

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR JEMBATAN OVERPASS BANDARA SOEKARNO – HATTA KOTA TANGERANG

Muhammad Rizal Prasetya¹, Sudarmanto², Susapto³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹rizaljordan46@gmail.com, ²sudarmanto@polinema.ac.id, ³susapto@polinema.ac.id

ABSTRAK

Proyek pembangunan jembatan overpass Bandara Soekarno-Hatta Kota Tangerang memiliki luas area 13.858 m², kontrak selama 15 bulan, biaya konstruksi sejumlah Rp 87.798.649,- untuk jembatan utama, dengan mutu beton $f_c' = 40$ MPa, $f_c' = 60$ MPa dan mutu baja $f_y = 400$ MPa. Penulis bertujuan mencari alternatif yang awalnya perencanaan menggunakan konstruksi box girder menjadi pci-girder. Perhitungan pembebanan mengacu pada SNI 1725-2016. Analisa struktur slab menggunakan aplikasi komputer *Robot Structural Analysis Professional 2018* dan penggambaran hasil perencanaan menggunakan aplikasi komputer AutoCAD 2018. Dari perencanaan ulang jembatan ini menghasilkan (1) Struktur slab setebal 20 cm dengan menggunakan tulangan D12-150 dan D10-200 (2) Railing 30x30 cm dengan tulangan utama 4D10 dan tulangan sengkang $\emptyset 6 - 150$ (3) Diafragma 20x96,6 cm dengan menggunakan tulangan utama 2D19 dan 3D19, tulangan ekstra 2D13, tulangan sengkang D10-150 (4) PCI-Girder menggunakan tulangan utama 8D13, 6D13, dan 10D13, tulangan shear connector dan tulangan sengkang menggunakan D13 (5) Metode pelaksanaan konstruksi jembatan (6) Penjadwakan proyek didapat 180 hari kalender (7) Perhitungan RAB didapat sebesar Rp. 32.581.160.000.

Kata kunci : perencanaan ulang; jembatan *overpass*; struktur beton; struktur baja

ABSTRACT

*Construction project of overpass bridge Soekarno-Hatta Airport Tangerang city have an area of 13,858 m², the contract on 15 calendar months, the construction cost of Rp. 87.798.649.848 for main bridge, with concrete structure uses $f_c' = 40$ MPa, $f_c' = 60$ MPa and steel quality uses $f_y = 400$ MPa. The writing look for an alternative that initially plans to use box girder construction into pci-girder. Calculation of loads refers to SNI 1725-2016. Analysis of statics structures using the computer application *Robot Structural Analysis Professional 2018* and the depiction of planning results using the computer application AutoCAD 2018. From this redesign bridge resulted in (1) structure of slab with a thickness 20 cm using reinforcement D12-150 and D10-200 (2) Railing 30x30 cm using main reinforcement 4D10 and shear reinforcement $\emptyset 6 - 150$ (3) Diaphragm 20x96.6 cm using main reinforcement 2D19 and 3D19, the extra reinforcement 2D13, shear reinforcement D10-150 (4) PCI-Girder using main reinforcement 8D13, 6D13, and 10D13, shear connector and shear reinforcement uses D13 (5) Bridge construction implementation methods (6) Schedule of the project is obtained for 180 calendar days (7) Calculation of budget plan for the project cost is IDR. 32.581.160.000.*

Keywords : *redesign; overpass bridge; concrete structure; steel structure*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh sasaran transportasinya. Sarana transportasi yang memadai memudahkan mobilisasi masyarakat dalam berbagai aktivitas kehidupan. Sarana transportasi berupa jembatan yang baik dan kuat hendaknya menjadi perhatian

pemerintah bagi pemenuhan kebutuhan masyarakat. Sarana transportasi yang baik sangat menunjang terciptanya iklim ekonomi yang baik pula bagi masyarakat setempat.

