

EVALUASI STRUKTUR ATAS JEMBATAN *PRECAST CONCRETE-I GIRDER* (STUDI KASUS: TOL CISUMDAWU FASE 2)

ULYA ILMI AZHARA¹, BADRIANA NURANITA².

1. Mahasiswa, institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen, institut Teknologi Nasional Bandung
- Email: ulyailmi411@gmail.com

ABSTRAK

Seiring waktu manusia membutuhkan pembangunan infrastruktur yang efisien dan efektif dalam menunjang mobilisasi. Salah satu Infrastruktur untuk menunjang hal tersebut adalah pembangunan BIJB Kertajati. Tol Cisumdawu merupakan bagian proyek pembangunan Trans Jawa yang menyambungkan tol Cikampek-Purwakarta-Padalarang-Cileunyi dengan tol dari arah utara Cikampek-Palimanan. Jembatan Cinapel merupakan salah satu jembatan beton prategang pada proyek jalan tol Cisumdawu. Jembatan Cinapel ini memiliki panjang 478 m dengan 10 segmen. Konstruksi bangunan struktur atas yang digunakan adalah tipe Precast Concrete I. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan nilai lendutan sebesar 34,385 mm lalu rasio tegangan sebesar 0,566 dan berat girder sebesar 4849,232 kN. Dilihat dari nilai lendutan maupun rasio tegangan, jembatan ini memenuhi kriteria dari segi faktor kekuatan (rasio tegangan) maupun dari segi faktor kekakuan (lendutan).

Kata kunci: Tol Cisumdawu, Jembatan Beton Prategang, Precast Concrete-I Girder.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan kemajuan infrastruktur manusia membutuhkan sesuatu yang lebih efisien dan mudah. Adanya suatu pembangunan yang dilakukan dapat berpengaruh terhadap aspek-aspek kehidupan yang ada di dalam lingkungan masyarakat. Pembangunan Bandara Internasional Jawa Barat (BIJB) Kertajati di Kabupaten Majalengka dan pembangunan pelabuhan di Cirebon merupakan perkembangan kemajuan infrastruktur. Jalan Tol Cisumdawu merupakan bagian dari proyek pembangunan Trans Jawa yang menyambungkan tol Cikampek – Purwakarta – Padalarang - Cileunyi dengan tol dari arah Utara Cikampek - Palimanan. Jembatan Cinapel merupakan salah satu jembatan beton prategang pada proyek jalan tol Cisumdawu. Jembatan Cinapel memiliki panjang 478 meter dengan 10 segmen yang terdiri dari 2 *abutment* dan 9 pasang pilar tipe *double pier*. Konstruksi jembatan bangunan struktur atas tipe *precast concrete –I girder*.

Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi struktur atas jembatan cinapel menggunakan tipe *precast concrete –I girder* terkait kriteria kinerja jembatan jika ditinjau dari segi kekuatan (rasio tegangan) maupun segi kekakuan (lendutan).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jembatan Beton Prategang

Jembatan beton prategang atau yang dikenal dengan *Prestress Concrete Bridge* merupakan salah satu jenis jembatan dengan material konstruksi beton prategang atau beton yang berisi kabel baja dengan tujuan untuk memberikan tegangan awal berupa tegangan tarik terhadap beton akibat sifat beton yang tidak mampu menahan gaya tarik. Jembatan beton prategang terdiri dari beberapa tipe yaitu tipe I Girder (*precast concrete-I girder*), tipe T Girder (*precast concrete-T girder / Bulb Tee*), dan tipe U Girder (*precast concrete-U girder*).

2.2 Pembebanan Struktur Jembatan

Perhitungan pembebanan struktur jembatan mengacu kepada peraturan terbaru yaitu SNI 1725:2016 mengenai Pembebanan untuk Jembatan yang ditetapkan pada Tahun 2016. Pada SNI 1725:2016, pembebanan struktur jembatan digolongkan menjadi 2 yaitu beban permanen dan beban transien.

2.3 Analisis Tegangan pada Girder

Menurut RSNI-T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan, tegangan izin pada girder dibatasi sebagai berikut:

1. Tegangan izin tarik pada kondisi transfer gaya prategang selain di perletakan:

$$\sigma_{ti} \leq 0.25 \times \sqrt{f_{ci}'}$$

2. Tegangan izin tekan pada kondisi transfer gaya prategang:

$$\sigma_{ci} \leq -0.6 \times \sqrt{f_{ci}'}$$

3. Tegangan izin tarik pada kondisi batas layan:

$$\sigma_{t_{serv}} \leq 0.5 \times \sqrt{f_{c'}}$$

4. Tegangan izin tekan pada kondisi batas layan:

$$\sigma_{c_{serv}} \leq 0.5 \times \sqrt{f_{c'}}$$

2.4 Analisis Lendutan pada Girder

Lendutan yang terjadi pada girder diharapkan tidak melewati batas izin sesuai RSNI-T-12-2004. Lendutan pada girder dihitung dengan persamaan berikut:

