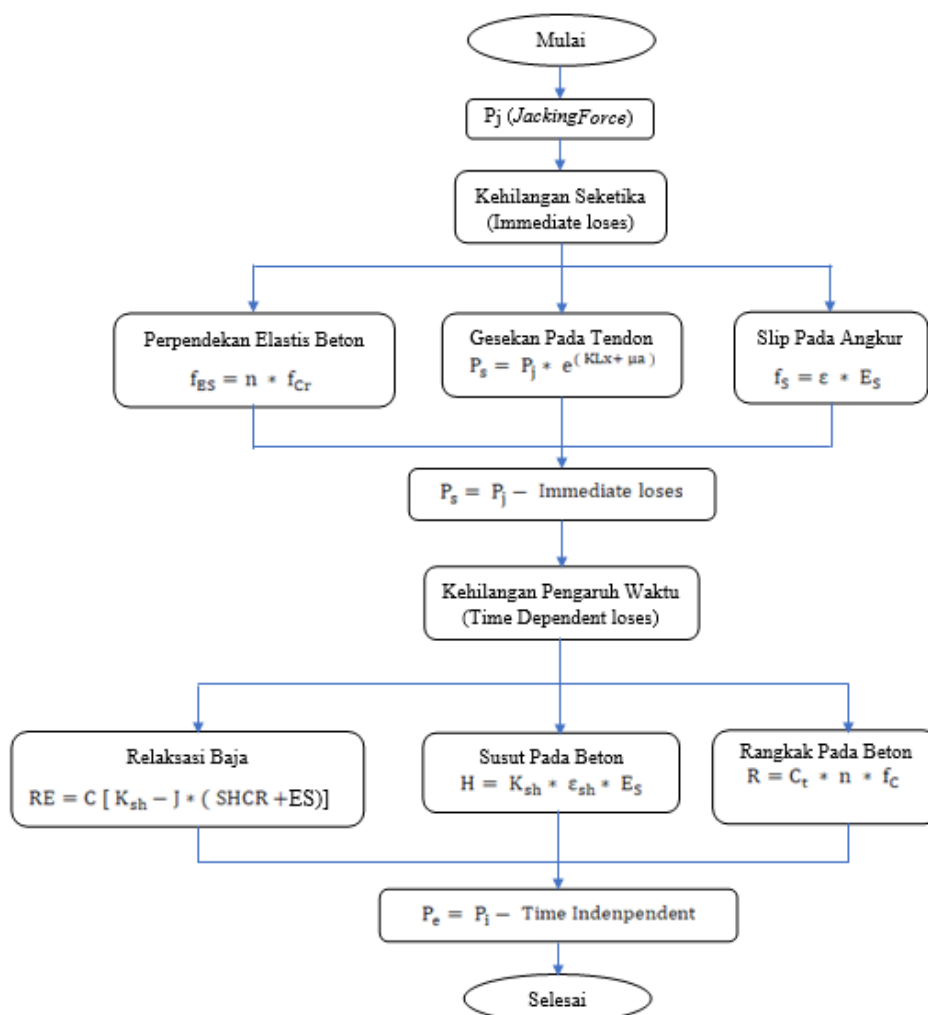
Alat bantu yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu SAP2000 V 20, *Microsoft Excel*,

Secara ringkas penelitian ini bisa dilihat pada bagan alir penelitian berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Secara ringkas kehilangan prategang ini bisa dilihat pada bagan dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir Kehilangan Prategang

Sumber : Data Olahan (2020)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rekap Hasil Perhitungan Peulangan Struktur Atas

No.	Posisi Tulangan	Tulangan Pokok	Tulangan Sengkang
1.	Parapet	D13-100	D13-200
2.	Lantai Jembatan	D16-150	D15-300
3.	Rc Pelat	D13-200	D13-250
4.	Difragma Tumpuan	D13-600	5D13
5.	Difragma Lapangan	D13-600	6D13

Sumber : Data Olahan (2020)

Tabel 2. Hasil Perhitungan kehilangan prategang dari 5 persamaan

e	1/Pi( 2. 67 )	1/Pi( 2. 68 )	1/Pi( 2. 69 )	1/Pi( 2. 70 )	1/Pi( 2. 71 )
-500	-1,434E-07	-1,426E-08	-1,652E-08	-3,559E-07	-2,756E-07
0	-6,122E-08	3,760E-08	4,355E-08	-1,519E-07	-1,176E-07
500	2,099E-08	8,946E-08	1,036E-07	5,208E-08	4,033E-08
1000	1,032E-07	1,413E-07	1,637E-07	2,560E-07	1,983E-07
1500	1,854E-07	1,932E-07	2,237E-07	4,600E-07	3,563E-07
2000	2,676E-07	2,450E-07	2,838E-07	6,640E-07	5,143E-07
2500	3,498E-07	2,969E-07	3,439E-07	8,680E-07	6,723E-07
3000	4,320E-07	3,488E-07	4,039E-07	1,072E-06	8,302E-07