Menyadari akan pentingnya hal ini pemerintah Kota Tangerang melalui PT. Angkasa Pura II melakukan pembangunan jembatan overpass diatas jalan tol Bandara

Soekarno-Hatta. Jembatan di Kota Tangerang ini menghubungkan jalan perimeter selatan dan perimeter utara yang terpisah oleh jalan tol Bandara Soekarno - Hatta.

Jembatan overpass ini memiliki bentang 338 m dengan 155 m merupakan panjang dari jembatan utama dan 188 m merupakan panjang dari oprit jembatan. Jembatan overpass ini memiliki area kerja seluas ±13.858 m². Diharapkan dengan dibangunnya jembatan overpass ini dapat memudahkan masyarakat untuk melintas dari perimeter selatan ke utara atau sebaliknya sehingga dapat meningkatkan perekonomian disekitar Bandara Soekarno – Hatta.

Pembebanan Struktur Jembatan

Beban – beban yang bekerja pada suatu jembatan berdasarkan SNI 1725 – 2016 antara lain :

1. Berat Sendiri

Berat sendiri adalah berat yang berasal dari suatu bahan itu sendiri.

2. Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

3. Pengaruh Prategang

Prategang akan menyebabkan pengaruh sekunder pada komponen-komponen yang terkekang pada bangunan statis tidak tentu. Pengaruh sekunder tersebut harus diperhitungkan baik pada batas daya layan ataupun batas ultimit.

4. Beban Lalu Lintas

a. Beban Lajur “D”

Beban lajur "D" terdiri atas beban terbagi rata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT). Beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap lalu lintas pada jembatan. Besarnya kapasitas p adalah 49.0 kN/m. Dan beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu seperti berikut :

Jika $L \leq 30$ m : $q = 9.0$ kPa

Jika $L \geq 30$ m : $q = q \left(0.5 + \frac{15}{L} \right)$ kPa

b. Beban Truk “T”

Selain beban “D”, terdapat beban lalu lintas lainnya yaitu beban truk "T". Beban truk "T" tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban “D”. Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai.

c. Beban Rem

Gaya ini harus diasumsikan untuk bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan pada masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan. Gaya rem harus diambil sebesar :

- 1) 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 2) 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

5. Aksi Lingkungan

a. Pengaruh Temperatur

Deformasi akibat perubahan temperatur yang merata dapat dihitung dengan menggunakan prosedur seperti yang dijelaskan pada pasal ini. Prosedur ini dapat digunakan untuk perencanaan jembatan yang menggunakan gelagar terbuat dari beton atau baja. Rentang temperatur harus seperti yang ditentukan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Temperatur Jembatan Rata – rata Nominal

Tipe Bangunan Atas	Temperatur jembatan rata-rata minimum (1)	Temperatur jembatan rata-rata maksimum
Lantai beton di atas gelagar atau boks beton.	15°C	40°C
Lantai beton di atas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	40°C
Lantai pelat baja di atas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	40°C

Catatan (1) Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500 m diatas permukaan laut.

b. Beban Angin

Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana, VDZ, harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{DZ} = 2,5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_b} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

c. Beban Gempa Bumi

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respons elastik (Csm) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respons (Rd).

Kombinasi Pembebanan

Tegangan yang digunakan dalam perencanaan dikontrol terhadap tegangan yang diijinkan sesuai kombinasi pembebanan yang terdapat pada SNI 1725-2016 agar jembatan aman digunakan. Kombinasi beban yang terjadi seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kombinasi Pembebanan

Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW _s	EW _L	BF	EU _N	TG	ES	EQ / TC, TV
Kuat I	γ_p	1.8	1.0	-	-	1.0	0.5 / 1.2	γ_{TG}	γ_{ES}	-
Kuat II	γ_p	1.4	1.0	-	-	1.0	0.5 / 1.2	γ_{TG}	γ_{ES}	-
Kuat III	γ_p	-	1.0	1.4	-	1.0	0.5 / 1.2	γ_{TG}	γ_{ES}	-
Kuat IV	γ_p	-	1.0	-	-	1.0	0.5 / 1.2	-	-	-
Kuat V	γ_p	-	1.0	0.4	1.0	1.0	0.5 / 1.2	γ_{TG}	γ_{ES}	-
Eks. 1	γ_p	γ_{EQ}	1.0	-	-	1.0	-	-	-	EQ / 1.0
Eks.2	γ_p	0.5	1.0	-	-	1.0	-	-	-	TC, T / 1.0
Layan I	1.0	1.0	1.0	0.3	1.0	1.0	1.0 / 1.2	γ_{TG}	γ_{ES}	-
Layan II	1.0	1.3	1.0	-	-	1.0	1.0 / 1.2	-	-	-
Layan III	1.0	0.8	1.0	-	-	1.0	1.0 / 1.2	γ_{TG}	γ_{ES}	-
Layan IV	1.0	-	1.0	0.7	-	1.0	1.0 / 1.2	-	1.0	-
Fatik (TD dan TR)	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-

MS = beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan.

MA = beban mati perkerasan dan utilitas.

TA = gaya horizontal akibat tekanan tanah.

PL = gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan yang disebabkan oleh proses pelaksanaan, termasuk semua gaya yang terjadi akibat perubahan statika yang terjadi pada konstruksi segmental

PR = prategang

SH = gaya akibat susut/rangkak

TB = gaya akibat rem

TR = gaya sentrifugal

TC = gaya akibat tumbukan kendaraan

EQ = gaya gempa

BF = gaya friksi

TD = beban lajur "D"

TT = beban truk "T"

TP = beban pejalan kaki

SE = beban akibat penurunan

ET = gaya akibat temperatur gradien

EU_N = gaya akibat temperatur seragam

EF = gaya apung

EW_s = beban angin pada struktur

EW_L = beban angin pada kendaraan

EU = beban arus dan hanyutan

Balok diafragma merupakan pengaku dari gelagar-gelagar memanjang dan tidak memikul beban plat lantai dan diperhitungkan seperti balok biasa.

4. Gelagar

Gelagar utama pada jembatan terdiri atas gelagar utama arah longitudinal dengan slab beton membentangi diantara gelagar. Spasi pada gelagar longitudinal atau balok lantai dibuat sedemikian sehingga hanya cukup mampu menggunakan slab tipis, sehingga beban mati menjadi relative kecil. Gelagar ini juga memiliki bentuk berbagai macam yaitu balok T (T-Beam), PCI girder, dll.

2. METODE

Metodologi Perencanaan

Proses pengolahan data dari perencanaan jembatan prategang ini guna mendapatkan hasil perhitungan struktur dari jembatan itu sendiri yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Dari data perencanaan spesifikasi jembatan yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan struktur dari bangunan atas jembatan yang memiliki urutan perhitungan sebagai berikut :
 - a. Perhitungan lantai kendaraan
 - b. Perhitungan railing
 - c. Perhitungan diafragma
 - d. Perhitungan PCI - Girder

Diagram alir secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Struktur Atas

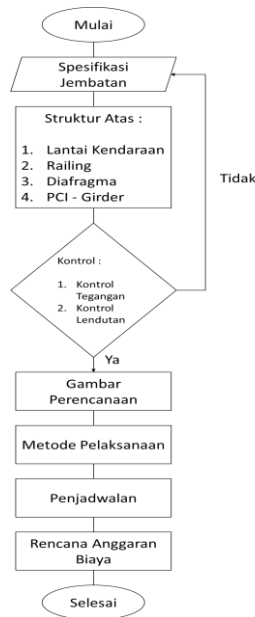
1. Lantai Kendaraan atau Slab

Slab atau lantai jembatan berfungsi sebagai lantai untuk lalu lintas, merupakan balok yang disusun sedemikian sehingga mampu mendukung beban. Biasanya dipasang dalam arah melintang jembatan, di atas gelagar (rasuk).

2. Railing

Railing digunakan untuk membatasi lebar jembatan agar bisa menciptakan rasa aman terhadap pengguna lalu lintas.

3. Diafragma

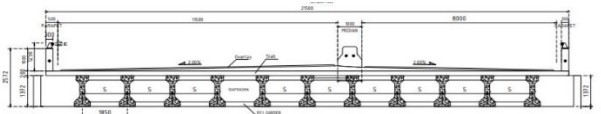


Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan

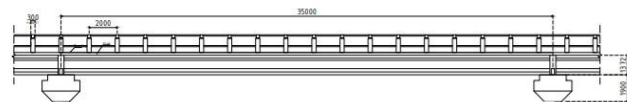
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Jembatan

Bangunan jembatan yang akan dianalisis memiliki potongan melintang dan memanjang pada Gambar 2 dan Gambar 3.



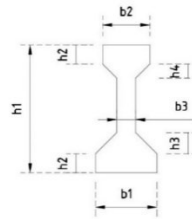
Gambar 2. Potongan Melintang Jembatan



Gambar 3. Potongan Memanjang Jembatan

Data Perencanaan :

1. Bentang = 45 m
2. Perkerasan :
 Lebar = 11,5 m
 Tebal = 5 cm
 $\gamma_{Aspal} = 2,50 \text{ t/m}^3$
3. Lantai Kendaraan (Beton) :
 Tebal = 20 cm
 $f_c' = 40 \text{ MPa}$
 $f_y = 400 \text{ MPa}$
 $\gamma_{Beton} = 2,50 \text{ t/m}^3$
4. Railing :
 Dimensi = 30 x 30 cm
 Tinggi = 1 m
 $\gamma_{Beton} = 2,50 \text{ t/m}^3$
5. PCI-Girder :



Gambar 4. Dimensi PCI-Girder

Tabel 3. Dimensi PCI - Girder

Notasi	b1	b2	b3	h1	h2	h3	h4
Long (m)	0,6	0,5	0,2	1,4	0,2	0,2	0,15

$\gamma_{Beton} = 2,50 \text{ t/m}^3$

Panjang = 45 m

6. Diafragma :

Tebal = 0,20 m

Tinggi = 0,97 m

Panjang = 1,65 m

$\gamma_{Beton} = 2,50 \text{ t/m}^3$

Perhitungan Lantai Kendaraan

Berdasarkan perhitungan dari berat sendiri, beban mati tambahan, beban truk, beban angin, dan beban temperature yang bekerja pada lantai kendaraan didapat hasil penulangan dari lantai kendaraan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Penulangan Lantai Kendaraan

Momen Terbesar (tonm)		Tulangan Melintang (Lx)		Tulangan Memanjang (Ly)	
Tump.	Lap.	Luas (mm ²)	Dipakai	Luas (mm ²)	Dipakai
9,7828	8,637	393	D10-200	754	D12-150

Perhitungan Railing

Berdasarkan perhitungan dari beban horizontal yang bekerja pada railing didapat hasil penulangan dari railing seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Penulangan Railing

M.total (kNm)	Tulangan Utama		Tulangan Geser	
	Luas (mm ²)	Dipakai	Luas (mm ²)	Dipakai
5	314	4D10	198	Ø6 - 150

Perhitungan Diafragma

Berdasarkan perhitungan dari berat sendiri yang bekerja pada diafragma didapat hasil penulangan dari diafragma seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Penulangan Diafragma

M.total (tonm)	Tul. Utama	Tul. Bagi	Tul. Geser
	Dipakai	Dipakai	Dipakai
0,132	5D19	2D13	D10-150

Perhitungan PCI-Girder

Berdasarkan perhitungan dari berat balok prategang, berat plat, berat sendiri, beban mati tambahan, beban lajur "D", beban angin, beban rem dan beban gempa yang bekerja pada gelagar utama didapat hasil gaya - gaya dari gelagar utama seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Resume Momen dan Gaya Geser Balok

No	Jenis Beban	Kode Beban	Q (ton/m)	P (ton)	M (tonm)
1	Prategang	balok	1,2	-	-
2	Berat plat	plat	0,925	-	-
3	Berat Sendiri	MS	2,386	-	-
4	Mati Tambahan	MA	0,3238	-	-
5	Lajur "D"	TD	1,577	12,7	-
6	Gaya rem	TB	-	-	13,46
7	Angin	EW	0,1008	-	-
8	Gempa	EQ	0,271	-	-

Berdasarkan gaya – gaya diatas dilakukan perhitungan penulangan balok prategang pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Penulangan Balok Prategang

Bagian	Dipakai
Atas	8D13
Badan	6D13
Bawah	10D13

Berdasarkan penulangan diatas dilakukan perhitungan posisi tendon sesuai hasil pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Posisi Tendon

Jarak	Trace	Posisi masing-masing cable			
		Tendon 1	Tendon 2	Tendon 3	Tendon 4
X (m)	Zo (m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0,579	0,924	0,650	0,413	0,194
2	0,528	0,845	0,585	0,399	0,189
3	0,479	0,770	0,525	0,385	0,184
4	0,434	0,701	0,468	0,372	0,180
5	0,392	0,637	0,416	0,361	0,176
6	0,353	0,577	0,367	0,350	0,172
7	0,317	0,523	0,323	0,340	0,168
8	0,285	0,473	0,282	0,331	0,165
9	0,256	0,429	0,246	0,322	0,162
10	0,230	0,389	0,214	0,315	0,159
11	0,207	0,355	0,185	0,309	0,157
12	0,188	0,325	0,161	0,303	0,155
13	0,172	0,300	0,141	0,299	0,153
14	0,159	0,280	0,125	0,295	0,152
15	0,149	0,265	0,113	0,293	0,151
16	0,143	0,256	0,105	0,291	0,150
17	0,139	0,251	0,101	0,290	0,150
18	0,139	0,251	0,101	0,290	0,150

Berdasarkan gaya – gaya prategang yang terjadi pada penampang balok, didapat hasil kehilangan prategang seperti pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Kehilangan Gaya Prategang

Gaya	(ton)	Loss of prestress
Pj	907,53	Anchorage friction
Po	880,3	Jack friction
Px	823,29	Elastic shortening
Pi	722,81	Relaxation of tendon
Peff	588,17	
Loss of prestress		35,00%

Berdasarkan gaya – gaya prategang yang terjadi pada penampang balok, didapat hasil tegangan pada balok prategang seperti pada **Tabel 11**, **Tabel 12**, **Tabel 13** dan **Tabel 14**.

Tabel 11. Tegangan Pada Kondisi Awal

Pt (ton)	A	Wa	Wb	fca	fcf	Kontrol fca	Kontrol fcb
722,7	0,5	0,1	0,2	-330	-2570	< -0,6*fc' AMAN	< -0,6*fc' AMAN

Tabel 12. Tegangan Pada Kondisi Loss of Prestressed

Peff (ton)	A	Wa	Wb	fca	fcf	Kontrol fca	Kontrol fcb
588,2	0,471	0,138	0,16	-516	-1879	< - 0,45*fc' AMAN	< - 0,45*fc' AMAN

Tabel 13. Tegangan Pada Kondisi Plat Selesai Di Cor

Peff (ton)	A	Wa	Wb	fca	fcf	Kontrol fca	Kontrol fcb
588,2	0,471	0,138	0,16	-1539	-999	< - 0,45*fc' AMAN	< - 0,45*fc' AMAN

Tabel 14. Tegangan Pada Kondisi Balok Komposit

Peff (ton)	Ac	Wac	W'ac	Wbc	fca	fca'	fcf	Kontrol fca, fca' & fcb
588,2	0,7	0,3	0,5	0,2	-420	-541	-1372	< - 0,45*fc' AMAN

Berikut merupakan tegangan yang terjadi akibat dari beban – beban yang bekerja pada balok yang sudah menjadi komposit seperti pada **Tabel 15**, **Tabel 16**, **Tabel 17**, **Tabel 18**, **Tabel 19**, **Tabel 20**, **Tabel 21**, **Tabel 22** dan **Tabel 23**.

Tabel 15. Tegangan Akibat Berat Sendiri

Momen MS (tonm)	Ac	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fcf
365,356	0,73	0,341	0,5	0,24	-1071	-738	1549,43

Tabel 16. Tegangan Akibat Beban Mati Tambahan

Momen MA (tonm)	Ac	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fcf
49,57	0,73	0,34	0,5	0,24	-145	-100	210

Tabel 17. Tegangan Akibat Susut & Rangkak

Tegangan pada beton akibat	Susut	Rangkak	Susut dan rangkakan
Tegangan beton di serat atas plat	fca = -23,4	-95,2	-118,7
Tegangan beton di serat atas balok	fca = 30,5	-20,6	9,9
Tegangan beton di serat bawah balok	fbc = 400,4	-2631,4	-2230,9

Tabel 18. Tegangan Akibat Gaya Prategang

Peff (ton)	Ac	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fbc
588,17	0,73	0,341	0,5	0,24	-809	-809	-809

Tabel 19. Tegangan Akibat Beban Lajur "D"

Momen TD (tonm)	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fbc
352,524	0,341	0,5	0,24	-1034	-712	1495

Tabel 20. Tegangan Akibat Gaya Rem

Momen TB (tonm)	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fbc
6,7315	0,34	0,495	0,24	-19,73	-13,59	28,55

Tabel 21. Tegangan Akibat Gaya Angin

Momen EW (tonm)	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fbc
15,435	0,34	0,495	0,24	-45,25	-31,16	65,46

Tabel 22. Tegangan Akibat Gaya Gempa

Momen EQ (tonm)	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fbc
41,494	0,34	0,495	0,24	-121,65	-83,78	175,97

Tabel 23. Tegangan Akibat Temperatur

Ebalok (ton/m2)	Ac	Wac	W'ac	Wbc	fac	f'ac	fbc
4288983	0,73	0,341	0,5	0,24	-87,4	-172,1	-110

Berdasarkan tegangan yang terjadi dilakukan kontrol terhadap tegangan yang terbesar dimana terjadi pada kombinasi ekstrem-1 seperti pada **Tabel 24**.

Tabel 24. Kontrol Tegangan Terbesar

Teg	fac	f'ac	fbc
MS	-1071,11	-737,65	1549,43
MA	-145,32	-100,08	210,22
SH	-118,66	9,90	-2230,95
PR	552,32	128,50	-2778,33
TD	-1033,49	-711,74	1495,01
TB	-19,73	-13,59	28,55

ET	-	-	-
EW	-	-	-
EQ	-121,65	-83,78	175,97
Tegangan Kombinasi	-1957,649	1508,440	-1550,098
Keterangan	< fc' OK!	< fc' OK!	< fc' OK!

Perhitungan bursting force mendapatkan hasil seperti pada **Tabel 25**.

Tabel 25. Jumlah Sengkang

No Cable	Angkur hidup VSL		Angkur mati P		Jumlah Sengkang
	Sc (ton)	D (mm)	P (ton)	D (mm)	
1	19	265	19	250	6
2	19	265	19	250	6
3	19	265	19	250	6
4	19	265	19	250	6

Berdasarkan perhitungan momen dan geser pada balok komposit didapat jarak sengkang pada balok seperti pada **Tabel 26**.

Tabel 26. Jarak Sengkang

X m	Jarak sengkang D13		
	Tinjauan geser - 1	Tinjauan geser - 2	jarak yang diambil
0	58	58	50
1	43	40	50
2	71	64	50
3	108	95	50
4	158	136	100
5	222	188	100
6	306	256	150
7	415	344	150
8	556	458	150
9	743	608	150
10	993	808	150
11	1335	1083	200
12	1819	1470	200
13	2528	2038	200
14	3624	2915	200
15	5442	4370	200
16	8780	7039	250
17	15946	12772	250
18	22212	17776	250

Berdasarkan lendutan yang terjadi pada balok komposit didapat kontrol lendutan terbesar seperti pada **Tabel 27**.

Tabel 27. Kontrol Lendutan Terbesar

lendutan	δ
MS	0,05
MA	0,01
SH	-0,02
PR	-0,04
TD	0,04
TB	0,00
ET	0,01
EW	0,00
EQ	0,00
Lendutan kombinasi	0,05
Keterangan	< L/300 OK

Berdasarkan momen yang terjadi pada balok maka perlu dilakukan kontrol terhadap kombinasi momen ultimit seperti pada **Tabel 28.**

Tabel 28. Kontrol Kombinasi Momen Ultimit

Momen Ultimit	M_{xx}
$K_{MS} * M_{MS}$	438,1
$K_{MA} * M_{MA}$	99,1
$K_{SH} * M_{SH}$	47,2
$K_{PR} * M_{PR}$	-464,4
$K_{TD} * M_{TD}$	711,0
$K_{TB} * M_{TB}$	13,8
$K_{ET} * M_{ET}$	111,4
$K_{EW} * M_{EW}$	18,5
$K_{EQ} * M_{EQ}$	0,0
Momen Ultimit Kombinasi	974,7
Keterangan	< Mu aman

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yakni sebagai berikut:

- Hasil analisa struktur didapat sebagai berikut:
 - Plat lantai jembatan menggunakan tulangan D12–150 dan D10–200.
 - Railing menggunakan tulangan utama 4D10 dan tulangan sengkang $\phi 6 - 150$.
 - Diafragma menggunakan tulangan utama 2D19 dan 3D19, tulangan ekstra 2D13, dan tulangan sengkang D10-150.
 - PCI-Girder menggunakan tulangan utama 8D13, 6D13, 10D13, tulangan shear connector dan tulangan sengkang D13.
- Metode pelaksanaan proyek didapat sebagai berikut:
 - Metode pelaksanaan pembersihan lahan dan persiapan.
 - Metode pelaksanaan pekerjaan pondasi.

- Metode pelaksanaan pekerjaan pilecap.
 - Metode pelaksanaan pekerjaan pilar.
 - Metode pelaksanaan pekerjaan pierhead.
 - Metode pelaksanaan pemasangan bearing pad.
 - Metode pelaksanaan post tensional segmental girder.
 - Metode pelaksanaan erection girder 35 meter.
 - Metode pelaksanaan diafragma.
 - Metode pelaksanaan deckslab.
 - Metode pelaksanaan parapet.
 - Metode pelaksanaan laston AC-WC.
 - Metode pelaksanaan expansion joint.
- Hasil analisa penjadwalan didapat durasi pelaksanaan proyek selama 180 hari kalender.
 - Hasil analisa rencana anggaran biaya didapat biaya proyek sebesar Rp 32.581.160.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Supriyadi, Bambang dan Muntohar, Agus Setyo, *Jembatan*. Yogyakarta: BETA OFFSET, 2005.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1725-2016. *Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta.
- B. Samsuardi dan S. Larno, "Perencanaan Jembatan Beton Prategang Dengan Bentang 24 Meter Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)," *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, Vol. 1, no. 2, p. 45-61, Agustus 2018.
- Juliyono, Aris, *Rancang Bangun Sistem Informasi Rencana Anggaran Biaya Pada CV. Hikmah Utama*. Surabaya: STIKOM, 2014.
- Herjanto, Eddy, *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo, 2007.
- Direktur Jendral Bina Marga. 2017. Surat Edaran Nomor 05/SE/Db/2017. *Ketentuan Desain Dan Revisi Desain Jalan Dan Jembatan, Serta Kerangka Acuan Kerja Pengawas Teknis Untuk Dijadikan Acuan Di Lingkungan Ditjen Bina Marga*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. SKSNI T-15-1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1992. BMS Section 6. *Bridge Design Manual Volume 1*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. RSNI T-04-2005. *Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*. Jakarta.
- Precast/Prestressed Concrete Institute. 1997. MNL-133-97 1997. *Precast Prestressed Concrete Bridge Design Manual*. Chicago.
- P. Paizal, P. Adina, R. Bambang, dan P. Bambang, "Perancangan Ulang Jembatan Bengawan Solo Lama Cepu - Blora," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Vol. 5, no. 1, p. 90-106, 2016.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. RSNI T-12-2004. *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. Jakarta.