

ANALISIS CONSTRUCTION STAGE PADA BENTANG P4-P5 JEMBATAN PUSDIKPO KOTA CIMAHI MENGGUNAKAN METODE BALANCED CANTILEVER

AURELYAN SHANDY HARIEN RAMADHAN¹, BERNARDINUS HERBUDIMAN²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Email : aurelyan.shandy@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Flyover Pusdikpom Cimahi dibangun untuk mengatasi kemacetan dan meningkatkan keselamatan akibat perlintasan sebidang antara jalan raya dan jalur kereta api. Pada penelitian ini dilakukan analisis struktur pada bentang P4 – P5 menggunakan beton prategang dengan sistem segmental dan metode konstruksi free balanced cantilever. Bertujuan untuk mengevaluasi perilaku struktur jembatan terhadap pembebanan sesuai SNI 1725:2016 serta menganalisis pengaruh tahapan konstruksi (construction stage) terhadap lendutan, tegangan, dan momen lentur yang terjadi. Beton prategang digunakan dengan mutu $f_c' = 40$ MPa dan baja tendon $f_y = 41$ MPa. Studi ini mencakup analisis gaya prategang, kehilangan gaya prategang, dan evaluasi tegangan maksimum di serat atas maupun bawah penampang girder. Hasil analisis menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi selama masa konstruksi tidak melewati batas tegangan izin tarik maupun tekan beton. Kehilangan gaya prategang total adalah 24,9% , yang mendekati estimasi awal sebesar 30%. Metode segmental balanced cantilever terbukti efektif dalam pengendalian momen negatif selama tahap konstruksi.

Kata kunci : Flyover, Box Girder, Beton Prategang, Construction Stage, MIDAS Civil, Segmental, Balanced Cantilever

1. PENDAHULUAN

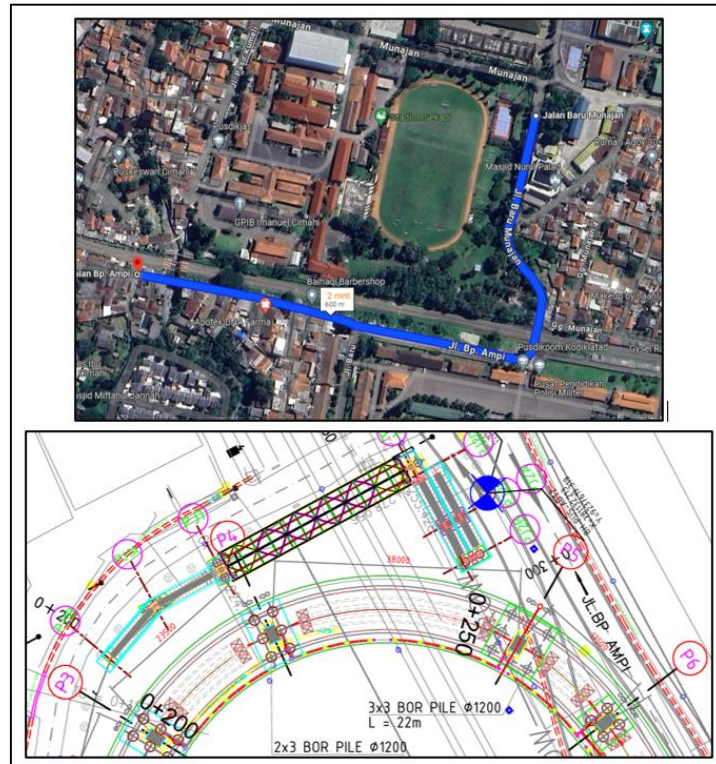
Flyover Pusdikpom Cimahi merupakan perlintasan sebidang. Dalam pembangunan jembatan perlu dilakukan analisis *construction stage* baik pada saat konstruksi maupun masa layan. Metode *balanced cantilever* dengan *box girder cast in-situ* dapat diterapkan pada bentang P4–P5 dengan panjang 38 m dan lebar 10 m.

Beton prategang dipilih karena mampu menahan beban besar, mengurangi berat struktur, dan meningkatkan efisiensi material. Metode balanced cantilever dipilih karena efektif digunakan pada bentang menengah hingga panjang, terutama pada lokasi terbatas lahan.

Tujuan utama penelitian ini adalah analisis struktur dengan mempertimbangkan *segmental construction stage* pada flyover bentang P4- P5 yang mencakup urutan, pemberian gaya prategang pada setiap *stage*, menghitung kehilangan prategang dan menghitung tegangan maksimum yang terjadi di serat atas dan serat bawah girder.