Sumber : Data Olahan (2020)

**Tabel 3.** Tata Letak Posisi Kabel Tendon

Jarak X ( mm )	Trace Z0 ( mm )	Posisi Masing-Masing Kabel			
		Z1 ( mm )	Z2 ( mm )	Z3 ( mm )	Z4 ( mm )
0	709	1180	920	660	400
1200	621	1049	800	580	361
3000	501	872	638	473	307
4850	395	715	494	377	260
5000	387	703	483	370	256
6000	337	629	415	325	234
7000	292	563	354	284	214
8500	234	476	275	231	188
9000	217	451	252	216	180
10000	186	406	210	188	166
11000	161	368	176	165	155
12150	137	333	144	144	144
13000	124	313	126	132	138
14000	113	297	111	122	134
15800	105	285	100	115	130
16000	105	285	100	115	130
17000	108	290	105	118	132
18000	117	302	116	126	135
1945	569	973	731	534	338
20000	148	348	158	154	149
21000	170	382	189	174	159
22000	198	423	226	199	172
2310	545	937	698	512	327
24000	268	526	321	262	203
25000	310	588	378	300	222
2675	522	903	666	491	316
27000	409	735	512	389	266
28000	465	819	589	440	291
29000	527	910	672	495	318
30400	621	1049	800	580	361
31600	709	1180	920	660	400

Sumber: Data Olahan (2020)

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Kehilangan Prategang Total

No	Kehilangan Prategang Total	Besar Kehilangan ( % )
1	Perpendekan Elastis Beton	3,75%
2	Akibat Pengaruh Rangkak	3,09%
3	Akibat Pengaruh Susut	5,72%
4	Akibat Pengaruh Kabel Tendon	4,91%
	<b>Total</b>	<b>17,5%</b>

Sumber: Data Olahan (2020)

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Lendutan Total

No.	Jenis Beban	Kode Beban	Lendutan ( m )	Keterangan
A	Lendutan ke atas		-0,00104	<i>Chamber</i>
B		Lendutan ke bawah		
1	Pelat Lantai	MS	0,00944	<i>Deflection</i>
2	Pelat Deck	MS	0,00298	<i>Deflection</i>
3	Diafragma	MS	0,00629	<i>Deflection</i>
4	Air	MA	0,00085	<i>Deflection</i>
5	BTR	TD	0,01372	<i>Deflection</i>
6	BGT	TD	0,01474	<i>Deflection</i>
7	REM	TB	0,01474	<i>Deflection</i>
8	Pejalan Kaki	TP	0,04253	<i>Deflection</i>
	$\Sigma$ Total Lendutan		0,10425	

Sumber: Data Olahan (2020)

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Tendon 1

Momen Brusting Vertikal	Desain	Keterangan	Lokasi
Besar Momen	70,55		
Tulangan Desain	1647,06		
Set Tulangan		265,464579	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	6,20444	7	
Spasi Sengkang	62,8571	50	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	
Momen Spaling	Desain	Keterangan	
Besar Momen	21,62		
Tulangan Desain	105,98		
Set Tulangan		265,464579	
Panjang Daerah Sengkang	320		Tendon 1
Jumlah Sengkang	0,39922	1	
Spasi Sengkang	320	300	
Lokasi Sengkang ke 1	200	Selimut Beton	
Momen Brusting Horizontal	Desain	Keterangan	
Besar Momen	69,86		
Tulangan Desain	996,26		
Set Tulangan		265,464579	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	3,75289	4	
Spasi Sengkang	117,243	100	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	

Sumber: Data Olahan (2020)

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Tendon 2

Momen Brusting Vertikal	Desain	Keterangan	Lokasi
Besar Momen	279,56		
Tulangan Desain	1612,22		
Set Tulangan		265,464579	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	6,1	7	
Spasi Sengkang	62,85714286	50	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	
Momen Spaling	Desain	Keterangan	
Besar Momen	121,65		
Tulangan Desain	596,32		
Set Tulangan		265,464579	
Panjang Daerah Sengkang	320		Tendon 2
Jumlah Sengkang	2,246336161	3	
Spasi Sengkang	106,6666667	100	
Lokasi Sengkang ke 1	200	Selimut Beton	
Momen Brusting Horizontal	Desain	Keterangan	
Besar Momen	69,86		
Tulangan Desain	996,26		
Set Tulangan		265,464579	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	3,752886241	4	
Spasi Sengkang	117,2430955	100	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	

