

REDESAIN STRUKTUR ATAS JEMBATAN KAMPUS IAIN JEMBER DENGAN OPTIMASI PENGARUH PENURUNAN TANAH TIMBUNAN PADA OPRIT

(Studi Kasus : Kampus Institut Agama Islam Negeri Jember)

REDESIGN OF THE SUPERSTRUCTURE OF THE IAIN JEMBER CAMPUS BRIDGE BY OPTIMIZING THE EFFECT OF EMBANKMENT SETTLEMENT ON OPRIT

(Case study : Jember Islamic Religious Institute Campus)

Maghfirotul Hasanah¹, Pujo Priyono^{2*}, Ilanka Cahya Dewi³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: firohhasanah27@gmail.com

² Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember* Koresponden Author

Email: Pujo_jember@ymail.co.id

³ Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: ilankadewi@unmuhjember.ac.id

ABSTRAK

Saat ini telah dibangun sebuah jembatan dengan bentang 20 meter, namun dengan bentang tersebut banyak dampak yang kemungkinan bisa terjadi, salah satunya adalah meningkatkan resiko tingginya muka air banjir karena letak kolom pilar yang banyak memakan luas basah penampang sungai. Sehingga untuk menanggulangi hal tersebut, dilakukan studi analisa perhitungan bagian struktur atas jembatan dengan gelagar beton pratekan dengan bentang yang lebih besar dari 20 m hingga 50 m. Penelitian ini dimulai dari pengumpulan data jembatan seperti panjang dan lebar jembatan yang selanjutnya di analisa berdasarkan beban yang akan di terima oleh jembatan tersebut, kemudian dilakukan tahap kontrol tegangan dan lendutan untuk mengetahui apakah perubahan bentang jembatan aman atau tidak jika dikerjakan. Hasil dari studi jembatan menunjukkan beban berat balok prategang sebesar 17,12 kN/m, berat plat lantai akibat beban sendiri sebesar 6 kN/m, berat sendiri pada jembatan (QMS) sebesar 25,41 kN/m, beban mati tambahan (QMA) sebesar 1,99 kN/m, beban lajur (QTD) sebesar 11,25 kN/m, beban angin (QEW) sebesar 1,67 kN/m, dan beban gempa (QEQ) sebesar 14,02 kN/m. Selain itu, hasil studi juga menunjukkan bahwa perubahan desain jembatan hingga pengaruh beban yang akan diterima oleh jembatan dan telah melalui tahap kontrol tegangan menunjukkan hasil yang aman jika dilakukan pendesaian ulang.

Kata kunci : Beton Prategang, Pembebanan, Kontrol Lendutan, Kontrol Tegangan, Momen Ultimit

ABSTRACT

Currently a bridge with a span of 20 meters has been built, however, with this stretch, there are many possible impacts that can be caused, one of which is the increased risk of flood water levels due to the placement of poles that consume a lot of cross-sectional area of the river's wet area. So to overcome this, an analytical study of the calculation of the superstructure of the bridge with prestressed concrete girders with spans greater than 20 m to 50 m was carried out. This research starts from collecting bridge data in the form of bridge length and width which is then analyzed based on the load to be received by the bridge, then the stress and deflection control stage is carried out to determine whether the bridge is safe or not if changes are made. The results of this study get the prestressed beam load 17,12 kN/m, floor slab weight due to self-load 6 kN/m, self weight on bridge (QMS) 25,41 kN/m, additional dead weight (QMA) 1,99 kN/m, lane load (QTD) 11,25 kN/m, wind load (QEW) 1,67 kN/m. In addition, the results of this study also show that changes in bridge design to the influence of the load that will be received by the bridge and have gone through the stress control stage show safe results if redesigned.

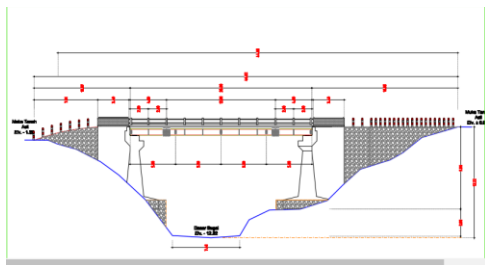
Keywords : Prestressed Concrete, Loading, deflection control, tension control, Ultimate Moment

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jembatan adalah suatu struktur yang berfungsi sebagai lintasan untuk memperpendek jarak dengan menyeberangi suatu rintangan tanpa menutup rintangan itu sendiri.

Dengan melihat perkembangan dan kemajuan serta banyaknya gedung-gedung di kampus Institut Agama Islam Negeri Jember sebagai pengembangan beberapa fakultas, dituntut adanya penyediaan fasilitas infrastruktur seperti jalan dan jembatan yang memadai. Jembatan ini menghubungkan antara gedung perpustakaan di utara sungai dan gedung Fakultas Ushuludin dan Humniora di selatan sungai. Saat ini telah direncanakan sebuah jembatan penghubung antar gedung tersebut dengan konfigurasi memanjang seperti terlihat pada Gambar 1. Perhatikan Gambar 1, jalan penghubung banyak mengurangi luas basah penampang sungai dengan tujuan mendapatkan suatu bentang gelagar jembatan yang masih mampu untuk gelagar baja komposit, yakni panjang 20 meter.



Gambar 1. Konfigurasi memanjang jalan penghubung kampus IAIN Jember
Sumber : Hasil Perhitungan

Beberapa kelemahan atas konfigurasi yang demikian adalah: (1) kolom pilar abutmen jembatan yang tinggi, (2) urugan daerah oprit yang tebal dan (3) juga memperkecil luas basah penampang sungai. Adapun masing-masing dampaknya adalah: (1) mendapatkan suatu ukuran pondasi yang besar, (2) mendapatkan suatu ketidakpastian yang lebih besar akan kualitas kepadatan urugan, dan (3) meningkatkan resiko akan tingginya muka air banjir.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diketengahkan dalam peninjauan pembangunan perencanaan jembatan ini adalah :

1. Bagaimana proses dan tahapan perancangan struktur atas jembatan?
2. Bagaimana desain struktur atas jembatan dengan menggunakan konstruksi beton pratekan?
3. Bagaimana hasil presentase perubahan penurunan tanah timbunan pada oprit?

C. Manfaat dan Tujuan

1. Untuk mengetahui proses dan tahapan perancangan struktur atas jembatan
2. Untuk mengetahui hasil pembebanan dan penulangan struktur atas jembatan, bila menggunakan elemen beton pratekan
3. Untuk mengetahui presentase perubahan penurunan tanah timbunan pada oprit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum

Jembatan adalah struktur bangunan yang menghubungkan rute atau lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, danau, laut, lembah/jurang, jalan raya maupun jalan kereta api bertujuan untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan.

B. Beton Prategang

Menurut Krishna Raju (tahun 1989) dalam buku beton prategang menyebutkan bahwa Beton prategang memerlukan beton yang mempunyai kekuatan tekan yang lebih tinggi pada usia yang cukup muda, dengan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibanding dengan beton konvensional.

C. Perhitungan Bangunan Atas Jembatan

a. Analisa Perhitungan Plat Lantai

1. Berat Sendiri (MS)

$$QMS = b \cdot h \cdot Wc$$

2. Beban Mati Tambahan (MA)

$QMA = \text{beban lapisan aspal (overlay)}$

+ beban air hujan

3. Beban Angin (EW)

$TEW = 0,002 \cdot CW \cdot (VW)^2$

4. Pengaruh Temperatur (ET)

$\Delta T = (Tmax - Tmin)/2$

Dimana :

b = lebar plat lantai yang ditinjau (m)

h = tebal plat yang ditinjau (m)

Wc = berat jenis beton (KN/m³)

Cw = Koefesien seret (RSNi 2005)

Vw = Kecepatan angin rencana

b. Analisa Girder/Balok Prategang

1. Berat Sendiri (MS)

- Perhitungan Diafragma
 - Gaya geser akibat berat sendiri $VMS = \frac{1}{2} \times QMS \times S$
 - Momen akibat beban sendiri $MMS = \frac{1}{12} \times QMS \times S^2$
 - Gaya geser akibat beban mati tambahan $VMA = \frac{1}{2} \times QMA \times S$
 - Momen akibat beban truk $VTT = \frac{1}{2} \times PTT$
 - Gaya geser akibat beban truk $MTT = \frac{1}{8} \times PTT$
 - Momen akibat beban sendiri $MMS = \frac{1}{12} \cdot QMS \cdot S^2$
 - Jumlah balok diafragma sepanjang bentang:
 $n = (b/s + 1)$
 - Berat 1 diafragma:
 $Q = A \times L \times Wc$
 - q diafragma: $q_{\text{diafragma}} = Q / L$

Berat total diafragma

$Qtot = n \times Q$

$QMS = \text{Beban Plat Lantai} + \text{Beban Girder} + \text{Beban Diafragma}$

- Perhitungan Girder/Balok Prategang
 - $W_{\text{balok}} = A \times L \times wc$
 - Beban (QMS) = $A \times w$ [kN/m]
 - Panjang bentang (L) = 16,6 m
 - Gaya geser (VMS) = $\frac{1}{2} \times QMS \times L$ [kN]
 - Momen (MMS) = $\frac{1}{8} \times QMS \times L^2$ [kNm]

2. Beban Mati Tambahan (MA)

- Gaya geser akibat beban mati tambahan $VMA = \frac{1}{2} \times QMA \times L$

- Momen akibat beban mati tambahan $MMA = \frac{1}{8} \times QMA \times L^2$

3. Beban Lajur “D”

4. Gaya rem

- Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung panjang total jembatan (Lt) sebagai berikut:
 - Gaya rem, TTB = 250 kN untuk $Lt \leq 80$ m
 - Gaya rem, TTB = $250 + 2.5 \times (Lt - 80)$ kN untuk $80 < Lt < 180$ m
 - Gaya rem, TTB = 500 kN untuk $Lt \geq 80$ m

5. Beban Angin (EW)

6. Pengaruh Temperatur (ET)

7. Beban Gempa (EQ)

$Kh = C.S$

Kh = koefisien beban gempa horizontal

C = koefisien geser dasar untuk wilayah gempa, waktu getar, dan kondisi tanah setempat

S = Faktor tipe struktur yang berhubungan dengan kapasitas penyerapan energy gempa dari struktur.

– Koefisien beban gempa vertikal $Kv = 50\% \cdot Kh$

– Gaya geser akibat beban gempa pada girder $VEQ = \frac{1}{2} \cdot QEQ \cdot L$

– Momen akibat beban gempa pada girder $MEQ = \frac{1}{8} \cdot QEQ \cdot L^2$

8. Analisis Gaya Geser

Berikut tahapan perhitungan kontrol tegangan geser pons:

1. Bidang geser pons

$u = a + 2 \cdot ta + h$

$v = b + 2 \cdot ta + h$

2. Luas bidang geser

$Av = 2(u + h)$

3. Gaya geser pons nominal

$Pn = (Av \cdot Pn)$

4. Beban ultimit roda truk pada slab

$Pu = KTT \cdot PTT$ (syarat, $Pu < \Phi Pn$ maka aman)

c. Analisa Lendutan

Berikut tahapan perhitungan kontrol lendutan slab secara garis besar:

