

PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN PRATEGANG PROFIL I GIRDER PADA JEMBATAN LEMBAH DIENG KOTA MALANG

Alvien Saher Gaza Provanda^{1*}, Nawir Rasidi², Wahiddin³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: alvingaza100@gmail.com¹, nawir.rasidi@polinema.ac.id², wahiddin@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Jembatan Lembah Dieng Kecamatan Sukun, Kota Malang ambrol total sebelum diperbaiki, 30 April 2022. Berkaitan dengan hal tersebut, peneliti menemukan masalah yang mana terdapat gerusan dipilar yang disebabkan oleh adanya gangguan oleh pilar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil desain dan hitungan dimensi struktur jembatan serta metode pelaksanaan yang digunakan. Perencanaan jembatan berpedoman pada peraturan yakni SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, dan RSNI T-12-2004. Proses analisis dilakukan secara 2 dimensi (2D) menggunakan bantuan *software microsoft excel*. Dari perencanaan ini, Girder jembatan memiliki panjang 30 meter dengan tipe girder PCI H-170, jarak antar girder 1,85 m dengan mutu beton f_c' 40 MPa. Jenis strand yang digunakan adalah tipe 15 mm (0,6") ASTM 416-06 Grade 270. PCI-Girder memiliki tulangan utama bagian bawah, tengah, dan atas masing-masing 12D13, 8D13, dan 10D13. Pelat lantai jembatan memiliki tebal 0,2 m yang menggunakan tulangan pokok dan bagi masing-masing D16-100 dan D13-100. Trotoar jembatan memiliki dimensi lebar 1 m dengan tebal 0,2 m yang menggunakan tulangan pokok dan bagi masing-masing D10-150 dan D8-200. Tiang sandaran memiliki dimensi 0,2 m x 0,2 m x 1 m yang menggunakan tulangan D13 dengan tulangan geser D8-200 dan menggunakan pipa baja galvanis Ø 76,3 mm BJ-37. Kepala Jembatan (*Abutment*) menggunakan jenis T terbalik dengan ukuran lebar 8 x 10 m. Tinggi abutment adalah 8 m. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah metode *Launching Gantry* merupakan salah satu metode yang dapat dilaksanakan untuk jenis jembatan beton prategang.

Kata kunci : Jembatan, Beton Prategang, Abutment, PCI Girder.

ABSTRACT

On April 30th, 2022 Lembah Dieng Bridge which located at Sukun District, Malang was completely collapsed before being repaired. Previous study found that there was scouring in the pillars. This research aims to find out the alternative design results and dimensional calculations of the bridge structure and the implementation method that will be used. The references of the bridge design are SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, and RSNI T-12-2004. The analysis process was carried out in 2 dimensions (2D) by using Microsoft Excel software. The result shows that, the bridge girder has a length of 30 meters with girder type PCI H-170 and the distance between girders was 1,85 m with concrete strength (f_c') 40 MPa. The type of strand were 15 mm (0,6"), ASTM 416-06, Grade 270. The PCI-Girder has bottom, middle, and top main reinforcement of 12D13, 8D13, and 10D13 respectively. The bridge floor slab was 0,2 m thick using D16-100 and D13-100 main and distribution bars respectively. The bridge sidewalk has a dimension of 1 m wide with a thickness of 0,2 m which used main reinforcement and distribution bars D10-150 and D8-200 respectively. The barrier has dimensions of 0,2 m x 0,2 m x 1 m which used 4D8 reinforcement with D8-200 shear reinforcement and used galvanized steel pipe Ø 76,3 mm BJ-37. The bridge head (abutment) used an inverted T type with a width of 8 x 10 m, while The abutment height was 8 m. The implementation method used was the Launching Gantry method, which is one of the methods that can be implemented for prestressed concrete bridges.

Keywords : Bridge, Prestressed Concrete, Abutment, PCI Girder.