1. Lendutan izin akibat beban permanen:

$$\delta \leq \frac{L}{250}$$

2. Lendutan izin akibat beban hidup:

$$\delta \leq \frac{L}{300}$$

3. Lendutan izin akibat beban hidup dan permanen:

$$\delta \leq \frac{L}{800}$$

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian berupa tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dalam penyusunan Tugas Akhir meliputi tahap pertama yaitu tinjauan pustaka untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan permasalahan ataupun topik yang dibahas, tahap kedua yaitu pengumpulan data sekunder berupa data *detail engineering design* dan data spesifikasi material, tahap ketiga yaitu pendefinisian data sekunder, tahap keempat yaitu melakukan pemodelan girder jembatan menggunakan *precast concrete-I*, Tahap kelima yaitu *run analysis program*, tahap keenam yaitu hasil analisis terkait rasio tegangan dan lendutan girder, tahap ketujuh yaitu kesimpulan terkait hasil analisis.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembebanan Jembatan

Berdasarkan SNI 1725:2016 tentang pembebanan jembatan, analisis perhitungan pembebanan disesuaikan dengan kondisi pada pemodelan sehingga hasil perhitungan pembebanan dapat diaplikasikan pada pemodelan. Perhitungan pembebanan yang bekerja pada struktur jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 dikelompokkan menjadi 2, yaitu beban permanen dan beban transien.

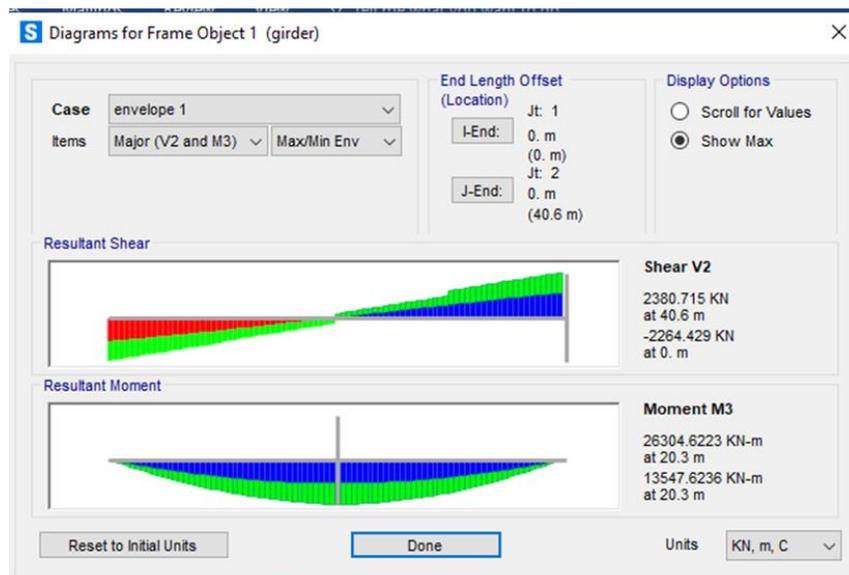
Tabel 1. Perhitungan Beban Permanen

No.	Jenis	Lebar [m]	Tebal [m]	BJ [kN/m ³]	Q [kN/m]
1	Aspal	2	0.05	22	2.200
2	Air Hujan	2	0.1	9.8	1.960
3	Diafragma				1.995
4	Pelat	2	0.25	25	12.500
5	Deck plate	1.3	0.07	25	2.275
$\Sigma(QMA)$					20.930

Berdasarkan **Tabel 1.** Terkait hasil perhitungan beban permanen didapatkan sebesar 20,930 kN/m.

4.2 Hasil Analisis Gaya Dalam

Hasil analisis perhitungan gaya dalam oleh software struktur pada model girder, antara lain beban mati yang terdiri dari beban mati sendiri dan beban mati tambahan, beban lalu lintas yang terdiri dari beban lajur "D", dan beban truk "T", serta beban akibat gaya rem. Adapun gaya dalam beban yang telah ditetapkan tersebut diperlihatkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Gaya Dalam Akibat Kombinasi Pembebanan *Envelope*

Berdasarkan Gambar 2. mengenai diagram gaya dalam akibat kombinasi pembebanan didapatkan nilai gaya geser sebesar 2380,715 kN dan momen sebesar 26304,6223 kN.

Tabel 2. Rekapitulasi Gaya Geser dan Momen Ultimate Akibat Kombinasi *Envelope*

Station	OutputCase	StepType	P	V2	M3
[m]	Text	Text	[KN]	[KN]	[KNm]
40.6	ENVELOPE	Max	0	2380.715	-1.64E-12
20.3	ENVELOPE	Max	0	210.873	26304.6223
1.933	ENVELOPE	Max	0	-1139.066	4202.3688
0	ENVELOPE	Max	101.25	-1242.226	2.641E-12

4.3 Pemeriksaan Tegangan pada Girder

Pemeriksaan tegangan yang terjadi pada girder PC-I dilakukan terhadap kombinasi pembebanan Layan I pada posisi serat tertekan dan Layan III pada posisi serat tertarik akibat beban. Pemeriksaan tegangan dilakukan pada beberapa kondisi, yakni kondisi transfer, masa konstruksi, dan masa layan.

Tabel 3. Perhitungan Tegangan pada Kondisi Transfer

Kondisi	Lokasi	Ppt/Ati [Mpa]	Ppt.etf/S [Mpa]	MS/S [Mpa]	MA/S [Mpa]	MLL/S [Mpa]	Total [Mpa]
Transfer	Serat atas girder	-9.82642	17.566	-10.420	-	-	-2.68134
	Serat bawah girder	-9.82642	-15.2987	9.076	-	-	-16.0494

Tabel 4. Perhitungan Tegangan pada Kondisi Konstruksi

Kondisi	Lokasi	Ppt/Atf [Mpa]	Ppt.etf/S [Mpa]	MS/S [Mpa]	MA/S [Mpa]	MLL/S [Mpa]	Total [Mpa]
Masa Konstruksi	Serat atas girder	-9.86082	17.664743	-17.282	-	-	-9.47809
	Serat bawah girder	-9.86082	-15.47459	15.13932	-	-	-10.1961

Tabel 5. Perhitungan Tegangan pada Kondisi Layan

Kondisi	Lokasi	Pef/Atf [Mpa]	Pef.etf/S [Mpa]	MS/S [Mpa]	MA/S [Mpa]	MLL/S [Mpa]	MEW/S [Mpa]	Total [Mpa]
Layan	Serat atas girder	-9.029	16.175	-17.282	-0.604	-4.255	-0.280	-15.275
	Serat bawah girder	-9.029	-14.170	15.139	1.102	6.212	-	-0.745
	Serat atas pelat	-	-	-	-0.566	-3.987	-0.263	-4.815
	Serat bawah pelat	-	-	-	-0.423	-2.983	-0.197	-3.603

4.4 Pemeriksaan Lendutan pada Girder

Pemeriksaan lendutan yang terjadi pada girder PC-I dilakukan terhadap kombinasi pembebanan Layan I. Pemeriksaan lendutan dilakukan pada beberapa kondisi yakni terhadap beban hidup saja dan terhadap beban permanen dan hidup.

Tabel 5. Perhitungan Tegangan pada Kondisi Layan

Kondisi Lendutan	Lendutan pada Tipe Girder PC-I H-210 [mm]	Lendutan Izin		Akibat Permanen dan Hidup
		Akibat Beban Permanen	Akibat Beban Hidup	
Akibat Beban Permanen	6,175	116	-	-
Akibat Beban Hidup	28,21	-	162,4	-
Akibat Beban Permanen & Hidup	34,385	-	-	50,75

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan nilai rasio tegangan pada girder tipe *precast concrete – I* sebesar 0,565, lalu untuk nilai lendutan pada girder didapatkan sebesar 34,385 mm dan berat girder sebesar 4849,232 kN. Terkait kesimpulan analisis tersebut, bahwa tipe girder *precast concrete-I* girder memenuhi kriteria perencanaan jembatan berdasarkan aspek kekakuan (rasio tegangan) maupun aspek kekuatan (lendutan).

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Official. (2022). *Standard Spesifications for Highway Bridges 17th Edition*. Washington DC.
- Aswad, A., & Y, C. (1994). *Impact of LRDF Spesification on Load Distribution pf Prestressed Concrete Beams*. *PCI Journal Volume 39*, 78-79.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan* . Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Institute., P. C. (2014). *PCI Bridge Design Manual (3th ed.)*. Chicago: Precast/Prestressed Concrete Institute.
- Budiono, B. (2019). *Perancangan Beton Prategang* . Bandung: ITB Press.
- Nawy, & E. G. (2009). *Prestressed Concrete: A Fundamental Approach (5th ed.)*. New Jersey: Pearson Education.
- Standarisasi Nasional Indonesia, 1725:2016. (2016). *Pembebanan untuk Jembatan* . Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.