2. METODOLOGI

Lokasi penelitian flyover ini berada di Jalan Baru Munajan sampai Jalan Bp. Ampu, pusdikpom Kota Cimahi dapat dilihat pada **Gambar 1** di bawah ini :



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada struktur atas Flyover Pusdikpom Cimahi, khususnya pada bentang P4–P5 dengan panjang bentang 38 m dan lebar 10 m. Struktur yang dianalisis berupa box girder beton prategang dengan sistem segmental cast in-situ menggunakan metode konstruksi *balanced cantilever*, dengan urutan pemasangan segmen dari pier ke arah mid-span secara simetris. Sistem prategang yang digunakan adalah post-tensioned. Material yang digunakan yaitu, beton prategang dengan mutu $f_c' = 40$ MPa, baja prategang (tendon) dengan tegangan leleh $f_y = 41$ MPa. Data geometri struktur, properti material, serta tata letak tendon diperoleh dari dokumen perencanaan proyek.

Beban yang diperhitungkan mengacu pada SNI 1725:2016 meliputi beban mati, beban tambahan, beban lalu lintas (lajur D dan truk T), serta gaya rem. Pengaruh gempa, angin, dan temperatur diabaikan.

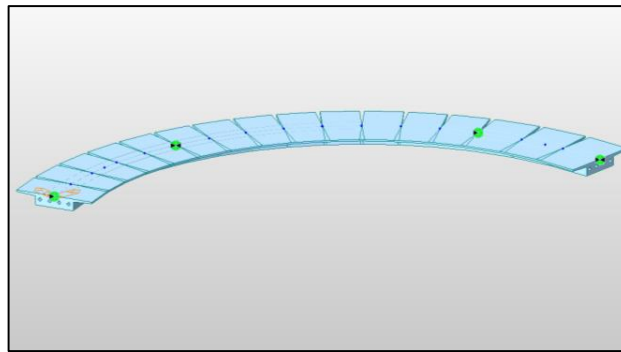
Tahapan analisis meliputi :

1. Pemodelan 3D *construction stage*
2. Pengecekan lendutan
3. Momen akibat *dead load*, gaya prategang, dan masa layan
4. Tegangan serat atas dan bawah (akibat construction stage & masa layan).

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan Struktur Atas Jembatan

Hasil Pemodelan jembatan Box Girder dilakukan menggunakan software MIDAS Civil, terkait hasil penggambaran jembatan dalam *Element* pada **Gambar 2**.



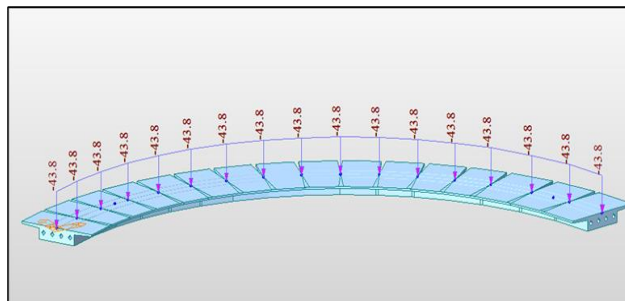
Gambar 2. Pemodelan Struktur Atas Jembatan dalam Element

3.2 Pembebanan Berdasarkan SNI 1725-2016

Beban yang diperhitungkan mengacu pada SNI 1725:2016 meliputi :

1. Berat sendiri (QMS) = 162,877 kN/m
2. Beban Mati Tambahan (QMA) = 43,766 kN/m

Input pembebanan pada *software* dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Input Beban MA

3. Beban Lalu Lintas

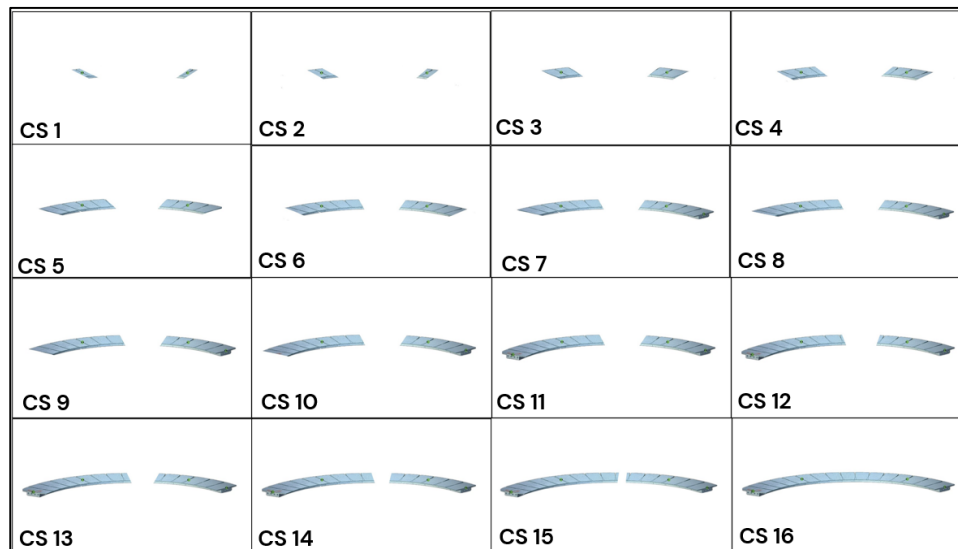
Tabel 1. Pembebanan Beban Lalu Lintas

TD		TT			TB		Beban Angin		
BTR	BGT	Roda 1	Roda 2	Roda 3	25%	5%	EWS		EWL
9,0 Kpa	477,4 kN	32,5 kN	146, 25 kN	146, 25 kN	52,25 kN	106,758 kN	Angin Tekan	20,44 kN	2,016 kN/m
8, 053 Kpa							Angin Hisap	10,22 Kn	
9,0 Kpa									

