

PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN SUNGAI SEI TANJUNG PADA JALAN TOL RUAS INDRAPURA – KISARAN

Husnul Hafizah¹, Abdul Ziray², Ahmad Sumantri³

Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan^{1,2,3}, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
husnulsiregar@students.polmed.ac.id¹, abdularifin@students.pomed.ac.id²,
ahmadsumantri2020@gmail.com³

ABSTRAK

Jembatan yang menghubungkan antara jalan tol Indrapura – Kisaran yang telah dibangun ini merupakan jenis jembatan konstruksi beton prategang dengan panjang jembatan 115 meter yang terdiri dari tiga bentang dengan panjang masing-masing 25 meter, 45 meter dan 45 meter. Jembatan ditumpu oleh balok PC-I girder sebanyak 6 buah. Perencanaan struktur beton prategang dilakukan menurut RSNI T-12-2004. Pembebanan pada jembatan menggunakan SNI 1725:2016 dan gempa menggunakan SNI 2833:2016. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan kunjungan langsung ke pihak pelaksana proyek. Data diolah dengan cara perhitungan manual dengan bantuan aplikasi lembar kerja spreadsheet. Hasil dari perhitungan perencanaan jembatan: Pelat lantai menggunakan tulangan lentur positif D16-150 mm dengan tulangan bagi D13 - 200 mm dan tulangan lentur negatif D16-120 dengan tulangan bagi D13-150. Pelat lantai aman terhadap lendutan dan geser pons. Jumlah tendon balok girder yang digunakan ada 5 dan jumlah *strands* ada 85. Perletakan (*elastomer*) jembatan menggunakan mutu pelat baja Fy 260 Mpa, panjang 500 mm, lebar 600 mm, tebal *elastomer* 64 mm, tebal cover 7,5 mm, tebal lapisan internal 11 mm dan jumlah lapisan baja 4 buah. Untuk struktur bawah, abutment dan pilar aman terhadap guling dan geser arah memanjang maupun arah melintang.

Kata Kunci : Perencanaan, Balok I Girder, Penulangan

PENDAHULUAN

Sarana transportasi merupakan kebutuhan untuk mengembangkan infrastruktur di Indonesia (Prakarsa, 2014). Perkembangan tersebut dapat berbagai macam, salah satunya berupa transportasi darat seperti Jalan. Pembangunan jalan memiliki kendala seperti semakin bertambahnya volume kendaraan sehingga ruas jalan tidak dapat menampung kendaraan yang ada. Salah satu solusi yang dilakukan pemerintah berupa pembangunan Jalan Bebas Hambatan. Di Propinsi Sumatera Utara saat ini sedang dilaksanakan pembangunan Jalan Bebas Hambatan yaitu pada Jalan Tol Trans Sumatera Indrapura – Kisaran, proyek pembangunan ini merupakan konsentrasi dari PT. Hutama Karya (Persero). Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Indrapura – Kisaran tentunya memiliki beberapa pembangunan jembatan untuk menghubungkan ruas jalan yang terputus akibat aliran sungai yang ada diantara jalan raya atau yang biasa disebut *underpass*. Oleh karena itu dalam pembangunan jalan tol ini diperlukan juga perencanaan jembatan.

Suatu perencanaan jembatan harus direncanakan agar dapat menahan beban seperti beban angin, beban gempa, beban lalu lintas dan beban lain yang ada pada jembatan. Adapun Jembatan harus dibuat cukup kuat karena kerusakan pada jembatan dapat menimbulkan gangguan. Untuk mengatasi gangguan tersebut, diusahakan menggunakan konstruksi jembatan yang ekonomis, tetapi memiliki kekuatan yang baik, menggunakan mutu bahan yang tinggi, dan waktu pembuatan yang cepat. Terdapat banyak sistem yang bisa dipilih dalam membangun sebuah jembatan yang sesuai dengan yang direncanakan. Salah satunya adalah dengan sistem jembatan beton prategang. Jembatan beton prategang pada proyek pembangunan jalan tol Indrapura – Kisaran yang telah dibangun ini memiliki panjang jembatan 115 meter yang dihubungkan dari *abutmen* 1 ke *pier* 1 sepanjang 25 meter dan *pier* 1 ke *pier* 2 sepanjang 45 meter dan *pier* 2 ke *abutment* 2 sepanjang 45 meter.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis merencanakan jembatan beton prategang di jalan bebas hambatan Indrapura - Kisaran yang memiliki panjang jembatan 45 m dan lebar jembatan 12,7 m.

