

TINJAUAN LENDUTAN PADA STRUKTUR ATAS JEMBATAN PCI GIRDER BETON DENGAN DAN TANPA BEBAN SENTRIFUGAL

MUHAMMAD DAFFA FATIH PRATAMA¹, EUNEKE WIDYANINGSIH, S.T., M.T.²

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email : mdaffafatihpratama@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan sarana transportasi, khususnya jembatan, sangat penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi. Jembatan berfungsi menghubungkan tempat-tempat terpisah, serta meningkatkan aktivitas ekonomi di suatu daerah. Penelitian ini fokus pada Jembatan Layang Nurtanio di Kota Bandung, sebuah flyover melengkung horizontal yang menggunakan beton prategang dengan struktur gelagar. Jembatan ini, dibangun untuk mendukung kereta cepat Jakarta-Bandung dan mengatasi kemacetan. Analisis kapasitas struktur atas jembatan dilakukan menggunakan software Midas Civil, dengan acuan pembebanan SNI 1725:2016. Hasil analisis menunjukkan nilai Lendutan maksimal yang diperoleh adalah 9,103 mm, jauh di bawah kapasitas izin sebesar 32 mm. Perbandingan nilai antara pemodelan dengan dan tanpa beban sentrifugal menunjukkan perubahan minimal, lendutan dengan beban sentrifugal 9,103 mm, tanpa beban sentrifugal sebesar 9,096 mm (selisih 0,007 mm), hasil analisis menunjukkan bahwa jembatan berada dalam kategori aman terhadap lendutan. Penelitian ini juga menyarankan peninjauan lebih lanjut pada tulangan plat untuk meningkatkan akurasi serta perbandingan dengan tipe jembatan prategang lainnya.

Kata kunci: *jembatan lengkung horizontal, beton prategang, beban sentrifugal*

1. PENDAHULUAN

Umumnya jembatan didisain dengan bentuk yang lurus, namun terdapat juga jembatan yang didisain dengan bentuk melengkung horizontal, pada kasus ini dibutuhkan analisis geometri yang kompleks dan memiliki batasan-batasan tertentu seperti persimpangan kota pada jalan layang atau ramp pada jalan tol yang mengakibatkan tidak bisanya dibangun jembatan lurus karena membutuhkan pier ditengah jembatan, untuk itu perlu direncanakan jembatan melengkung secara horizontal. Pada penelitian ini yang menjadi objek tinjauan merupakan sebuah jembatan yang fungsinya sebagai *flyover* melengkung menggunakan material berupa beton prategang dengan tipe struktur jembatan gelagar. Pembangunan Jalan Layang Nurtanio merupakan salah satu program pemerintah pusat yang dilaksanakan di Kota Bandung dengan tujuan untuk

mendukung operasional kereta cepat Jakarta Bandung atau *Whoosh* dengan mengatasi potensi keterlambatan pada perlintasan kereta api yang diprediksi akan semakin meningkat frekuensinya. Penelitian yang akan dilakukan pada kasus ini adalah peninjauan ulang kapasitas struktur atas jembatan dengan analisis struktur yang ada pada Jembatan Layang Nurtanio bentang P2-A2 dikarenakan bentang tersebut yang didesain melengkung horizontal.

2. KAJIAN TEORI

2.1. Jembatan

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Jembatan dibangun dengan umur rencana 100 tahun untuk jembatan besar. Minimum jembatan dapat digunakan 50 tahun. Ini berarti, disamping kekuatan dan kemampuan untuk melayani beban lalu lintas, perlu diperhatikan juga bagaimana pemeliharaan jembatan yang baik.

2.2. Beton Prategang

beton prategang merupakan kombinasi beton berkekuatan tinggi dan baja mutu tinggi dengan cara "aktif". Dengan mengkombinasikan beton dan baja sebagai bahan struktur maka tegangan tekan dipikulkan kepada beton sementara baja tegangan tarik dipikulkan kepada baja. Hal ini dicapai dengan cara menarik baja tersebut dan menahannya ke beton, jadi membuat beton dalam keadaan tertekan. Kombinasi aktif ini menghasilkan kekuatan yang lebih baik dari kedua bahan tersebut.