4. Gaya Akibat Prategang
 - a. Presentase tegangan leleh yang timbul pada baja = 299,92%
 - b. Gaya prestes akibat jacking = 303292 kN
5. Gaya Akibat Kehilangan Prategang
$$(1 - P_{eff}/p_j) \times 100\% = 24,9\%$$

3.4 Analisis Construction Stage

Pemodelan struktur jembatan box girder ini menggunakan *software* dengan fitur construction stage, yang menghasilkan nilai gaya dalam, deformasi, dan tegangan pada tahap pelaksanaan. Analisis *construction stage* ini secara bertahap dimulai dari segmen 1 sampai segmen 16. Pemodelan jembatan tahap pelaksanaan dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Pemodelan Construction Stage Jembatan

3.5 Momen Akibat *Dead Load*, Akibat Gaya Prategang, dan Akibat Masa Layan

Pada momen akibat *dead load* momen *negative* yang terjadi selama masa konstruksi yang disebabkan oleh bentuk kantilever selama masa konstruksi khususnya selama (CS 1-6, 8-10,12,13), sedangkan pada (CS 7,11,dan 14-16) akan mulai terbentuk momen positif karena pada masa ini mulai digabungkannya kantilever-kantilever setiap segmen, sehingga membentuk struktur diatas dua tumpuan.

Momen yang terjadi akibat gaya prategang berbanding terbalik dengan momen akibat berat sendiri (*dead load*). Jumlah *strands* pada *tendon* akan menentukan besaran momen akibat gaya prategang, jika dilakukan penambahan jumlah *strands* pada *tendon* prategang akan memperkecil besar momen yang diakibatkan oleh berat sendiri (*dead load*).

Momen yang terjadi pada saat akibat masa layan yaitu dari hasil berat sendiri, gaya prategang, susut, rangkak, dan beban hidup. Momen yang dihasilkan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Tabulasi Diagram Momen Akibat Masa Layan

Tegangan	Momen
Max	3,756
Min	-2,806

3.6 Tegangan Pada Construction Stage

Tegangan izin tekan = -24 MPa dan tegangan izin tarik = 1,58 MPa. Dari hasil analisis nilai tegangan maksimal pada serat atas terjadi di construction stage 15 sebesar 1.205 MPa, sedangkan hasil nilai tegangan maksimal serat bawah terjadi pada construction stage 15 sebesar -11.288 MPa, yang dimana tegangan yang terjadi selama masa konstruksi tidak melewati tegangan izin tarik maupun tekan beton.

3.7 Tegangan Akibat Masa Layan

Tegangan izin tekan = -18 MPa dan tegangan izin tarik = 3,16 MPa. Hasil analisis tegangan akibat masa layan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Tabulasi Tegangan Serat Atas dan Bawah Akibat Masa Layan

Tegangan	Serat Atas (MPa)	Serat bawah (MPa)
Max	3,145	2,994
Min	-8,807	-12,52

Jika dilihat dari hasil tabulasi, dapat dikatakan bahwa pengaturan *strands* pada tendon telah efektif, karena tegangan tarik yang terjadi pada serat atas dan bawah *box girder* telah mendekati batas tegangan izin beton. Sedangkan tegangan tekan beton masih jauh dari batas tegangan izin tekan beton.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa beban sesuai SNI 1725:2016 dapat diterapkan dengan baik pada bentang P4–P5. Tegangan serat atas, bawah, yang terjadi berada dalam batas izin. Hasil analisis lendutan terbesar terjadi pada bentang 38m (P4-P5) dengan nilai sebesar 35,979 mm yang telah di bandingkan dengan kapasitas lendutan izin dengan nilai 47,5 mm dinyatakan bahwa jembatan dalam kategori aman karena nilai lendutan dibawah kapasitas lendutan izin. Kehilangan prategang sebesar 24,9% mendekati estimasi awal 30% sehingga validitas perhitungan dapat diterima. Metode *balanced cantilever* efektif dalam mengendalikan momen negatif pada tahap konstruksi.

DAFTAR RUJUKAN

- AASHTO. (2009). *AASHTO LRFD bridge design specifications - SI units*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1725:2016 tentang Pembebanan Untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Liono, Sugito (2009). Metode Konstruksi Precast Segmental *Balanced Cantilever* (Studi kasus jalan layang Pasupati-Bandung).Jurnal Teknik sipil volume 5 nomor 2. Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
- RSNI-T-12-200X. (2004). Perancangan Struktur Beton untuk jembatan.Jakarta:Badan Standarisasi Nasional