TINJAUAN PUSTAKA

Secara umum, jembatan memiliki fungsi sebagai untuk mengatasi arus lalu lintas. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan, sebaiknya mengutamakan fungsi jembatan itu sendiri, yaitu kebutuhan dan kenyamanan lalu lintas. Menurut Pd T-21-2005 struktur jembatan dibedakan menjadi dua bagian, yaitu bagian atas (*super structure*) dan bagian bawah (*sub – structure*).

Menurut SNI 1725:2016, jembatan harus direncanakan sesuai dengan syarat batas yang dipersyaratkan untuk mencapai tujuan pembangunan, aspek keselamatan dan pelayanan, dengan tetap mempertimbangkan kemudahan pemeriksaan, faktor ekonomi dan estetika. Adapun jenis pembebanan yang sering digunakan dalam perencanaan struktur antara lain beban mati, beban hidup, dan aksi lingkungan. Pembebanan pada struktur atas jembatan digunakan untuk mencari total gaya yang berkerja pada struktur atas jembatan.

Menurut RSNI T-12-2004, Beton prategang merupakan beton bertulang yang diberi tegangan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja. Beton prategang memiliki manfaat sebagai memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton akibat sifat beton yang tidak mampu menahan gaya tarik. Beton prategang sebagai pemecah masalah untuk menghadapi besarnya tegangan tarik yang dapat timbul di struktur beton yang lebih khusus pada struktur yang memiliki bentang yang panjang. Beton prategang ini menghasilkan mutu yang lebih tinggi daripada beton bertulang. Terdapat dua macam cara pelaksanaan pemberian prategangan pada beton prategang yaitu sistem pratarik (*pretension*) dan pascatarik (*posttension*).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

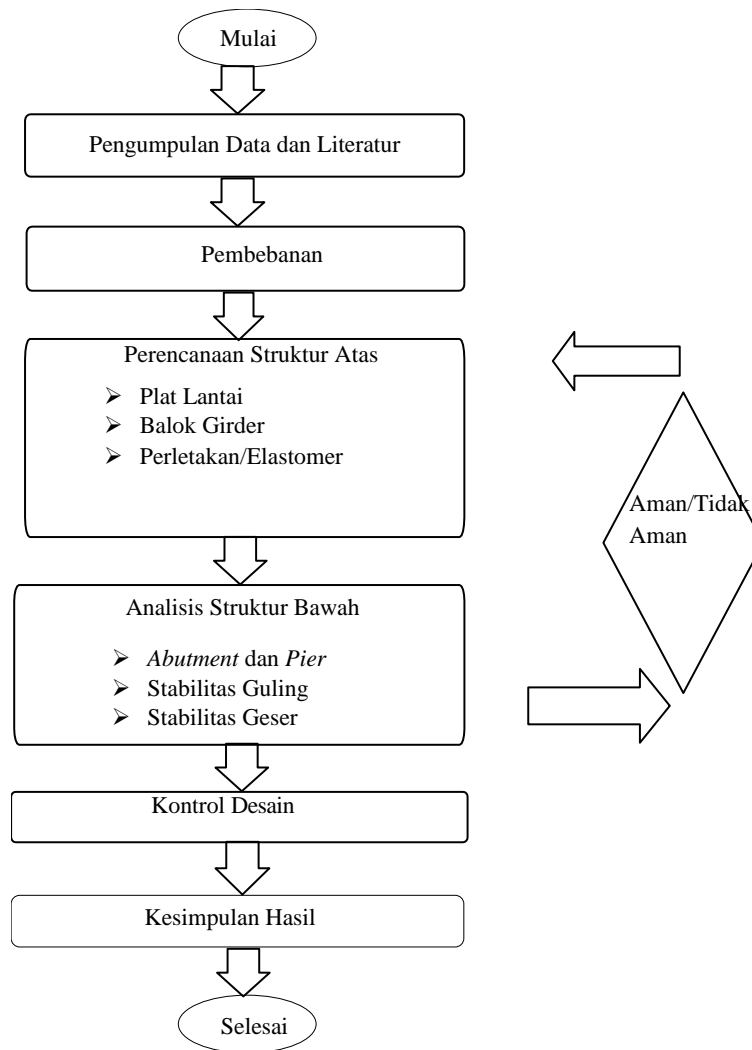
Jembatan Sungai Sei Tanjung yang akan direncanakan, berada pada jalan yang terputus akibat adanya aliran sungai yang menghubungkan jalan Indrapura dan jalan Kisaran. Peta lokasi studi perencanaan terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi Perencanaan
Sumber: Presisi, 2019