Sumber: Data Olahan (2020)

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Tendon 3

Momen Brusting Vertikal	Desain	Keterangan	Lokasi
Besar Momen	266,10		
Tulangan Desain	1581		
Set Tulangan		265,4645792	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	5,955886131	6	
Spasi Sengkang	73,87649635	50	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	
Momen Spaling	Desain	Keterangan	
Besar Momen	121,9453114		
Tulangan Desain	597,7711344		
Set Tulangan		265,4645792	
Panjang Daerah Sengkang	320		Tendon 3
Jumlah Sengkang	2,251792447	3	
Spasi Sengkang	106,6666667	100	
Lokasi Sengkang ke 1	200	Selimut Beton	
Momen Brusting Horizontal	Desain	Keterangan	
Besar Momen	69,86		
Tulangan Desain	996,26		
Set Tulangan		265,4645792	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	3,752886241	4	
Spasi Sengkang	117,2430955	100	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	

Sumber: Data Olahan (2020)

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Tendon 4

Momen Brusting Vertikal	Desain	Keterangan	Lokasi
Besar Momen	104,90		
Tulangan Desain	1028,48		
Set Tulangan		265,4645792	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	3,874257549	4	
Spasi Sengkang	110	100	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	
Momen Spaling	Desain	Keterangan	
Besar Momen	36,47400124		
Tulangan Desain	178,7941237		
Set Tulangan		265,4645792	
Panjang Daerah Sengkang	320		Tendon 4
Jumlah Sengkang	0,673514049	1	
Spasi Sengkang	320	300	
Lokasi Sengkang ke 1	200	Selimut Beton	
Momen Brusting Horizontal	Desain	Keterangan	
Besar Momen	69,86		
Tulangan Desain	996,26		
Set Tulangan		265,4645792	
Panjang Daerah Sengkang	440		
Jumlah Sengkang	3,752886241	4	
Spasi Sengkang	117,2430955	100	
Lokasi Sengkang ke 1	110	100	

Sumber: Data Olahan (2020)

## Pembahasan

Dalam penyusunan Tugas Akhir struktur jembatan menggunakan konstruksi beton bertulang dan beton prategang. Untuk menganalisis struktur jembatab penulis berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di

Indonesia. Selain itu juga menggunakan perangkat lunak (*software*) komputer yang membantu dalam proses perhitungan yaitu SAP2000 V 20

Spesifikasi Bangunan Struktur Meliputi :

1. Bentang Jembatan : 32 m
2. Panjang Balok Girder : 31,6 m
3. Lebar Jembatan : 9 m
4. Jumlah Lajur : 2 Lajur
5. Lebar lajur : 3 m
6. Dimensi Trotoar : 0,25 x 0,50 x 31 m
7. Mutu Beton Trotoar : K 175
8. Dimensi Kerb : 0,15 x 0,13 x 0,25 m
9. Mutu Beton Kerb : K 300
10. Lebar Pagar tepi : 0,20 m
11. Mutu Beton Pagar Tepi : K 250
12. Tebal plat lantai jembatan : 0,25 m
13. Mutu Beton plat lantai : K 350
14. Mutu Beton Balok Girder : K 500
15. Rc Plat / Deck Slab : 0,1 x 1,45 x 2 m
16. Mutu Beton Rc Plat : K 135
17. Tinggi Genangan Air Hujan : 0,10 m
18. Mutu Beton Diafragma : K 250
19. Jenis Strands : *Uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270*
20. Lokasi: Desa Kelukup, Kecamatan Merangin, Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi.

## SIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dirangkumkan berdasarkan hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Raling post, besi pelat dan baut besi pelat yang ada di gambar dengan jarak 1,5 m dengan pipa sandaran  $\varnothing$  3 inchi panjang 32 meter, sedangkan yang dilapangan raling post, besi pelat dan baut besi pelat yang ada di gambar dengan jarak 2 m dengan pipa sandaran  $\varnothing$  3 inchi dengan panjang 32 M dengan penutup pipa  $\varnothing$  4 inchi dengan p 0,05 cm
2. Parapet jembatan yang ada di gambar dengan dimensi 0,6 x 1,6 x 32 m dengan tulangan utama D13-200 mm dan tulangan geser D13-150 mm, hasil perhitungan parapet jembatan dengan dimensi 0,6 x 1,6 x 32 m dengan tuangan utama D13-100 mm dan tulangan geser D13-100 mm
3. Slab lantai trotoar yang ada digambar dengan dimensi 0,27 x 0,5 x 32 m dengan tulangan utama yang digunakan D16-200 mm dan tulangan geser D16-300 mm, hasil perhitungan slab trotoar dengan dimensi 0,32 x 0,5 x 32 m dengan tulangan utama 10D16 – 100 dan tulangan geser D16 – 400
4. Slab lantai jembatan yang ada digambar dengan dimensi 0,25 x 7,9 x 32 mm dengan tulangan utama yang digunakan D16-200 mm dan tulangan geser D16-300 mm, hasil perhitungan slab lantai jembatan dengan dimensi 0,25 x 7,9 x 32 mm dengan tulangan utama yang digunakan D16-130 mm dan tulangan geser D16-180 mm
5. Pelat deck yang ada di gambar dengan dimensi 0,07 x 1,45 x 1 m dengan luas 0,102 m, tulangan yang di gunakan tulangan utama D13-200 dan tulangan geser D13-20, pelat deck hasil perhitungan dengan dimensi 0,1 x 1,45 x 2 m dengan luas 0,29 m, tulangan utama yang digunakan D13-150 mm dan tulangan geser D13-200 mm
6. Balok diafragma yang lokasi lapangan ada 2 jenis dengan masing-masing dimensi yang berbeda. Balok diafragma yang ada di lokasi lapangan antara lain .
  - a. Diafragma tumpuan dengan dimensi 0,2 x 0,75 x 1,3 m dengan luas diafragma 0,195 m , tulangan yang digunakan tulangan utama 5D13 dan tulangan geser D13-600 mm.
  - b. Diafragma lapangan dengan dimensi 0,2 x 0,8 x 1,3 m dengan luas diafragma 0, 208 m , tulangan yang digunakan tulangan utama 9D13 dan tulangan geser D13-600 mm.
7. Balok diafragma yang ada di *asbuilt drawing* dan *shop drawing* dengan dimensi 0,2 x 1,25 x 2,6 m dengan luas diafragma 0,65 m, tulangan yang digunakan tulangan utama 7 x 2 D13 dengan tulangan geser 7D13
8. Tendon untuk balok prategang yang ada di gambar *asbuilt drawing* dan *shop drawing* berjumlah 6 buah tetapi setelah di perhitungkan di dapatkan tendon dengan jumlah 4 buah sesuai dengan foto dokumentasi dan foto survey lapangan.
9. End block tendon yang ada di gambar *asbuilt drawing* dan *shop drawing* dengan dimensi 40 x 40 cm tetapi setelah di perhitungkan dimensi end block tendon 20 x 20 cm

10. Diameter tendon yang ada di *asbuilt drawing* dan *shop drawing* adalah D 17 setelah di perhitungkan diameterya D 10 dengan jumlah strand kabel pada tendon 1 berjumlah 12 buah dan untuk tendon 2- 4 berjumlah 20 strand kabel
11. Tulangan Brusting yang ada di *asbuilt drawing* dan *shop drawing* berjumlah 7- 11 buah tetapi setelah di perhitungkan jumlah tulangan brusting vertikal berjumlah 7, brusting horizontal 4 dan tulangan spaling berjumlah 3

### Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan oleh penulis dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Menggunakan peraturan yang tepat diusahakan menggunakan peraturan terbaru sehingga selalu mengikuti perkembangan dunia konstruksi.
2. Untuk pelaksanaan dalam menggunakan tulangan dan kabel tendon beton prategang harus sesuai dengan perhitungan perencanaan dan kondisi lapangan di karenakan tulangan dan kabel tendon beton prategang yang ada di gambar tidak sesuai dengan lapangan maka dari itu harus perlu di hitung kembali sesuai dengan kebutuhan dilapangan agar struktur jembatan tidak mengalami keurangan kekuatan pada struktur dan tidak boros dalam penggunaan tulangan dan kabel tendon.
3. Bagi para pembaca yang ingin merencanakan suatu jembatann beton prategang pemilihan tulangan dan kabel tendon sangatlah penting dari segi aspek ukuran tulangan dan kabel tendon jangan terlalu banyak digunakan haruslah di sesuaikan dengan dilapangan agar menjadi lebih ekonomis dan menghindari boros dalam penggunaan tulangan dan kabel tendon.

### DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications*, 2012. *American Association of State Highway and Transportation Officials*
- RSNI T-12-2004. 2004. *Perencanaan Sturktur Beton Untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SKBI-1328- 1987 *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*. Dinas Pekerjaan Umum Nasional Jakarta.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tatat Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SNI 2847-2013. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SNI 1727-2013. 2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SNI 1725:2016. 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SNI 2833-2016. 2016. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SNI 2052-2017. 2017. *Baja Tulangan Beton*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- SNI 2052:2017. *Baja Tulangan Beton*. Badan Standarisasi Nasional Jakarta.