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah struktur yang digunakan untuk menghubungkan dua jalan yang dilintasi rintangan dengan permukaan yang lebih rendah. Kerusakan pada konstruksi jembatan dapat mengganggu kelancaran perputaran roda perekonomian dan menimbulkan kecelakaan di kalangan masyarakat. Disamping itu daya rusak aliran sungai saat ini cenderung semakin mengerikan. Derasnya aliran sungai ini telah merusak banyak pekerjaan infrastruktur seperti tanggul, tebing sungai, abutmen jembatan, pilar jembatan, dll. Jembatan Lembah Dieng di Kecamatan Sukun, Kota Malang ambruk total sebelum diperbaiki pada hari Sabtu 30 April 2022. Berkaitan dengan hal tersebut, peneliti menemukan masalah yang mana terdapat gerusan dipilar yang disebabkan oleh adanya gangguan oleh pilar. Pada tugas akhir ini, jembatan yang direncanakan penulis akan memiliki bentang 30 meter dan lebar 9 meter dan konstruksi jembatan yang direncanakan penulis akan menggunakan konstruksi beton prategang profil I tanpa pilar. dengan meniadakan pilar pada desain bertujuan menghindari terjadinya *scouring*. Struktur jembatan beton prategang ini digunakan karena memiliki sistem kesetimbangan pada tegangan dalam (tarik pada baja dan tekan pada beton yang akan meningkatkan kemampuan beton dalam menahan beban eksternal. (Supriyadi Bambang & Agus Setyo Muntohar, 2007).

2. METODE

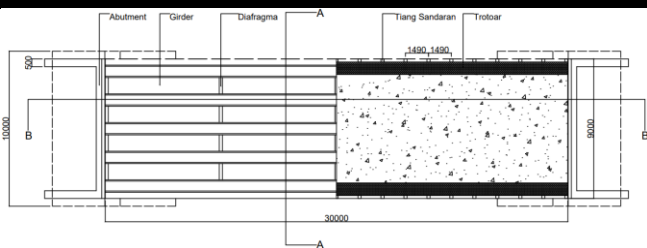
Dalam merencanakan sebuah jembatan, hal utama yang harus dilakukan ialah menentukan konsep jembatan. Secara umum, penentuan konsep jembatan didasarkan pada beberapa kategori. Penentuan Panjang bentang jembatan dapat ditentukan melalui jenis struktur yang ditentukan oleh Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010. Perencanaan ini akan menggunakan lebar minimum yang disyaratkan untuk jembatan lalu lintas 2 jalur, yaitu 7 meter sesuai dengan kelas jalan yang mengacu pada Peraturan Pemerintah No.34 tahun 2006. Di kedua sisi jalur lalu lintas, trotoar disediakan sebagai fasilitas bagi pejalan kaki dan petugas pemeliharaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

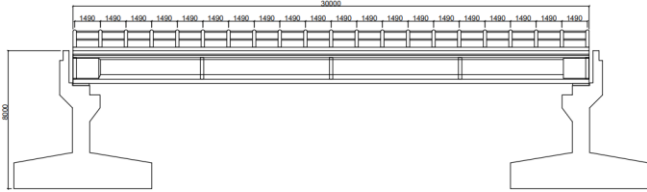
Perancangan jembatan Lembah Dieng menggunakan konstruksi beton prategang tipe PCI Girder H-170 berdasarkan katalog milik WIKA Beton, untuk dimensi girder rencana yang akan dipasangkan pada panjang bentang 30 meter dan lebar total jembatan 9 meter. Pelat lantai jembatan memiliki tebal 0,2 m yang menggunakan tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D16-100 dan D13-100. Trotoar jembatan memiliki dimensi lebar 1 m dengan tebal 0,2 m yang menggunakan tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D10-150 dan D8-200. Tiang sandaran

dengan lebar minimum 1 m sesuai 07/SE/M/2015. Penampang girder pada skripsi ini menggunakan produk dari WIKA Beton dengan mutu beton 40 Mpa. Untuk bentang 30 m dalam katalog WIKA Beton, penampang PCI-Girder yang dapat digunakan yaitu H-170. Metode perencanaan adalah urutan kerja perhitungan desain untuk mencapai hasil perencanaan jembatan. Dalam perencanaan jembatan Lembah Dieng Kota Malang, literatur yang digunakan adalah sebagai berikut. SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, dan RSNI T-12-2004. Kemudian dari data tersebut diolah untuk menentukan *preliminary design*. Kemudian dilanjutkan dengan analisa struktur jembatan menggunakan microsoft excel dimulai dari perencanaan girder, perencanaan pelat lantai kendaraan, perencanaan trotoar, perencanaan sandaran, dan perencanaan *abutment*. Setelah diketahui hasil dari analisa struktur. Kemudian dilanjutkan dengan kontrol struktur : kontrol terhadap tegangan diatur sesuai dengan tegangan izin, kontrol lendutan, besarnya defleksi ke atas dan ke bawah harus diperiksa dan dibatasi agar tidak melampaui batas yang diizinkan. Lendutan beban yang direncanakan untuk daya layan jembatan tidak melebihi 1/250 bentang. Berdasarkan Ilham (2008), nilai momen ultimit tidak boleh melebihi nilai kapasitas momen nominal, $M_u < M_n$. Abutment harus mampu menahan gaya luar yang dapat mengakibatkan guling dan geser pada abutment itu sendiri, maka Momen total akibat gaya luar harus dilawan oleh momen penahan guling. Maka faktor aman terhadap penggulingan ≥ 2 , sedangkan faktor aman terhadap geser $\geq 1,5$. Jika kontrol tidak didapatkan hasil yang sesuai maka dilakukan peninjauan kembali terhadap desain awal yang direncanakan, apabila kontrol didapatkan hasil yang sesuai maka tahap perencanaan dapat dilanjutkan ke tahap penggambaran sesuai hasil perhitungan dan perencanaan, meliputi: gambar tampak jembatan, gambar potongan jembatan, gambar detail penulangan. Kemudian dilanjutkan ke tahap metode pelaksanaan hingga penyusunan laporan selesai.

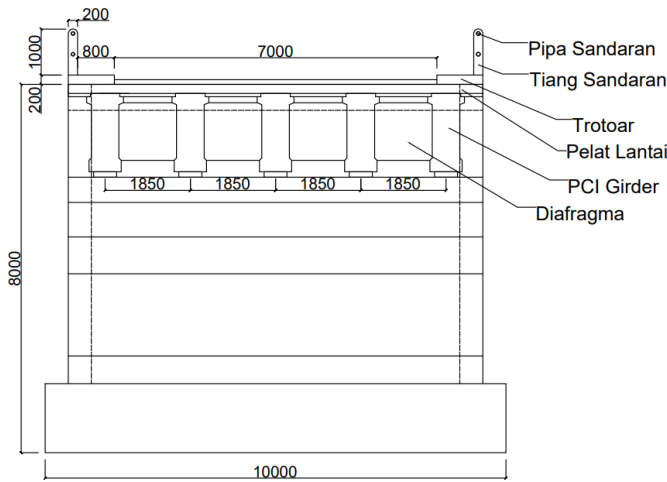
memiliki dimensi 0,2 m x 0,2 m x 1 m yang menggunakan tulangan D13 dengan tulangan geser D8-200 dan menggunakan pipa baja galvanis Ø 76,3 mm BJ-37. hal ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Tampak Atas Jembatan
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 2 Potongan B-B Memanjang Jembatan
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 3 Potongan A-A Melintang Jembatan
Sumber: Hasil Analisis

Untuk baja prategang yang direncanakan berdasarkan katalog OVM Prestressing System, digunakan jenis strand 15 mm (0.6") ASTM A416 Grade 270. Sehingga untuk tata letak dan lintasan tendon dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Lintasan Tendon

Jarak X (m)	Trace Zo (m)	Posisi masing-masing kabel			
		Z1 (m)	Z2 (m)	Z3 (m)	Z4 (m)
0	0,826	0,3500	0,6674	0,985	1,302
1	0,739	0,318	0,594	0,871	1,160
2	0,658	0,288	0,526	0,765	1,028
3	0,583	0,260	0,463	0,666	0,905
4	0,514	0,234	0,405	0,576	0,793
5	0,450	0,211	0,352	0,493	0,690
6	0,393	0,190	0,304	0,419	0,597
7	0,342	0,171	0,261	0,352	0,513
8	0,297	0,154	0,224	0,293	0,440
9	0,258	0,140	0,191	0,242	0,376
10	0,225	0,128	0,163	0,198	0,322
11	0,198	0,118	0,140	0,163	0,278
12	0,177	0,110	0,123	0,135	0,244
13	0,162	0,104	0,110	0,116	0,220
14	0,153	0,101	0,103	0,104	0,205
15	0,150	0,100	0,100	0,100	0,200

Sumber: Hasil Analisis

Dari perhitungan setiap faktor yang mempengaruhi kehilangan tegangan, kehilangan gaya prategang dapat ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Kehilangan Gaya Prategang

Kehilangan gaya prategang		kN	% UTS
Pj	Akibat jacking	7398.219	70.95%
Po	Akibat gesekan ankur	7176.273	68.82%
Px	Akibat gesekan kabel	6623.289	63.51%
Pi	Akibat relaksasi tendon	6300.996	60.42%
Peff	Gaya efektif	5732.941	54.98%
Kehilangan Gaya Prategang Total			22,51%

Sumber: Hasil Analisis

Lendutan yang terjadi pada balok

Lendutan balok prategang dibagi menjadi dua bagian lendutan yaitu lendutan balok sebelum komposit dan lendutan balok setelah menjadi komposit seperti yang ditunjukkan pada tabel 3. sebagai contoh, kontrol lendutan ekstrem 1 sebagai kombinasi dengan nilai terbesar.

Tabel 3 Kontrol Lendutan Ekstrem 1

Lendutan	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ	Ekstrem 1	Keterangan
δ (m)	0,025	0,004	0,001	-0,029	0,020	0,0004			0,024	0,026	AMAN

Sumber: Hasil Analisis

Lendutan pada balok sebelum komposit terbilang aman dikarenakan memiliki angka lendutan lebih kecil dari lendutan yang diisyaratkan yaitu $L/250$. Pada lendutan balok setelah komposit ditinjau kembali pada kombinasi pembebanan yang bekerja. Setelah dilakukan kontrol lendutan yang terjadi setelah prestress girder komposit terhadap kombinasi pembebanan, didapat hasil lendutan yang terjadi lebih kecil dari lendutan yang diisyaratkan yaitu $L/250$, maka balok tersebut aman digunakan.

Kontrol Kombinasi Momen Ultimit

Pada momen ultimit dihitung menggunakan faktor beban dikalikan momen beban yang bekerja dan dikombinasikan terhadap pembebanan sesuai SNI 1725:2016. dapat dilihat pada tabel 4. Sebagai contoh kontrol momen ultimit kuat 1 sebagai kombinasi dengan nilai terbesar.

Tabel 4 Kontrol Momen Ultimit Kombinasi Kuat 1

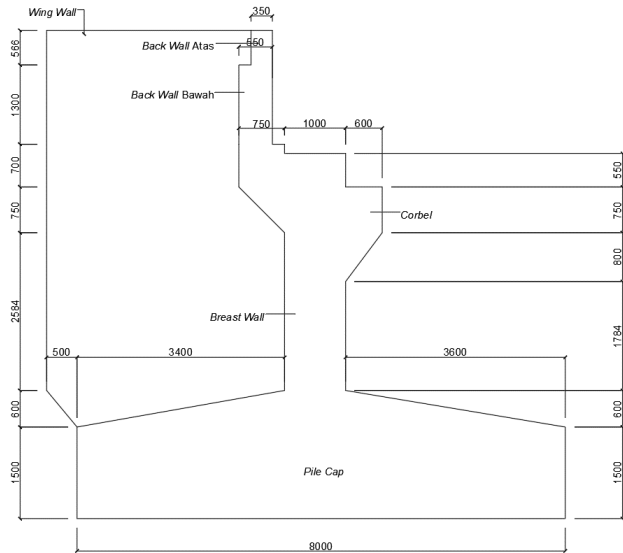
Momen M (kNm)	3375,593	559,856	455,000	-5772,105	2824,950	41,084	542,928	38,924	3295,939	Kuat 1	Keterangan
Faktor K	1,2	2	0,5	0,5	1,8	1,8	1,2	0	0		
Momen Ultimit	MS	MA	SR	PR	TD	TB	ET	EW	EQ		
M_u	4050,712	1119,713	227,500	-2886,052	5084,910	73,951	651,514			8322,247	AMAN

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil perhitungan pada tabel diperoleh kombinasi momen ultimit yang terjadi lebih kecil dari kapasitas momen nominal, maka aman terhadap momen ultimit.

Bentuk struktur kepala jembatan pada perencanaan jembatan lembah dieng kota malang menggunakan tipe T terbalik. Bagian-bagian dari abutment tersebut antara lain Breast wall, Back wall, Corbel, Wing wall dan Pile cap. Abutment jembatan Lembah Dieng Kota Malang dirancang memiliki ukuran yang sama di kedua sisi jembatan

Adapun dimensi untuk masing- bagian dapat dilihat pada gamabr dan tabel di bawah ini.



Gambar 4 Kepala Jembatan

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 5 Dimensi Struktur Abutment

Notasi	(m)	Notasi	(m)
h_1	0,57	b_1	0,35
h_2	1,30	b_2	0,55
h_3	0,70	b_3	0,75
h_4	0,75		
h_5	0,75	b_5	0,60
h_6	0,80		
h_7	5,98	b_7	1,00
h_8	0,60	b_8	3,40
h_9	0,60	b_9	3,60
h_{10}	1,50	b_{10}	0,50
h_{11}	1,50	h_w	
c	2,58	B_x	8,00
d	1,78	B_y	10

Sumber: Hasil Analisis

Kombinasi beban yang digunakan pada tepi pile cap abutment adalah kombinasi ekstrem yang mempertimbangkan gaya gempa dan kombinasi daya layan. Hal ini dikarenakan tepi pile cap direncanakan dalam kondisi elastik atau tidak boleh mengalami kegagalan sama sekali. Perhitungan untuk masing- masing kombinasi beban dapat dilihat pada rekap tabel di bawah ini.

Tabel 6 Rekap Kombinasi Beban Ultimit

No	Kombinasi	P_u (kN)	T_{ux} (kN)	T_{uy} (kN)	M_{ux} (kNm)	M_{uy} (kNm)
1	Kuat 1	18791,845	5287,025	0,000	3752,072	0,000
2	Kuat 2	18369,845	5275,465	0,000	3701,792	0,000
3	Kuat 3	16955,917	5235,005	2,367	3519,504	18,756
4	Kuat 4	16892,845	5235,005	0,000	3525,812	0,000
5	Kuat 5	16937,896	5235,005	1,691	3521,306	13,397
6	Ekstrem 1	17209,345	9032,584	1999,642	22258,328	9158,639
7	Ekstrem 2	16892,845	5224,880	0,000	3465,224	0,000
8	Layan 1	13844,626	4351,345	1,691	4188,873	13,397
9	Layan 2	14116,075	4360,015	0,000	4231,089	0,000
10	Layan 3	13588,575	4345,565	0,000	4168,239	0,000

11	Layan 4	12776,111	4322,445	1,184	4064,525	9,378
----	---------	-----------	----------	-------	----------	-------

Sumber: Hasil Analisis

Abutment harus mampu menahan gaya luar yang dapat mengakibatkan guling dan geser pada abutment itu sendiri. Momen total akibat gaya luar harus dilawan oleh momen penahan guling. Adapun hasil stabilitas terhadap guling dan geser abutment dapat dilihat pada contoh sebagai berikut.

Kontrol Stabilitas Guling

Stabilitas Guling Arah X

Contoh perhitungan pada kombinasi kuat 1 :

$$P = 18791,845 \text{ kN}$$

$$M_x = 3752,072 \text{ kNm}$$

Letak titik guling A terhadap pusat fondasi :

$$B_x/2 = 8/2 = 4 \text{ m}$$

Momen penahan guling

$$M_{px} = P \cdot (B_x/2)$$

$$= 18791,845 \cdot (8/2)$$

$$= 75167,378 \text{ kNm}$$

Faktor aman terhadap guling

$$SF = M_{px}/M_x \geq 2$$

$$= 75167,378 / 3752,072 \geq 2$$

$$= 20,034 \geq 2 \text{ (AMAN)}$$

Stabilitas Guling Arah Y

Contoh perhitungan pada kombinasi Ekstrem 1 :

$$P = 17209,345 \text{ kN}$$

$$M_y = 9158,639 \text{ kNm}$$

Letak titik guling A terhadap pusat fondasi :

$$B_y/2 = 10/2 = 5 \text{ m}$$

Momen penahan guling

$$M_{py} = P \cdot (B_y/2)$$

$$= 17209,345 \cdot (10/2)$$

$$= 86046,723 \text{ kNm}$$

Faktor aman terhadap guling

$$SF = M_{py}/M_y \geq 2$$

$$= 86046,723 / 9158,639 \geq 2$$

$$= 9,395 \geq 2 \text{ (AMAN)}$$

Dari contoh persamaan diatas dapat ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 7 Stabilitas Guling Arah X

No	Kombinasi	P (kN)	M _x (kNm)	M _{px} (kNm)	SF	Keterangan
1	Kuat 1	18791,845	3752,072	75167,378	20,034	AMAN
2	Kuat 2	18369,845	3701,792	73479,378	19,850	AMAN
3	Kuat 3	16955,917	3519,504	67823,666	19,271	AMAN
4	Kuat 4	16892,845	3525,812	67571,378	19,165	AMAN
5	Kuat 5	16937,896	3521,306	67751,584	19,240	AMAN
6	Ekstrem 1	17209,345	22258,328	68837,378	3,093	AMAN
7	Ekstrem 2	16892,845	3465,224	67571,378	19,500	AMAN
8	Layan 1	13844,626	4188,873	55378,505	13,220	AMAN
9	Layan 2	14116,075	4231,089	56464,299	13,345	AMAN
10	Layan 3	13588,575	4168,239	54354,299	13,040	AMAN
11	Layan 4	12776,111	4064,525	51104,443	12,573	AMAN

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 8 Stabilitas Guling Arah Y

No	Kombinasi	P (kN)	M _y (kNm)	M _{py} (kNm)	SF	Keterangan
1	Kuat 1	18791,845	0,000	93959,223	-	-
2	Kuat 2	18369,845	0,000	91849,223	-	-
3	Kuat 3	16955,917	18,756	84779,583	4520,118	AMAN
4	Kuat 4	16892,845	0,000	84464,223	-	-
5	Kuat 5	16937,896	13,397	84689,480	6321,439	AMAN
6	Ekstrem 1	17209,345	9158,639	86046,723	9,395	AMAN
7	Ekstrem 2	16892,845	0,000	84464,223	-	-
8	Layan 1	13844,626	13,397	69223,131	5166,991	AMAN

9	Layan 2	14116,075	0,000	70580,374	-	-
10	Layan 3	13588,575	0,000	67942,874	-	-
11	Layan 4	12776,111	9,378	63880,554	6811,725	AMAN

Sumber: Hasil Analisis

Pada stabilitas guling arah Y pada kombinasi kuat 1, kuat 2, kuat 4, ekstrem 2, layan 2 dan layan 3 tidak diketahui karena nilai momen penyebab guling arah y didapatkan nilai 0.

Kontrol Stabilitas Geser

Stabilitas Geser Arah X

Contoh perhitungan pada kombinasi Ekstrem 1 :

$$P = 17209,345 \text{ kN}$$

$$T_x = 9032,584 \text{ kNm}$$

Gaya penahan geser,

$$H = C \cdot B_x \cdot B_y + P \cdot \tan \phi$$

$$= 36 \cdot 8 \cdot 10 + 17209,345 \cdot \tan 32$$

$$= 13633,592 \text{ kN}$$

Faktor aman terhadap geser

$$SF = H/T_x$$

$$= 13633,592/9032,584$$

$$= 1,509 \geq 1,5$$

Stabilitas Geser Arah Y

Contoh perhitungan pada kombinasi Ekstrem 1 :

$$P = 17209,345 \text{ kN}$$

$$T_y = 1999,642 \text{ kNm}$$

Gaya penahan geser,

$$H = C \cdot B_x \cdot B_y + P \cdot \tan \phi$$

$$= 36 \cdot 8 \cdot 10 + 17209,345 \cdot \tan 32$$

$$= 13633,592 \text{ kN}$$

Faktor aman terhadap geser

$$SF = H/T_y$$

$$= 13633,592/1999,642$$

$$= 6,818 \geq 1,5$$

Dari contoh persamaan diatas dapat ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 9 Stabilitas Geser Arah X

No	Kombinasi	T _x (kN)	P (kN)	H (kN)	SF	Keterangan
1	Kuat 1	5287,025	18791,845	14622,448	2,766	AMAN
2	Kuat 2	5275,465	18369,845	14358,753	2,722	AMAN
3	Kuat 3	5235,005	16955,917	13475,233	2,574	AMAN
4	Kuat 4	5235,005	16892,845	13435,821	2,567	AMAN
5	Kuat 5	5235,005	16937,896	13463,972	2,572	AMAN
6	Ekstrem 1	9032,584	17209,345	13633,592	1,509	AMAN
7	Ekstrem 2	5224,880	16892,845	13435,821	2,572	AMAN
8	Layan 1	4351,345	13844,626	11531,083	2,650	AMAN
9	Layan 2	4360,015	14116,075	11700,702	2,684	AMAN
10	Layan 3	4345,565	13588,575	11371,084	2,617	AMAN
11	Layan 4	4322,445	12776,111	10863,400	2,513	AMAN

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 10 Stabilitas Geser Arah Y

No	Kombinasi	T _y (kN)	P (kN)	H (kN)	SF	Keterangan
1	Kuat 1	0,000	18791,845	14622,448	-	-
2	Kuat 2	0,000	18369,845	14358,753	-	-
3	Kuat 3	2,367	16955,917	13475,233	5691,912	AMAN
4	Kuat 4	0,000	16892,845	13435,821	-	-
5	Kuat 5	1,691	16937,896	13463,972	7962,018	AMAN
6	Ekstrem 1	1999,642	17209,345	13633,592	6,818	AMAN
7	Ekstrem 2	0,000	16892,845	13435,821	-	-
8	Layan 1	1,691	13844,626	11531,083	6818,989	AMAN

9	Layan 2	0,000	14116,075	11700,702	-	-
10	Layan 3	0,000	13588,575	11371,084	-	-
11	Layan 4	1,184	12776,111	10863,400	9177,358	AMAN

Sumber: Hasil Analisis

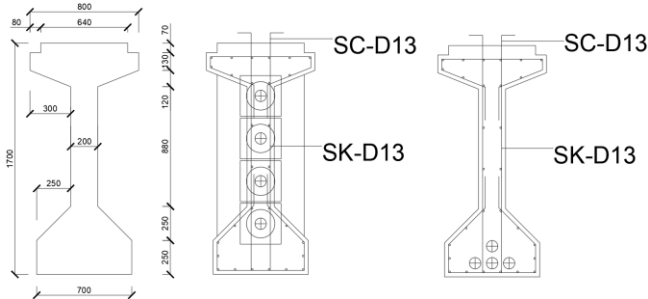
Pada stabilitas geser arah Y pada kombinasi kuat 1, kuat 2, kuat 4, ekstrem 2, layan 2 dan layan 3 tidak diketahui karena nilai gaya penyebab geser arah y didapatkan nilai 0.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, diperoleh hasil perhitungan struktur dan metode pelaksanaan jembatan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain struktur yang digunakan :

- Girder jembatan memiliki panjang 30 meter. Gelagar yang digunakan adalah tipe girder PCI H-170 dengan jarak antar girder 1,85 m dengan mutu beton $f_c' = 40$ MPa. Dengan detail ukuran dimensi penampang girder rencana yang akan dipasangkan, dapat dilihat pada gambar.



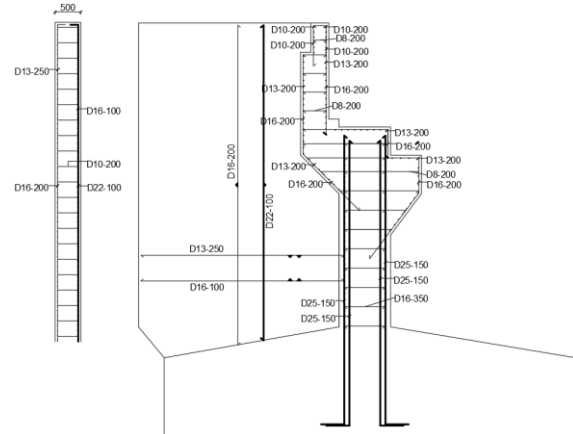
Gambar 5 Dimensi Penampang Girder PCI H-170

Sumber: Hasil Analisis

Serta dipasang diafragma dengan jumlah 5 buah disetiap balok girder. Pada setiap girder digunakan 4 tendon dengan komposisi satu tendon berisi 10 strands. Jenis strand yang digunakan adalah tipe 15 mm (0,6”) ASTM 416-06 Grade 270. PCI-Girder memiliki tulangan utama bagian bawah 12D13, tulangan utama bagian tengah 8D13, tulangan utama bagian atas 10D13, tulangan geser D13, tulangan shear conector D13.

- Pelat lantai jembatan memiliki tebal 0,2 m yang menggunakan tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D16-100 dan D13-100. Trotoar jembatan memiliki dimensi lebar 1 m dengan tebal 0,2 m yang menggunakan tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D10-150 dan D8-200. Tiang sandaran memiliki dimensi 0,2 m x 0,2 m x 1 m yang menggunakan tulangan D13 dengan tulangan geser D8-200 dan menggunakan pipa baja galvanis Ø 76,3 mm BJ-37. Diafragma jembatan dengan dimensi 1,65 m x 1,25 m x 0,2 m dengan tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing 4D19 dan 6D13 dengan tulangan geser D8-200.
- Kepala Jembatan (*Abutment*) menggunakan jenis T terbalik dengan ukuran lebar 8 x 10 m. Tinggi abutment

adalah 8 m. Dengan detail ukuran dimensi *abutment* rencana yang akan digunakan, dapat dilihat pada gambar.



Gambar 6 Dimensi Penampang Abutment

Sumber: Hasil Analisis

Back Wall Atas memiliki tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D10-200. *Back Wall* Bawah memiliki tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D16-200 dan D13-200. *Breast Wall* memiliki tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D25-150 dengan tulangan geser D16-350. *Corbel* memiliki tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D16-200 dan D13-200. *Wing Wall* arah Vertikal memiliki tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D22-100 dan D16-150 dengan tulangan geser D13-400. *Wing Wall* arah Horisontal memiliki tulangan pokok dan tulangan bagi masing-masing D16-100 dan D13-250.

2. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah metode *Launching Gantry* merupakan salah satu metode yang dapat dilaksanakan untuk jenis jembatan beton pratekan. Pemilihan metode *launcing gantry* dilakukan berdasarkan beberapa faktor seperti kondisi geografis dan didukung dengan keberadaan SDM yang sanggup menangani permasalahan konstruksi-konstruksinya. Oleh karena itu diperlukan tenaga ahli serta serta kelengkapan alat yang memadai untuk pelaksanaan metode *launcing gantry*. Pemasangan girder menggunakan *launcher* mutunya lebih terjamin karena pengangkatannya secara mekanis, tidak melibatkan banyak orang sehingga girder tidak beresiko patah atau terguling karena human error.
3. Perencanaan Jembatan Lembah Dieng Kota Malang dengan panjang total 30 meter dan lebar 9 meter yang direncanakan tanpa menggunakan pilar dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amran, H. (2021). Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan Plat Lantai Pada Pembangunan Jembatan Tanjung Barangan Kota Palembang. *Tinjauan Pelaksanaan Pekerjaan Plat Lantai Pada Pembangunan Jembatan Tanjung Barangan Kota Palembang.*
- [2] Gilbert, R. I., Mickleborough, N. C., & Ranzi, G. (2017). Design of prestressed concrete to Eurocode 2. CRC Press.
- [3] Hamsyah, A. (2019). *Perencanaan Ulang Struktur Atas Menggunakan Box Girder Pada Ruas Jembatan Sringoco-Pantai Balekambang Kecamatan Bantur Kabupaten Malang* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- [4] Hidayat, M. T. (2021). Perancangan Jembatan Kiringan Dengan Gelagar Baja Berdasarkan Sni 1725-2016 Dan SNI 2833-2016.
- [5] Ilham, M. N. (2008). Perhitungan Balok Prategang (PCI-GIRDER) Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta.
- [6] Ilham, M. N. (2008). Perhitungan Slab Lantai Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta.
- [7] Ilham, M. N. (2008). Analisis Beban Abutment Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta.
- [8] Ilham, M. N. (2008). Analisis Beban Abutment Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta.
- [9] Ilham, M. N. (2008). Analisis Kekuatan Abutment Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta.
- [10] Kristanto, R. (2012). Perencanaan Ulang Jembatan Sardjito II Dengan Struktur Gelagar Pelat Baja.
- [11] Kurniawan, E. (2017). Proyek Pembangunan Jembatan Sendang Kecamatan Beringin Kabupaten Semarang.
- [12] Lin, T. Y., & Burns, N. H. (1981). Design of prestressed concrete structures.
- [13] Manual, B. D. (2014). 3rd Edition, Second Release, August 2014.
- [14] Musarrafah, N., Warsito, W., & Suprpto, B. (2020). Perencanaan Dinding Penahan Tanah di Area Apartemen Begawan Tlogomas Kota Malang Ditinjau dari Segi Biaya. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 8(8), 654-665.
- [15] Nasional, B. S. (2016). SNI 1725: 2016 Pembebanan untuk jembatan. *Jakarta: BSN.*
- [16] Nasional, B. S. (2016). SNI 2833: 2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.*
- [17] Nasional, B. S. (2004). *Perencanaan struktur beton untuk jembatan.* RSNI T-12-2004. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- [18] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- [19] OVM 2018, OVM Prestressing System, Liuzhou OVM Machinery C.,Ltd. Guangxi.
- [20] PT. Wijaya Karya (WIKABETON), 2017. product. [Online] Available at: <https://www.wika-beton.co.id/download-brosur/product> [Diakses Oktober 2019].
- [21] Rahmatulloh, E. P., & Wahiddin. (2021). PERENCANAAN ULANG STRUKTUR JEMBATAN PRESTRESSED PADA JEMBATAN SENGKALING KABUPATEN MALANG. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK).*
- [22] Rahmawati, R. (2017). Biaya dan Waktu Pekerjaan Erection Girder dengan Metode Launcher pada Bentang Tengah Proyek Pembangunan Jembatan Mastrip Surabaya. Tugas Akhir Terapan.
- [23] Rizkia, S. R. (2017). Analisis Perbandingan Kehilangan Prategang Akibat Metode Stressing Satu Arah dan Dua Arah Pada Jembatan Beton Prategang.
- [24] Savero, D. R., & Utoyo, S. (2021). Perencanaan Ulang Struktur Atas Pada Flyover Teluk Lamong Menggunakan I-GIRDER. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(1), 85-89.
- [25] Soetoyo, I. (2002). Konstruksi Beton Pratekan. Surabaya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh November.
- [26] Sosrodarsono, I. S., Kazuto, N., & Taulu, I. L. (2000). Mekanika Tanah & Teknik Pondasi.
- [27] SUSENO, R. (2023). Perancangan Ulang Jembatan Bae-Besito (Karangsambung) Dengan Pci-Girder (Redesign Of Bae-Besito (Karangsambung) Bridge With Pci-Girder).
- [28] Umum, K. P. (2010). Perencanaan Teknik Jembatan. Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik, Jakarta.
- [29] Umum, K. P., & Rakyat, P. (2015). Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan.
- [30] Umum, K. P. (2006). Peraturan Pemerintah No 34 Tahun 2006 tentang Jalan.