Tahap Penelitian

Dalam penelitian ini struktur Jembatan Sungai Sei Tanjung direncanakan menggunakan PC-I Girder yang menggunakan metode prategang dan sistem pratekan pascatarik intenal tendon. Tahapan penelitian dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir
Sumber: Tugas Akhir, 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Jembatan Sungai Sei Tanjung direncanakan menggunakan PC-I Girder prategang dengan data yang digunakan adalah :

1. Nama jembatan : Jembatan Sungai Sei Tanjung
2. Lokasi jembatan : Indrapura
3. Fungsi jembatan : Jalan raya umum
4. Konfigurasi jembatan : 25 m + 45 m + 45 m
5. Bentang jembatan : 45,8 meter
6. Lebar melintang jembatan : 12,7 meter
7. Lebar jalan lalu lintas : 11,7 meter

Pembebanan Pelat Lantai Kendaraan

1. Mutu Beton (f_c') = 29,05 MPa
2. Mutu Baja (f_y) = 400 MPa

Pembebanan yang dihitung meliputi berat sendiri, beban mati tambahan, beban truk, beban angin, dan pengaruh temperatur. Rekapitulasi pembebanan ada pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Pembebanan

Jenis Beban	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimit	Mtumpuan (kNm)	Mlapangan (kNm)
Berat Sendiri	K_{MS}	1.0	1.3	2.2959562	1.1493562
Beban Mati Tambahan	K_{MA}	1.0	2.0	0.7299387	0.3786426
Beban Truk	K_{TT}	1.0	1.8	47.972925	43.212487
Beban Angin	K_{EW}	1.0	1.2	1.034443	0.9317941
Pengaruh Temperatur	K_{ET}	1.0	1.2	0.032961	0.1648068

Sumber: Tugas Akhir, 2021

Perencanaan Beban Plat Lantai Kendaraan

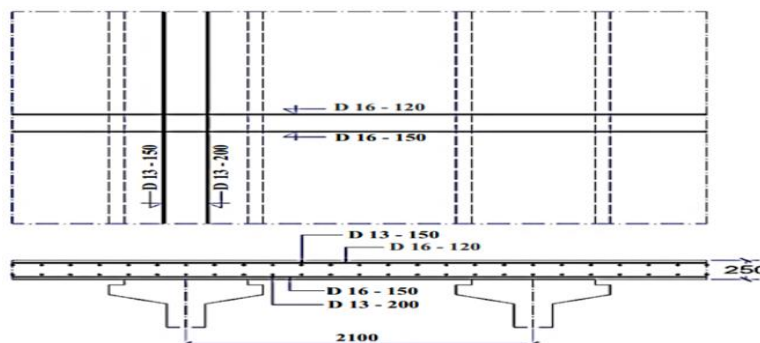
Perencanaan pembebanan struktur menggunakan kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI 1725-2016, Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai momen pada masing-masing kombinasi pembebanan. Pada Tabel 2 ditunjukkan nilai momen maksimum akibat kombinasi pembebanan yang digunakan.

Tabel 2. Kombinasi Kuat-I

Jenis Beban	Faktor Beban (K)	$M_{tumpuan}$ (kNm)	$M_{lapangan}$ (kNm)	$K \times M_{tumpuan}$ (kNm)	$K \times M_{lapangan}$ (kNm)
Berat Sendiri	1.3	2.296	1.149	2.985	1.494
Beban Mati Tambahan	2.0	0.730	0.379	1.460	0.757
Beban Truk	1.8	47.973	43.212	86.351	77.782
Beban Angin	-	1.034	0.932	-	-
Pengaruh Temperatur	0.0	0.033	0.165	0.000	0.000
Total Momen Ultimit Slab, $M_u =$				90,796	80,034

Sumber: Tugas Akhir, 2021

Untuk menentukan tulangan perlu perencanaan berdasarkan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBTK) atau kondisi ultimit. Berdasarkan hasil kombinasi kuat-I diatas, maka terdapat total momen ultimit slab untuk momen rencana tumpuan sebesar 90,796 kN/m dengan tulangan D16 -150 mm dan momen rencana lapangan sebesar 80,034 kN/m dengan tulangan D16 – 120 mm.

Gambar 3. Penulangan Plat Lantai Kendaraan
Sumber: Tugas Akhir, 2021

Pembebanan Pada Balok Prategang

Pembebanan yang dihitung meliputi berat sendiri, beban mati tambahan, beban lajur “D”, berat balok prategang, berat plat, beban gempa, beban angin, beban rem dan angin. Beban gempa menggunakan data dan grafik perhitungan gempa berdasarkan SNI 2833:2016. Rekapitulasi momen pada balok dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Pembebanan

Jenis Beban	Kode Beban	Q (kN/m)	P (kN)	M (kNm)	Keterangan
Berat balok prategang	Balok	19,182	-	-	Beban merata, Qbalok
Berat plat	Plat	13,125	-	-	Beban merata, Qplat

Berat sendiri	MS	38,788	-	--	Beban merata, QMS
Mati tambahan	MA	3,381	-	-	Beban merata, QMA
Lajur "D"	TD	15,640	49,000	-	Beban merata, QMA dan terpusat, PTD
Gaya rem	TB		-	159,404	Beban momen, MTB
Angin	EW	1,502	-	-	Beban merata, QEW
Gempa	EQ	12,482	-	-	Beban merata, QEQ

Sumber: Tugas Akhir, 2021

Perencanaan Beban Pada Balok Prategang

Perencanaan pembebanan struktur menggunakan kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI 1725-2016. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai momen pada masing-masing kombinasi pembebanan yaitu pada kombinasi Kuat-V dengan nilai momen maksimum 5029,62 kNm.

Perhitungan Struktur Utama Jembatan

1. Perhitungan gaya prategang awal

Besarnya gaya prategang awal dihitung dengan persamaan :

Tegangan di serat bawah

$$0,6 \times f'_{ci} = - \frac{P_t}{A} - P_t \times \frac{e_s}{W_b} + \frac{M_{balok}}{W_b} \quad (1)$$

Dari persamaan didapat :

$$P_t = \frac{[0,6 \times f'_{ci} \times W_b + M_{balok}]}{\left(\frac{W_b}{A} + e_s\right)}$$

$$P_t = \frac{[0,6 \times 39840 \times 0,40912 + 5029,715]}{\left(\frac{0,40912}{0,75225} + 0,8744\right)}$$

$$P_t = 10441,71517 \text{ kN}$$

Diambil besarnya gaya prategang $P_t = 10441,71517 \text{ kN}$

2. Perencanaan Jumlah Tendon

Digunakan 5 buah tendon dan jumlah strands sebanyak 85 buah dengan jenis strands ASTM A-416 grade 270.

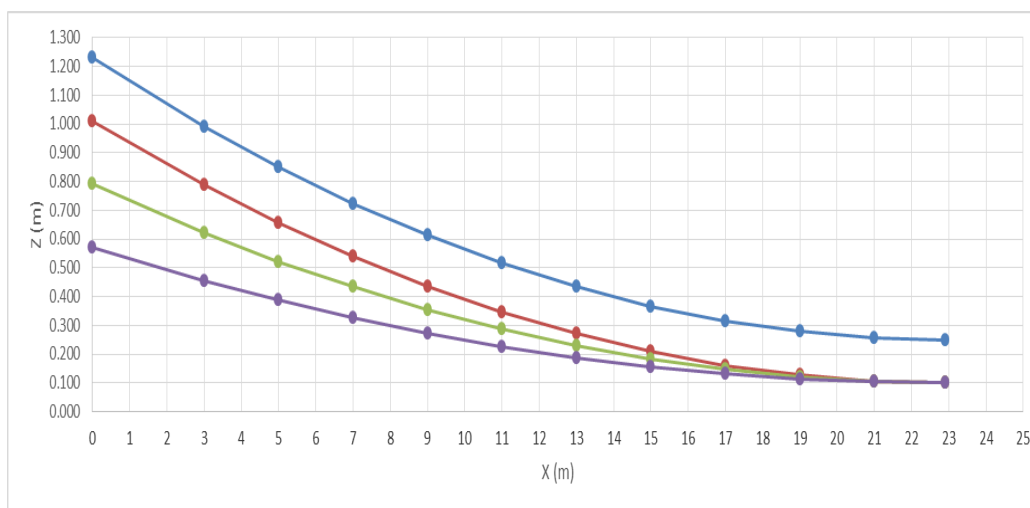
3. Perencanaan posisi tendon

Tendon direncanakan terdiri dari 3 baris tendon dengan posisi tendon sesuai Tabel 4 dan grafik lintasan tendon dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 4. Posisi Tendon

Jarak X	Trace z0	Posisi masing-masing cable				
		z1	z2	z3	z4	z5
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	1.0119	1.23	1.01	0.79	0.57	0.35
3	0.798	0.99	0.79	0.62	0.46	0.289
7	0.559	0.72	0.54	0.43	0.33	0.221
11	0.374	0.52	0.35	0.29	0.23	0.168
15	0.242	0.37	0.21	0.18	0.16	0.130
19	0.163	0.28	0.13	0.12	0.11	0.107
22.9	0.138	0.25	0.10	0.10	0.10	0.100

Sumber: Tugas Akhir, 2021



Gambar 4. Grafik Trace Masing – Masing Tendon
Sumber: Tugas Akhir, 2021

4. Analisis tegangan

Didapatkan hasil perhitungan analisis tegangan akibat masing – masing kombinasi pembebanan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Kombinasi Kuat-1

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut-rang SR	Prategang PR	Lajur "D" TD	Rem TB	Temperatur ET	Tegangan Komb	Keterangan
fac	-12839.16	-1119.15	-885.08	5876.17	-7259.34	-100.62	-1407.99361	-17735.18	< Fc' (aman)
f'ac	-9496.31	-827.76	-120.15	2242.74	-5369.27	-74.42	-2050.567996	-15695.75	< Fc' (aman)
fbc	18583.66	1619.88	-6305.21	-28278.04	10507.32	145.64	-1000.900809	-4727.65	< Fc' (aman)

Tabel 6. Kombinasi Ekstrem-1

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut-rang SR	Prategang PR	Lajur "D" TD	Rem TB	Gempa EQ	Tegangan Komb	Keterangan
fac	-12839.16	-1119.15	-885.08	5876.17	-7259.34	-100.62	-4131.66	-20458.84	< Fc' (aman)
f'ac	-9496.31	-827.76	-120.15	2242.74	-5369.27	-74.42	-3055.93	-16701.10	< Fc' (aman)
fbc	18583.66	1619.88	-6305.21	-28278.04	10507.32	145.64	5980.25	2253.50	< Fc' (aman)

Tabel 7. Kombinasi Daya Layan-2

Teg	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut-rang SR	Prategang PR	Lajur "D" TD	Rem TB	Tegangan Komb	Keterangan
fac	-12839.16	-1119.15	-885.08	5876.17	-7259.34	-100.62	-16327.18	< Fc' (aman)
f'ac	-9496.31	-827.76	-120.15	2242.74	-5369.27	-74.42	-13645.18	< Fc' (aman)
fbc	18583.66	1619.88	-6305.21	-28278.04	10507.32	145.64	-3726.75	< Fc' (aman)

5. Kehilangan Gaya Prategang

Pada Tabel 8 terdapat rekapitulasi kehilangan gaya prategang.

Tabel 8. Rekapitulasi Kehilangan Gaya Prategang

Jenis kehilangan prategang	Persentase kehilangan gaya prategang (%)
Kehilangan jangka pendek (segera)	
Perpendekan elastis (ES)	0,650
Slip ankur (ANC)	0,639
Kehilangan jangka panjang	
Rangkak beton (CR)	2,500
Susut (SH)	0,999
Relaksasi baja (RE)	23,352

Total kehilangan	28,140
-------------------------	---------------

Sumber: Tugas Akhir, 2021

Kontrol Lendutan Balok Prategang

Lendutan maksimum yang diijinkan, $\delta = L/300 = 0,1527$ m.

Tabel 9. Kombinasi Kuat-1

Lend	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut-rang SR	Prategang PR	Lajur "D" TD	Rem TB	Temperatur ET	Tegangan Komb	Keterangan
δ	0.07477	0.00652	-0.02317	-0.05675	0.03985	0.00072	0.00886	0.05080	< L/300 (aman)

Tabel 10. Kombinasi Ekstrem-1

Lend	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut-rang SR	Prategang PR	Lajur "D" TD	Rem TB	Gempa EQ	Tegangan Komb	Keterangan
δ	0.07477	0.00652	-0.02317	-0.05675	0.03985	0.00072	0.0241	0.0660	< L/300 (aman)

Tabel 11. Kombinasi Daya Layan-1

Lend	Berat sen MS	Mati tamb MA	Susut-rang SR	Prategang PR	Lajur "D" TD	Rem TB	Temperatur ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegangan Komb	Keterangan
δ	0.07477	0.00652	-0.02317	-0.05675	0.03985	0.00072	0.00886	0.00215		0.0530	< L/300 (aman)

Kontrol Kombinasi Momen Ultimit

Kapasitas momen balok, $M_u = \phi * M_n = 24540$ kNm

Tabel 12. Kombinasi Kuat-1

Momen ultimit	Berat send KMS*MMS	Mati tamb KMA*MMA	Susut-rang KSR*MSR	Prategang KPR*MPR	Lajur "D" KTD*MTD	Rem KTB*MTB	Momen ult kombinasi	Keterangan
M_{xx}	12204.382	1773.03	396.09	-7718.67	10350.65	286.927	17292.41	< Mu (aman)

Tabel 13. Kombinasi Ekstrem-1

Momen ultimit	Berat send KMS*MMS	Mati tamb KMA*MMA	Susut-rang KSR*MSR	Prategang KPR*MPR	Lajur "D" KTD*MTD	Rem KTB*MTB	Gempa KEQ*MEQ	Momen ult kombinasi	Keterangan
M_{xx}	12204.382	1773.03	396.09	-7718.67	10350.65	286.927	3272.823	17292.41	< Mu (aman)

Tabel 14. Kombinasi Daya Layan-4

Momen ultimit	Berat send KMS*MMS	Mati tamb KMA*MMA	Susut-rang KSR*MSR	Prategang KPR*MPR	Momen ult kombinasi	Keterangan
M_{xx}	12204.382	1773.03	396.09	-7718.67	6654.84	< Mu (aman)

Perencanaan Perletakan Bearing Pad (*Elastomer*)

Perletakan yang direncanakan menggunakan perletakan elastomer laminasi, dengan menggunakan karet sintesis (*Neoprene*) standard ASTM D.412 yang memiliki modulus geser minimum sebesar 0,55 MPa dan kuat tarik minimum sebesar 15,5 MPa.

Analisis Perhitungan Beban Kerja *Abutment*

Analisis pembebanan struktur menggunakan kombinasi pembebanan sesuai dengan RSNI T-02-2005. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai momen pada masing-masing kombinasi pembebanan yang ada pada Tabel 15 sebagai berikut.