2.3. Bangunan Struktur Atas Jembatan

1. Gelagar Tipe I

PCI *Girder* merupakan suatu gelagar yang umum digunakan dalam pembangunan jembatan. Keuntungan dari penggunaan PCI *Girder* adalah dari segi kekuatan dan kualitas. Penggunaan beton mutu tinggi dan pencetakan yang tepat akan menghasilkan *girder* jembatan yang berkualitas baik.

2. Plat Lantai

Lantai umumnya merupakan pelat beton bertulang. Perhitungan lantai kendaraan lebih aman diperhitungkan secara *free body* dalam 2D/ 3D dan tidak sebagai kesatuan dengan struktur pelengkung. Dalam mengendalikan formasi retakan dianjurkan menggunakan tegangan ijin baja tulangan 140 MPa (tegangan ultimit 240 MPa) yang tidak bergantung

penggunaan mutu baja lebih tinggi mengingat besarnya retak sebanding dengan besarnya tegangan tulangan.

3. Diafragma

Diafragma adalah element struktur yang berfungsi untuk memberikan ikatan antara PCI Girder sehingga akan memberikan kestabilan pada masing-masing PCI Girder dalam arah melintang. pengaruh diafragma terhadap lebar efektif dan distribusi gaya-gaya dalam pada struktur jembatan.

4. Tendon

Baja mutu-tinggi merupakan bahan yang umum untuk menghasilkan gaya prategang dan mensuplai gaya tarik pada beton prategang. Baja mutu-tinggi untuk sistem prategang biasanya merupakan salah satu dari ketiga bentuk kawat (*wire*), untai kawat (*strand*), batang (*bar*).

2.4. Pembebanan

Pada analisis ini yang digunakan sebagai acuan dalam perhitungan adalah SNI 1725-2016 yaitu tentang pembebanan untuk jembatan. Beban rencana yang diperhitungkan berdasarkan peraturan yang dijelaskan. Pada desain jembatan grindulu ini beban rencana yang diperhitungkan yaitu beban sendiri, beban mati tambahan, gaya prategang, beban lajur, beban rem, gaya sentrifugal, dan beban angin.

2.5. Kombinasi Pembebanan

Pada penelitian ini, dalam memperhitungkan kombinasi beban menggunakan keadaan batas yang ditinjau meliputi Kuat I, Kuat II, Kuat III, Kuat IV, Kuat V, Layan I, Layan II, Layan III, dan Layan IV. Analisa kombinasi beban menghasilkan nilai geser dan momen maksimum yang digunakan untuk analisis tegangan jembatan dan kapasitas girder.

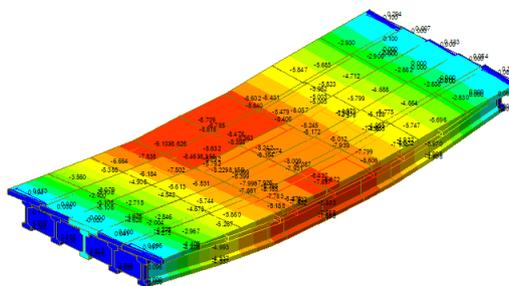
2.6. Lendutan

Analisis lendutan pada jembatan dilakukan menggunakan software analisis struktur yang mempertimbangkan berbagai kombinasi pembebanan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa lendutan yang terjadi tidak melebihi batas lendutan yang diizinkan. Menurut standar AASHTO 2020, lendutan pada jembatan tidak boleh melebihi $L/800$ dari panjang bentang untuk daerah nonperkotaan, dan tidak boleh melebihi $L/1000$ untuk daerah perkotaan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pemodelan untuk struktur atas jembatan ini dengan menggunakan aplikasi Midas Civil (*software* analisis jembatan) dengan acuan berdasarkan data teknis jembatan *fly over* Nurtanio. Pemodelan ini dilakukan setelah mendapat dimensi yang akan dimasukkan pembebanan dan kombinasikan pembebanan menggunakan SNI 1725:2016. Tahap setelah pemodelan yaitu dengan melakukan running melalui *software Midas Civil* dan akan dianalisis sesuai dengan tahap pada diagram alir penelitian mendapatkan hasil berupa tegangan, momen terbesar dan lendutan. Dimana untuk nilai yang dihasilkan, terlihat letak posisi tegangan dan lendutan paling besar pada bagian elemen jembatan. Perhitungan pembebanan pada penelitian jembatan ini mengacu pada SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan. Beban jembatan terdiri atas beban permanen dan transien di mana, beban permanen yaitu beban yang bersifat tetap seperti komponen struktural dan non struktural jembatan dan perkerasan, Sedangkan beban transien yaitu beban yang bersifat tidak tetap seperti beban yang melintas di atas jembatan atau gaya luar akibat kondisi lingkungan. Untuk kombinasi pembebanan yang digunakan adalah Kuat I, Kuat II, Kuat III, Kuat IV, Kuat V, Layan I, Layan II, Layan III, dan Layan IV.