1. Hitung jarak garis netral terhadap sisi atas beton

$c = n \cdot As/b$

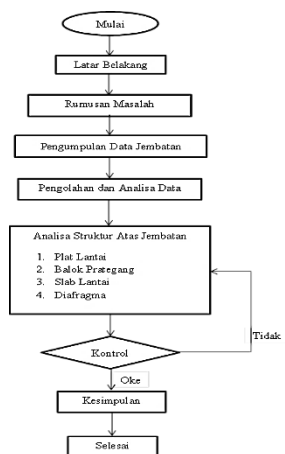
2. Inersia penampang dan momen retak yang ditransformasikan ke beton
 $I_{cr} = 1/3 \cdot b \cdot c^3 + n \cdot A_s \cdot (d-c)^2$
 $M_{cr} = f_r \cdot I_q / y_t$
3. Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban)
 $M_a = 1/8 \cdot Q \cdot L_x^2 + 1/4 \cdot P \cdot L_x$
4. Inersia efektif untuk perhitungan lendutan
5. Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup
6. Rasio tulangan slab lantai jembatan
 $\rho = A_s / (b \cdot d)$
7. Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati
8. Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut
9. Lendutan total pada plat lantai jembatan
 $\delta_{tot} = \delta_e + \delta_q$ (syarat, $\delta_{tot} < L_x/240$ maka aman)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mengevaluasi bangunan atas jembatan komposit yang berada di kampus IAIN Jember, diperlukan data awal jembatan yang digunakan sebagai patokan desain. Data-data tersebut antara lain :

1. Panjang jembatan
2. Tinggi jembatan
3. Lebar jembatan

Adapun langkah-langkah rancangan perencanaan terdapat pada Gambar 2 Diagram Alir berikut ini :



Gambar 2. Diagram alir
 Sumber : Hasil Perhitungan

4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Data Teknis Jembatan

Data Jembatan

- Panjang jembatan : 30 meter
- Lebar jembatan : 9 meter
- Bahan Struktur : Gelagar Beton Pratekan dan Baja Prategang

Data perencanaan

- Tebal Slab lantai jembatan (t_s) = 0,20 m
- Tebal aspal + overlay (t_a) = 0,05 m
- Tebal genangan air hujan (t_h) = 0,05 m
- Jumlah girder = 7 buah
- Jarak antara balok utama (s) = 1,25 m
- Lebar jalur lalu lintas (b_1) = 7 m
- Lebar trotoar (b_2) = 1 m

Data Ukuran

- Diafragma = WF 350 x 175 x 7 x 11
- Gelagar girder = WF 800 x 300 x 16 x 30

Bahan Struktur

- Mutu beton (f_c) = K-800
- Kuat tekan beton (f'_c) = $0,95 \times (f_c/10) = 0,95 \times (800/10) = 76$ Mpa
- Modulus elastisitas (E_c) = 46858,16 Mpa
- Angka poisson = 0,15
- Modulus geser = $\frac{E_c}{2 \times (1 + \mu)}$
 $= \frac{46858,16}{2 \times (1 + 0,15)} = 20373,11$ Mpa
- Koefisien muai panjang = 0,00001
- Kuat tekan beton pada keadaan awal (saat transfer) (f'_{ci}) = $0,9 \times f'_c = 0,9 \times 76 = 68,4$ Mpa
- Tegangan ijin beton saat penarikan :
 - Tegangan ijin tekan, $0,6 \times f'_{ci} = 41,04$ Mpa
 - Tegangan ijin tarik, $0,5 \sqrt{f'_{ci}} = 4,135$ Mpa

- Tegangan ijin beton pada keadaan akhir :
 - Tegangan ijin tekan, $0,45 \times f'c = 34,2$ Mpa
 - Tegangan ijin tarik $0,5\sqrt{f'c} = 4,36$ Mpa
- Mutu beton plat lantai (K) = $f'c / 0,083 = 25 / 0,083 = 301,20$
- Kuat tekan beton ($f'c$) = 25 Mpa
- Modulus elastisitas (E_c) = $4700 \times \sqrt{f'c} = 4700 \times \sqrt{25} = 23500$
- Mutu baja:
 - Untuk baja tulangan dengan $d > 12$ m : U- 39
 - Tegangan leleh baja (f_y) : 390 Mpa
 - Untuk baja tulangan dengan $d < 12$ m : U- 24
 - Tegangan leleh baja (f_y) : 240 Mpa
- *Specific Gravity*
 - Berat beton prategang (w_c) : 25 kN/m³
 - Berat beton bertulang (w'_c) : 24 kN/m³
 - Berat aspal (w_a) : 22 kN/m³
 - Berat jenis air (w_w) : 9,8 kN/m³
 - Berat baja (w_s) : 78,5 kN/m³

Data Strand Cable

- Jenis *strands* : *uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270*
- Tegangan leleh *strand* (f_{py}) : 1674 kPa
- Kuat tarik *strand* (f_{pu}) : 1860 kPa
- Diameter nominal *strands* : 12,7 mm
- Luas tampang nominal satu *strand* (A_{st}): 100 mm²
- Beban putus minimal satu *strands* (P_{bs}): 187,32 kN
- jumlah kawat untaian (*strand cable*): 19 kawat untaian tiap tendon
- Diameter selubung ideal : 84 mm
- Luas tampang *strands* : 1900 m²
- Beban putus satu tendon (P_{b1}) : 3559,08 kN

- Modulus elastisitas *strands* (E_s) : 19300 kN
- Tipe dongkrak : VSL 19
- Data Dimensi Balok *Prestress*

Tabel 1. Dimensi balok

Kode	Lebar(m)	Kode	Tebal(m)
b ₁	0,64	h ₁	0,07
b ₂	0,8	h ₂	0,13
b ₃	0,3	h ₃	0,12
b ₄	0,2	h ₄	1,25
b ₅	0,30	h ₅	0,25
b ₆	0,7	h ₆	0,25
		h	1,7

Sumber : Hasil Perhitungan

B. Pembebanan Balok Prategang

1. Berat Sendiri (MS)

Tabel 2. Berat sendiri

No.	Jenis beban berat sendiri	Lebar b m	Tebal h m	Luas A m ²	Berat sat,w kN/m ³	Beban QMS kN/m
1	Balok prategang					17,120
2	Plat lantai	1,25	0,20	0,250	24,00	6,000
3	Deck slab	0,61	0,07	0,043	24,00	1,025
4	Diafragma					1,265
					Total	25,410

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Beban Mati Tambahan (MA)

Tabel 3. Beban mati tambahan

No	Jenis	Lebar b m	Tebal (m)	Luas A m ²	Berat (kN/m ³)
1	lapisan aspal +Overkry	1,25	0,05	0,0625	22
2	air hujan	1,25	0,05	0,0625	9,8
					Total

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Beban Lajur “D”

Beban merata pada gelagar : $Q_{TD} = q \times s = 9 \times 1,25 = 11,25$ kN/m

4. Beban Angin (EW)

$Q_{EW} = [0,5 \times (h / x) \times T_{EW}]$
 $Q_{EW} = [0,5 \times (4 / 1,75) \times 1,46] = 1,669$ kN

5. Beban Gempa (EQ)

Beban gempa $T_{EQ} = K_v \times W_t = 0,512 \times 821,919 = 420,659$ kN

C. Kontrol Tegangan

Tabel 4. Perhitungan Kontrol Tegangan

– Kombinasi -1

Teg.	Berat sendiri	mati tambahan	Susut-rangkak	Prategang	lajur D'	Rem	Temperatur	Angin	Gempa	Tegangan	Ket
	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
fac	-7623,25	-596,27	-364,42	6421,43	-5090,21	-70,61				-7323,34	AMAN
fac	-5958,22	-466,04	-501,71	3271,36	-3978,43	-55,19				-7688,22	AMAN
fbc	8194,55	640,96	-1590,29	-23504,16	5471,68	75,91				-10711,37	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi -2

Teg.	Berat sendiri	mati tamb	Susut-rangkak	Prategang	lajur D'	Rem	Temperatur	Angin	Gempa	Tegangan	Ket
	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
fac	-7623,25	-596,27	-364,42	6421,43	-5090,21	-70,61	-1454,34			-8777,67	AMAN
fac	-5958,22	-466,04	-501,71	3271,36	-3978,43	-55,19	-2145,66			-9833,88	AMAN
fbc	8194,55	640,96	-1590,29	-23504,16	5471,68	75,91	-993,14			-11704,51	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi -3

Teg.	Berat sendiri	mati tamb	Susut-rangkak	Prategang	lajur D'	Rem	Temperatur	Angin	Gempa	Tegangan	Ket
	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
fac	-7623,25	-596,27	-364,42	6421,43	-5090,21	-70,61		-500,59		-7823,93	AMAN
fac	-5958,22	-466,04	-501,71	3271,36	-3978,43	-55,19		-391,26		-8079,48	AMAN
fbc	8194,55	640,96	-1590,29	-23504,16	5471,68	75,91		538,11		-10173,26	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi -4

Teg.	Berat sendiri	mati tamb	Susut-rangkak	Prategang	lajur D'	Rem	Temperatur	Angin	Gempa	Tegangan	Ket
	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
fac	-7623,25	-596,27	-364,42	6421,43	-5090,21	-70,61	-1454,34		-500,59	-9278,27	AMAN
fac	-5958,22	-466,04	-501,71	3271,36	-3978,43	-55,19	-2145,66		-391,26	-10225,13	AMAN
fbc	8194,55	640,96	-1590,29	-23504,16	5471,68	75,91	-993,14		538,11	-11166,40	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi -5

Teg.	Berat sendiri	mati tamb	Susut-rangkak	Prategang	lajur D'	Rem	Temperatur	Angin	Gempa	Tegangan	Ket
	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
fac	-7623,25	-596,27	-364,42	6421,43					-4206,76	-6369,27	AMAN
fac	-5958,22	-466,04	-501,71	3271,36					-3287,94	-6942,54	AMAN
fbc	8194,55	640,96	-1590,29	-23504,16					4522,02	-11736,93	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

Tegangan beton di serat bawah gelagar : fbc < 0 (tekan), maka sistem sambungan segmental aman (OK)

D. Kontrol Lentutan

Lentutan maksimum yang diijinkan, $L / 300 = 30 / 300 = 0,1$ m

Tabel 5. Perhitungan Kontrol Lentutan

– Kombinasi -1

Lend	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
Δ	0,01666	0,00130	0,00006	-0,02587	0,00737	0,00019				-0,00029	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi-2

Lend	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
Δ	0,01666	0,00130	0,00006	-0,02587	0,00737	0,00019	0,00425			0,00397	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi-3

Lend	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
Δ	0,01666	0,00130	0,00006	-0,02587	0,00737	0,00019		0,00109		0,00080	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi-4

Lend	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
Δ	0,01666	0,00130	0,00006	-0,02587	0,00737	0,00019	0,00426	0	0,00919	0,01316	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

– Kombinasi-5

Lend	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	KOMB	
Δ	0,01666	0,00130	0,00006	-0,02587					0,00919	0,00134	AMAN

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan kontrol lentutan dengan 5 kombinasi menunjukan bahwa kontrol lentutan dari 5 kombinasi di atas semuanya AMAN.

E. Momen Ultimit Balok

Kondisi momen ultimit

Tabel 6. Resume Momen Balok

RESUME MOMEN BALOK	Faktor Beban Ultimit	Daya Layan Momen (M)	Kondisi Ultimit
	K	(kN/M)	Momen Ultimit (Mu)
Aksi/Beban			(K x M) (kNm)
Susut dan Rangkak (SR)	1,0	526,57	526,57
Prategang (PR)	1,0	-5408,17	-5408,17
Pengaruh temperatur (ET)	1,2	1186,89	1424,27

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada hitungan kontrol kombinasi momen ultimit diatas menunjukan bahwa nilai Momen Ultimit Kombinasi lebih kecil dari Kapasitas Momen Balok sehingga Aman.

F. PERSENTASE PERUBAHAN

1. Persentase Perubahan Bentang Jembatan

Panjang Jembatan sebelum di redesain yaitu sepanjang 20 m, setelah di redesain panjang jembatan menjadi 30 m, maka persentase perubahan panjang jembatan yaitu $\frac{30-20}{20} \times 100\% = 50\%$

2. Persentase Perubahan Timbunan

Rumus Persentase perubahan

$$= \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} - \text{Sisi kiri} &= \frac{2,70 - 6,28}{6,28} \times 100\% \\ &= -57\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{Sisi kanan} &= \frac{2,19 - 3,67}{3,67} \times 100\% \\ &= -40\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa jembatan yang di redesain lebih optimal dari pada sebelum dilakukan pendesainan ulang dikarenakan perubahan penurunan tebal timbunan yang cukup besar yaitu untuk sisi kiri sebesar -57% dan sisi kanan sebesar -40% dengan presentase perubahan bentang jembatan yang lebih panjang dari pada sebelumnya yaitu 50%.

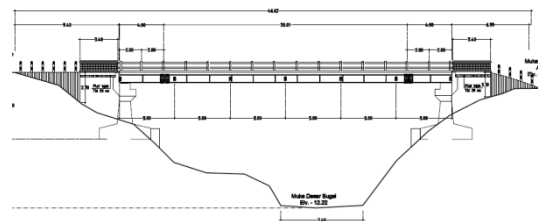
5. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Tahapan-tahapan dari perencanaan struktur atas jembatan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pada tahapan pertama dimulai dari survey data teknis jembatan, tahapan kedua memilih acuan dasar sebagai perhitungan dan menentukan dimensi awal pada jembatan, selanjutnya tahapan ketiga yaitu pembebanan dan analisis mekanika jembatan, dan tahap terakhir yaitu penggambaran dari hasil perhitungan.
2. Dari hasil perhitungan pembebanan didapatkan berat balok prategang = 17,12 kN/m; berat plat lantai akibat beban sendiri = 6 kN/m; berat sendiri pada jembatan (QMS) = 25,41 kN/m; beban mati tambahan (QMA) = 1,99 kN/m; beban lajur (QTD) = 11,25 kN/m; beban angin (QEW) = 1,67

kN/m; dan beban gempa (QEQ) = 14,02 kN/m.

3. Berdasarkan hasil perhitungan setelah melalui tahap kontrol yaitu kontrol tegangan dan kontrol lendutan dengan 5 kombinasi pembebanan menunjukan hasil AMAN jika dilakukan pendesainan ulang, yang semula panjang jembatan 20 meter dengan tinggi pondasi 9,06 meter menjadi jembatan dengan panjang 30 meter dengan tinggi pondasi yang lebih rendah, sehingga tebal timbunan juga lebih sedikit yaitu untuk sisi sebelah kiri 2,70 m dan sisi sebelah kanan 2,19 m.
4. Desain akhir jembatan



Gambar 3. Desain akhir
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil desain akhir jembatan tersebut maka presentase perubahan desain jembatan untuk panjang jembatan sebesar 50% dan presentase timbunan untuk sisi sebelah kiri -57% dan untuk sisi sebelah kanan -40%.

B. SARAN

1. Berdasarkan hasil dan kesimpulan untuk memenuhi tujuan pengembangan skripsi ini akan lebih baik jika jembatan ini di realisasikan dalam pendesainan ulang jembatan tersebut karena penggunaan struktur beton pratekan yang lebih ekonomis untuk bentang jembatan yang lebih panjang, selain itu juga perubahan presentase volume timbunan oprit dan pengurangan tinggi abutment yang cukup besar setelah di redesain.
2. Sebaiknya dalam struktur bawah juga perlu di analisa ulang atau di kaji ulang untuk menentukan kemampuan menahan

perubahan struktur atas terhadap penurunan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen pekerjaan umum, 2016. *Pembebanan untuk jembatan*, “SNI 1725-2016”
- Alexander, H. 2019. “*Evaluasi Perhitungan Struktur Atas Jembatan Beton Prategang Di Sibolga*”. Medan.
- Hasudungan, H. 2020. “*Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit*”. Medan.
- Ned H. Burns, T.Y. Lin. 1982. “*Desain Struktur Beton Prategang Jilid I*” Barkeley, California dan Austin, Texas.

=