Tabel 15. Rekapitulasi Kombinasi Pembebanan

No	Aksi beban	Kode	Vertikal	Horizontal		Momen	
			P kN	Tx kN	Ty kN	Mx kNm	My kNm
A. Aksi tetap							
1	Berat sendiri	MS	16206,83			5970,64	
2	Beban mati tambahan	MA	426,01			- 63,90	
3	Tekanan tanah	TA		3819,12		12014,35	
B. Beban lalu lintas							
4	Beban lajur "D"	TD	1551,5			- 232,72	
5	Beban pedestrian	TP	0,00			0,00	
6	Gaya rem	TB		250,00		2225,00	
C. Aksi lingkungan							
7	Temperatur	ET		25,76		191,40	
8	Beban angin	EW	46,16		115,51	-6,92	1089,27
9	Beban gempa	EQ		3953,26	3953,57	22048,47	22021,40
10	Tekanan tanah dinamis	EQ		3152,00		18893,10	
D. Aksi lainnya							
11	Gesekan	FB		1191,14		8850,12	

Setelah didapatkan pembebanan, maka terdapat stabilitas guling dan geser arah X dan Y pada berbagai kombinasi seperti pada Tabel 16, Tabel 17, Tabel 18 dan Tabel 19 berikut.

Tabel 16. Stabilitas Guling Arah X Pada Berbagai Kombinasi Beban

Kombinasi beban	K	P (kN)	Mx (kNm)	Mpx (kNm)	SF	Ket.
Kombinasi I	0,0	18184,34	17688,37	60008,32	3,39	> 2,2 (OK)
Kombinasi II	0,25	18230,50	19906,4447	75200,81	3,78	> 2,2 (OK)
Kombinasi III	0,4	18230,50	28756,5647	84224,90	2,93	> 2,2 (OK)
Kombinasi IV	0,4	18230,50	28947,9647	84224,90	2,91	> 2,2 (OK)
Kombinasi V	0,5	16632,84	49177,9887	82332,55	1,67	< 2,2 (NO)

Tabel 17. Stabilitas Guling Arah Y Pada Berbagai Kombinasi Beban

Kombinasi beban	K	P (kN)	My (kNm)	Mpy (kNm)	SF	Ket.
Kombinasi I	0,0	18184,34	0,00	115470,55	0,00	OK
Kombinasi II	0,25	18230,50	1089,27	144704,58	132,85	> 2,2 (OK)
Kombinasi III	0,4	18230,50	1089,27	162069,13	148,79	> 2,2 (OK)
Kombinasi IV	0,4	18230,50	1089,27	162069,13	148,79	> 2,2 (OK)
Kombinasi V	0,5	16632,84	24280,69	158427,79	6,52	> 2,2 (OK)

Tabel 18. Stabilitas Geser Arah X Pada Berbagai Kombinasi Beban

Kombinasi beban	K	Tx (kN)	P (kN)	H (kN)	SF	Ket.
Kombinasi I	0,0	3819,12	18184,34	10926,08	2,86	> 1,1 (OK)
Kombinasi II	0,25	4069,12	18230,50	13688,29	3,36	> 1,1 (OK)
Kombinasi III	0,4	5260,26	18230,50	15330,88	2,91	> 1,1 (OK)
Kombinasi IV	0,4	5286,02	18230,50	15330,88	2,90	> 1,1 (OK)
Kombinasi V	0,5	7369,67	16632,84	15151,71	2,06	> 1,1 (OK)

Tabel 19. Stabilitas Geser Arah Y Pada Berbagai Kombinasi Beban

Kombinasi beban	K	Ty (kN)	P (kN)	H (kN)	SF	Ket.
Kombinasi I	0,0	0,00	18184,34	10926,08	0,00	OK
Kombinasi II	0,25	115,51	18230,50	13688,29	118,50	> 1,1 (OK)
Kombinasi III	0,4	115,51	18230,50	15330,88	132,72	> 1,1 (OK)

Kombinasi IV	0,4	115,51	18230,50	15330,88	132,72	> 1,1 (OK)
Kombinasi V	0,5	4201,54	16632,84	15151,71	3,61	> 1,1 (OK)

Analisis Perhitungan Beban Kerja Pilar

Analisis pembebanan struktur menggunakan kombinasi pembebanan sesuai dengan RSNI T-02-2005. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai momen pada masing-masing kombinasi pembebanan yang ada pada Tabel 20 sebagai berikut.

Tabel 20. Rekapitulasi Kombinasi Pembebanan

Rekap beban kerja pada pilar			Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/beban	Kode	P (kN)	T _x (kN)	T _y (kN)	M _x (kN)	M _y (kN)
1	Berat sendiri	MS	22510,39				
2	Beban mati tambahan	MA	852,02				
3	Beban lajur "D"	TD	6206				
4	Gaya rem	TB		500		5615	
5	Beban angin	EW	92,33	32,75	260,58	165,87	2702,75
6	Beban gempa	EQ		5924,12	5924,12	48052,55	48052,55

Setelah didapatkan pembebanan, maka terdapat stabilitas guling dan geser arah X dan Y pada berbagai kombinasi seperti pada Tabel 21, Tabel 22, Tabel 23 dan Tabel 24 berikut.

Tabel 21. Stabilitas Guling Arah X Pada Berbagai Kombinasi Beban

No	Kombinasi beban	k	P (kN)	M _x (kNm)	M _p (kNm)	SF	Ket.
1	Kombinasi I	0,00	29568,41	0,00	103489,44		OK
2	Kombinasi II	0,25	29660,74	5780,87	129765,74	22,45	> 2,2 (OK!)
3	Kombinasi III	0,40	23454,74	5780,87	114928,23	19,88	> 2,2 (OK!)
4	Kombinasi IV	0,50	23454,74	48218,42	123137,39	2,55	> 2,2 (OK!)

Tabel 22. Stabilitas Guling Arah Y Pada Berbagai Kombinasi Beban

No	Kombinasi beban	k	P (kN)	M _y (kNm)	M _p (kNm)	SF	Ket.
1	Kombinasi I	0,00	29568,41	0,00	187759,40		OK
2	Kombinasi II	0,25	29660,74	2702,75	235432,12	87,11	> 2,2 (OK!)
3	Kombinasi III	0,40	23454,74	2702,75	208512,64	77,15	> 2,2 (OK!)
4	Kombinasi IV	0,50	23454,74	50755,3	223406,40	4,40	> 2,2 (OK!)

Tabel 23. Stabilitas Geser Arah X Pada Berbagai Kombinasi Beban

Kombinasi beban	K	T _x (kN)	P (kN)	H (kN)	SF	Ket.
Kombinasi I	0,0	0,00	29568,41	17055,29		OK
Kombinasi II	0,25	500	29660,74	21047,10	42,09	> 1,1 (OK)
Kombinasi III	0,4	500	23454,74	18793,03	37,59	> 1,1 (OK)
Kombinasi IV	0,5	5924,12	23454,74	20040,14	3,38	> 1,1 (OK)

Tabel 24. Stabilitas Geser Arah Y Pada Berbagai Kombinasi Beban

Kombinasi beban	K	T _y (kN)	P (kN)	H (kN)	SF	Ket.
Kombinasi I	0,0	0,00	27613,67	16015,94		OK
Kombinasi II	0,25	260,58	27706	19747,91	75,78	> 1,1 (OK)
Kombinasi III	0,4	260,58	21500	17337,94	66,54	> 1,1 (OK)
Kombinasi IV	0,5	5689,03	21500	18481,12	3,25	> 1,1 (OK)

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam perencanaan struktur jembatan Sungai Sei Tanjung yaitu pelat lantai menggunakan tulangan lentur positif D16-150 mm dengan tulangan bagi D13 - 200 mm dan tulangan lentur negatif D16-120 dengan tulangan bagi D13-150. Pelat lantai aman terhadap lendutan dan geser pons. Jumlah tendon balok girder yang digunakan ada 5 dan jumlah *strands* ada 85. Perletakan (*elastomer*) jembatan menggunakan mutu pelat baja Fy 260 Mpa, panjang 500 mm, lebar 600 mm, tebal *elastomer* 64 mm, tebal cover 7,5 mm, tebal lapisan internal 11 mm dan jumlah lapisan baja 4 buah. Untuk struktur bawah, abutment dan pilar aman terhadap guling dan geser arah memanjang maupun arah melintang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. RSNI T-12-2004. *Perencanaan struktur beton untuk jembatan*. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1725:2016. *Standar Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta : BSN.
- RSNI T-02-2005. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*. Departemen Pekerjaan Umum.
- ASTM A 416. *Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven - Wire for Prestressed Concrete*.
- Ilham, M. Noer. 2008. *Jembatan Srandakan Kulon Progo*. Yogyakarta.