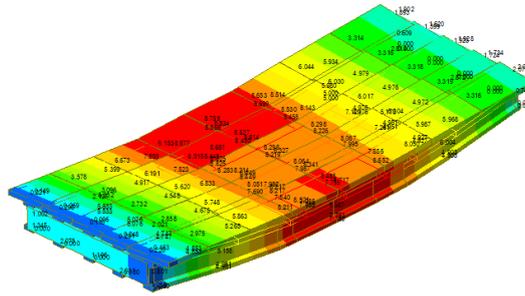
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Output Lendutan Menggunakan Beban Sentrifugal

Tabel 1. Lendutan Jembatan dengan Menggunakan Beban Sentrifugal

Lendutan Jembatan dengan menggunakan beban sentrifugal			
Node	Section	Load	DZ (mm)
89	Plat Lantai Exterior	LAYAN I	-9.103



Gambar 2. Output Lendutan Tanpa Menggunakan Beban Sentrifugal

Tabel 2. Lendutan Jembatan Tanpa Menggunakan Beban Sentrifugal

Lendutan Jembatan Tanpa Menggunakan Beban Sentrifugal			
Node	Section	Load	DZ (mm)
89	Plat Lantai Eksterior	LAYAN I	-9.096

Berikut merupakan hitungan manual pada struktur jembatan untuk kapasitas tegangan yang diizinkan pada struktur atas jembatan:

$$\text{Lendutan izin} = L/800$$

$$\text{Lendutan Izin} = 25600/800$$

$$\text{Lendutan Izin} = 32 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil diatas terlihat bahwa lendutan yang dihasilkan masih dibawah lendutan ijin maka lendutan yang tidak dengan beban sentrifugal masih kategori aman.

5. KESIMPULAN

Dari hasil perbandingan lendutan pada 2 pemodelan menggunakan beban sentrifugal dengan nilai sebesar 9,103 mm dan yang tidak menggunakan beban sentrifugal dengan nilai sebesar 9,096 mm didapat nilai selisih lendutan sebesar 0,007 mm analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil lendutan dan lendutan izin sebesar 32 mm dinyatakan bahwa jembatan dalam kategori aman karena nilai lendutan dibawah kapasitas lendutan izin.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional 1725:2016. (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Zakki Zainuddin Fakhri. (2021). *Identifikasi Pola Respon Struktur Jembatan Pci Girder Berdasarkan Lokasi Kerusakan Arah Melintang Menggunakan Finite Element Analysis Midas Civil* 2019. Institut Teknologi Bandung: Bandung
- Mukhlis, Desmon Hamid, Lukman Murdiansyah, Army, Rifki Mucni. (2019) *Analisis I-Girder Baja Pada Jembatan Lengkung Horizontal Menggunakan Standar AASHTO LRFD 2012*. Politeknik Negeri Padang: Padang
- Said Jalalul Akbar, Maizuar, M. Fauzan, Burhanuddin. (2020). *Studi Eksperimen Perilaku Dinamik Jembatan Prestressed Concrete-I Girder Dengan Menggunakan Akselerometer*. Universitas Malikussaleh: Aceh
- Ulya Ilmi Azhara. (2023). *Studi Komparasi Dan Modifikasi Struktur Atas Jembatan Cinapel Menggunakan Bulb Tee Girder (Precast Concrete – T Girder)*. Institut Teknologi Nasional: Bandung
- Hendi Prasetyo. (2018). *Optimalisasi Disain Jembatan Buntung Di Sleman Yogyakarta Menggunakan Pci Girder Dengan Variasi Mutu Beton Dan Tinggi Girder*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta