

## Analisis Lendutan pada Struktur Pelat Lantai Jembatan Tajum Karang Bawang Banyumas

### Deflection Analysis on the Floor Slab Structure of the Tajum Karang Bawang Bridge in Banyumas

Putri Nabiilah<sup>1</sup>, Amris Azizi<sup>2</sup>, Mukti Agung Wibowo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 16 Agustus 2024  
Direvisi, 16 Januari 2025  
Diterima, 21 Januari 2025

#### Korespondensi Penulis:

Putri Nabiilah  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
punabiilah12@gmail.com

#### ABSTRAK

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang memiliki fungsi untuk meneruskan jalan dengan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah dibawahnya untuk menghubungkan wilayah satu dengan yang lainnya. Salah satu elemen pada struktur jembatan adalah pelat lantai yang berfungsi mendukung beban hidup maupun beban mati kemudian di teruskan ke struktur bawah jembatan. Masalah utama yang terdapat pada pelat lantai jembatan adalah lendutan, jika tidak di perhitungkan dengan baik maka lendutan pada sebuah struktur jembatan akan melebihi batas toleransi yang diijinkan. Hal tersebut dapat menyebabkan keretakan yang melebihi batas izin dan tidak aman bagi pengguna jalan. Jembatan Tajum Karang Bawang Banyumas adalah jembatan yang berlokasi di Jalan Nasional Ajibarang – Wangon, Desa Pancasan Karang Bawang, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah yang dibangun pada bulan desember 2022 hingga bulan november 2023. Jembatan ini memiliki panjang 130 m dan lebar 10 m. Penelitian ini bertujuan menganalisis lendutan pada struktur pelat lantai jembatan yang mengacu pada SNI 1725-2016. Analisis menggunakan SAP2000. Hasil penelitian menunjukkan lendutan sebesar 20,483 mm lebih kecil dari lendutan izin maksimum yang di perbolehkan sebesar 280 mm. Hasil analisis lendutan tersebut dinyatakan aman.

**Kata Kunci :** Jembatan, Pelat Lantai, Lendutan.

#### ABSTRACT

*The bridge is a construction that has a function to continue the road through an obstacle that is lower below to connect one area with another. One of the elements in the bridge structure is the floor plate which functions to support the live load and dead load then forwarded to the lower structure of the bridge. The main problem found on the bridge floor plate is deflection, if not properly calculated, the deflection of a bridge structure will exceed the allowable tolerance limit. This can cause cracks that exceed the permit limit and are unsafe for road users. Tajum Karang Bawang Banyumas Bridge is a bridge located on the Ajibarang - Wangon National Road, Pancasan Karang Bawang Village, Ajibarang District, Banyumas Regency, Central Java which was built from December 2022 to November 2023. This bridge is 130 m long and 10 m wide. This study aims to analyze the deflection of the bridge floor plate structure which refers to SNI 1725-2016. Analysis using SAP2000. The results showed that the deflection of 20,483 mm was smaller than the maximum allowable deflection of 280 mm. The results of the deflection analysis are declared safe.*

**Keyword :** Bridge, Floor Slab, Deflection

## 1. PENDAHULUAN

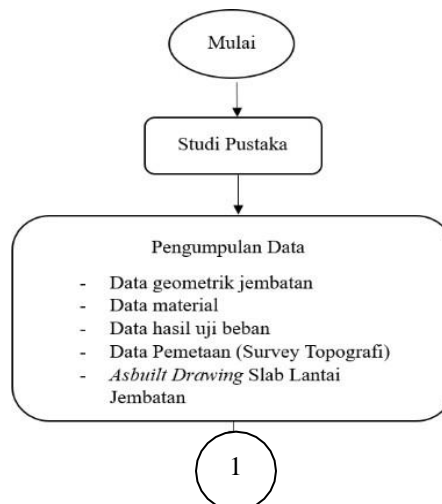
Jembatan merupakan suatu konstruksi yang memiliki fungsi untuk meneruskan jalan dengan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Jembatan dapat menghubungkan antar wilayah satu dengan lainnya yang diputus oleh zona seperti Sungai, jurang, rel kereta api, dan lain sebagainya sehingga wilayah yang sebelumnya terisolir menjadi dapat dijangkau dan membawa keuntungan bagi wilayah tersebut. Salah satu elemen struktur yang terdapat pada jembatan adalah pelat lantai jembatan. Pelat lantai jembatan adalah elemen struktur yang mendukung beban hidup maupun beban mati dan menyalurkannya ke *girder* kemudian selanjutnya ke struktur bawah jembatan. Adapun masalah utama pada perencanaan pelat lantai pada jembatan adalah lendutan. Jika tidak diperhitungkan dengan baik, lendutan pada saat pembangunan sebuah struktur pada jembatan akan melebihi batas toleransi. Hal tersebut dapat menyebabkan keretakan yang lebih besar dari yang diizinkan dan kurang aman bagi pengguna jalan. Masalah ini dapat disebabkan karena kesalahan pada saat perencanaan dimensi dan tulangan sehingga tulangan yang dipasang tidak cukup kuat untuk menahan beban yang bekerja. Selain itu, penyebab lainnya adalah penggunaan bahan atau material yang kurang baik pada saat pemasangan tulangan, sehingga dapat mengurangi kekuatan pelat lantai jembatan yang akan menggunakan beton bertulang dasarnya perencanaan pelat lantai pada jembatan yang baik adalah apakah pelat lantai tersebut cukup kuat untuk menahan beban yang bekerja atau tidak. Bila perhitungannya sesuai dan tidak keliru, maka dapat meminimalisir perbedaan dimensi dan penulangan dari hasil perhitungan yang dipasang di lapangan. Penelitian dilakukan pada proyek penggantian dan/atau duplikasi Jembatan Callender Hamilton Tajum Karang Bawang Kabupaten Banyumas, penelitian dilakukan dengan menganalisis lendutan pada struktur pelat lantai jembatan untuk mengetahui apakah dengan material, dimensi tulangan, dan pembebanan yang digunakan cukup menahan lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan dan apakah lendutan yang terjadi aman.

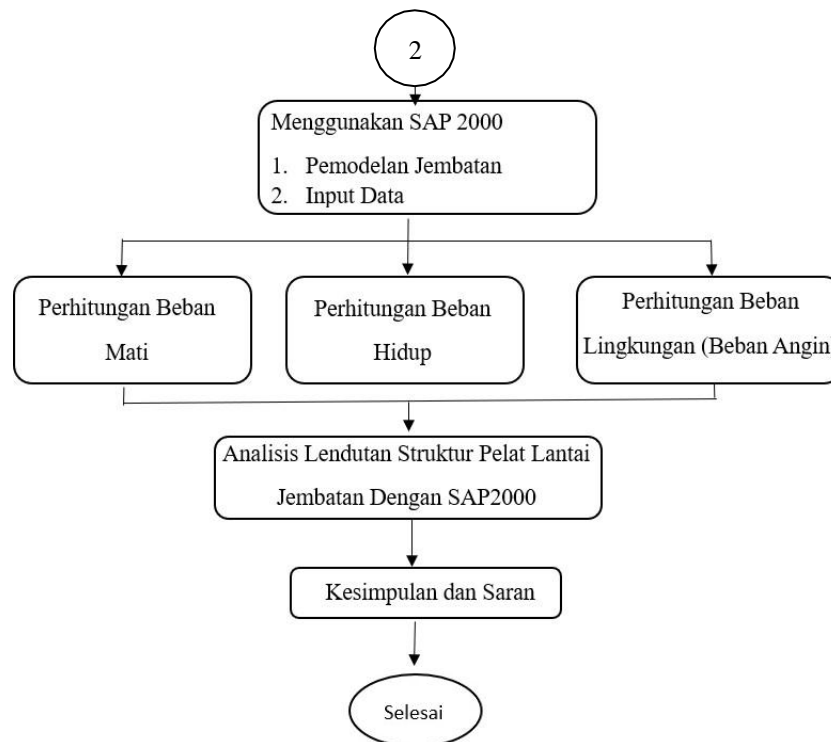
## 2. METODE PENELITIAN

Berikut tahapan dalam rencana perhitungan penelitian ini, sebagai berikut :

1. Pengumpulan data  
Pada Penelitian ini data yang dibutuhkan adalah data sekunder.
  - Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah Data Geometrik Jembatan, Data Material, Data Hasil Uji Beban, Data Pemetaan (Topografi), Asbuilt Drawing Slab Lantai Jembatan
2. Pemodelan Jembatan  
Proses pemodelan jembatan dengan gambar dimodelkan dalam software SAP2000
3. Analisis Perhitungan dan Hasil Pembahasan  
Pada analisis perhitungan lendutan pada pelat lantai jembatan, digunakan perhitungan manual dan perhitungan menggunakan software SAP2000 yang akan mendapatkan nilai faktor aman.
4. Kesimpulan dan Saran  
Kesimpulan pada analisis penelitian ini berupa hasil dan rekomendasi yang membantu untuk merencanakan penelitian berikutnya.

Tahapan prosedur penelitian seperti tergambar dalam diagram alir penelitian sebagai berikut





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Jembatan

Jembatan Tajum Karang Bawang Banyumas merupakan jembatan komposit yang terdiri dari 2 jalur kendaraan dengan lebar 8 m dan trotoar untuk pejalan kaki selebar 1 m pada setiap sisinya. Memiliki bentang sepanjang 130 m yang terletak di ruas jalan nasional Ajibarang-Wangon. Adapun spesifikasi dan bahan yang digunakan pada jembatan ini adalah :

- a. Panjang Jembatan = 130 m ( A1-P1-P2-A2)
- b. Lebar Jembatan = 10 meter
- c. Type *Abutment* = *Abutment* T terbalik
- d. Mutu Material :
  - Beton Pelat lantai jembatan =  $f'c$  30 Mpa
- e. Mutu Baja Tulangan :
  - D < 13 mm BJTP – 280  $f_y$  : Min. 280 Mpa
  - D > 13 mm BJTS – 420a  $f_y$  : Min. 420 Mpa
- f. *Steel Box Girder (SBG)* = JIS G3106 (*Rolled Steels for Welded Structure*)  
Grade SM490 atau ekuivalen

#### 3.2. Input Pembebanan Pada Pemodelan Jembatan

##### 1. Beban Permanen

Yang termasuk dalam beban permanen yaitu berat sendiri (MS) dan berat mati tambahan (MA) yang terdiri dari aspal, trotoar beton, dan railing (sandaran). Perhitungan beban permanen terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Beban Permanen

No	Beban	Intensitas	Input Beban	Faktor Beban
1.	Berat Sendiri (MS)	Beton $f'c = 30$ MPa Baja $B_j = 7,85$ ton/m <sup>3</sup>	Dihitung otomatis pada SAP2000	1,1

2.	Berat Mati Tambahan	· Aspal 1 lapis (50 mm) Bj = 2,2 ton/m <sup>3</sup>	· 0,05 x 2,2 = 0,11 ton/m <sup>2</sup>	1,4
		· Trotoar Beton tebal 0,2 m Bj = 2,2 ton/m <sup>3</sup>	· 0,20 x 2,2 = 0,44 ton/m <sup>2</sup>	1,4
		· Railing ukuran 16 x 10 cm, t=1,25m	· kolom + pipa = (0,16 x 0,10 x 1,25 x 2,4) + 0,0452 =	1,4
		· pipa 2 baris jarak 2m	0,0932 ton/ltk	

Sumber : SNI 1725 : 2016

## 2. Beban Hidup

Tabel 2. Beban Lalu Lintas

No	Beban	Intensitas	Input Beban	Faktor Beban
1.	Beban Lajur "D" (BTR)	Per- luasan lajur lalu lintas jembatan	q= 9,0 (0,5 + 5/L)kPa q=0,553 ton/m <sup>2</sup>	2
2.	Beban Garis Terpusat (BGT)	Di tengah bentang jembatan	49 kN/m' = 4,9 ton/m'	2
3.	Beban Pejalan Kaki	Trotoar kiri dan kanan	5 kPa = 0,5 ton/m <sup>2</sup>	2

Sumber : SNI 1725-2016

Catatan :

- Beban BTR Jika  $L \leq 30$  m,  $q = 0,9$  kPa jika  $L \geq 30$  m,  $q = 0,9 (0,5 + 15/L)$  kPa
- Beban BTG dikalikan dengan faktor beban dinamis SNI 1725 : 2016 apabila bentang jembatan kurang dari 40 m yang faktor perbesarannya 40%

## 3. Beban Lingkungan

Tabel 3. Beban Aksi Lingkungan

Beban	Intensitas	Input Beban	Faktor Beban
Beban Angin	Balok / Gelagar = 0,0024 MPa	0,0489 ton/joint	1,4

Sumber : SNI 1725-2016

- Perhitungan Beban Angin  
Bentang Jembatan = 130 m  
Tinggi Gelagar = 834 mm  
Tinggi Lantai = 200 mm  
Tinggi total struktur = 1034 mm  
Luasan total struktur =  $1034 \times 130000 = 13,468 \times 10^7$  mm<sup>2</sup>  
Beban angin pada struktur =  $0,0024 \times 13,468 \times 10^7 = 323232$  N = 3,2323 ton  
Beban angin di-aplikasikan sebagai beban joint EWs =  $3,2323 / 66$  joint = 0,0489 / joint

### 3.3. Kombinasi Pembebanan

Memasukan kombinasi pembebanan terfaktor yang mengacu pada SNI 1725:2016 tentang pembebanan pada jembatan untuk pelat lantai jembatan:

Kuat I = 1,1 MS + 1,4 MA + 1,8 (TD+TP)

Kuat III = 1,0 MS + 1,4 MA + 1,4 EWs

Daya Layan II = 1,0 MS + 1,0 MA + 1,3 (TD+TP)

### 3.4. Kntrol Perhitungan

#### 1. Perhitungan Manual Lendutan Pelat Lantai Jembatan

Kuat Tekan Beton ( $f'c$ )	= 30 MPa
Baja Tulangan ( $f_y$ )	= 280 MPa
Modulus elastisitas beton ( $E_c$ )	= 25742 MPa
Modulus elastisitas baja ( $E_s$ )	= 200000 MPa

Tebal Slab (h)	= 250 mm
Luas tulangan slab (As)	= 3500 mm
Panjang bentang slab (L)	= 70000 mm
Lebar Slab (b)	= 6665 mm
Lendutan izin maksimum	= (L / 250) = (70000/250) = 280 mm
Beban Merata	= Q = PMs + MA = 3,0932 kN/m
Inersia penampang plat (I <sub>g</sub> )	= 1/12 x b x h <sup>3</sup> = 1/12 x 6665 x 250 <sup>3</sup> = 8678385417 mm
Modulus keruntuhan lentur beton (F <sub>f</sub> )	= 0,7 x √f' <sub>c</sub> = 0,7 x √30 = 3,834 MPa
Nilai perbandingan modulus elastis (n)= E <sub>s</sub> / E <sub>c</sub>	= 200000 / 25742 = 7,769 = n x As = 7,769 x 3500 = 27191,5
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton (c)	= n x As / b = 7,769 x 3500 / 6665 = 4,079
Inersia penampang retak yang di transformasikan ke beton (I <sub>cr</sub> )	= 1 / 3 x b x (c <sup>3</sup> + n) x As x (d - c) <sup>2</sup> = 2088599105 x 10 <sup>3</sup>
Y <sub>t</sub>	= h / 2 = 250 / 2 = 125 mm
Momen retak (M <sub>cr</sub> )	= F <sub>f</sub> x I <sub>g</sub> / Y <sub>t</sub> = 3,834 x 8678385417 / 125 = 26618247,91
Momen maksimum aktif beban (M <sub>a</sub> )	= 1/8 x Q x (L <sup>2</sup> + 1/4) x P x L = 1894591766
Inersia efektif perhitungan lendutan (I <sub>e</sub> )	= (M <sub>cr</sub> / M <sub>a</sub> ) <sup>3</sup> x I <sub>g</sub> + (1 - (M <sub>cr</sub> / M <sub>a</sub> )) <sup>3</sup> x L = 1,2825 x 8678385417 + 0,958 x 70000 = 11130096360
Lendutan elastis akibat beban mati dan beban hidup (δ <sub>e</sub> )	= 5/384 x Q x L <sup>4</sup> x (E <sub>c</sub> /I <sub>e</sub> ) + 1/48 x P x L <sup>3</sup> /E <sub>c</sub> x I <sub>e</sub> = 22,37199552
Rasio tulangan slab lantai jembatan	= As x b / d = 3500 / (6665 x 200) = 2,625
Faktor ketergantungan waktu beban mati (λ)	= 2 / (1 + 50 x 1,75) = 0,0225
Lendutan jangka panjang (akibat rangkai dan susut) (δ <sub>g</sub> )	= λ x 5/384 x Q x (L <sup>4</sup> / (E <sub>c</sub> x I <sub>e</sub> )) = 75,94168855
Lendutan total pada pelat (δ <sub>total</sub> )	= δ <sub>e</sub> + δ <sub>g</sub> = 22,37199552 + 75,94168855 = 98,313 = 98,313 mm < 280 mm (OK!)

## 2. Perhitungan Lendutan Pelat Lantai Jembatan pada *Software* SAP2000

Setelah penginputan beban pada pemodelan jembatan yang ada dalam *software* SAP2000 kemudian dilakukan analisis perhitungan dengan *Run Analysis*, kemudian cek lendutan pada kombinasi pembebanannya, dihasilkan nilai lendutan 20,483 mm < 280 mm yang aman dan tidak melebihi nilai izin lendutan maksimum pada struktur pelat lantai Jembatan Tajum Karang Bawang Banyumas.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan manual pada pelat lantai jembatan, dihasilkan lendutan sebesar 98,31 mm. Pada uji beban truk menghasilkan lendutan sebesar 11,37 mm. Hasil analisis menggunakan SAP2000 lendutan pada jembatan sebesar 20,483 mm < 280 mm. Hasil analisis lendutan pada pelat lantai jembatan dinyatakan aman karena tidak melebihi nilai lendutan izin maksimum yang terdapat pada SNI T – 12 – 2004 tentang Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan pada pasal 9 tentang Batas Layan pada aspek lendutan dan retak, bagian 9. 2. 1 Perbatasan dari lendutan balok dan pelat pada point c yang menjelaskan bahwa lendutan akibat beban rencana untuk daya layan pada Peraturan Pembebanan untuk Jembatan Jalan Raya tidak melampaui  $L/250$  bentang yang di analisis pada bentang tengah jembatan tumpuan P1 – P2 yang berjarak 70 m, sehingga dihasilkan nilai lendutan izin maksimum sebesar 280 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munawir, dkk “, 2023, Pengaruh Ketebalan Pelat Terhadap Ketahanan Struktur Lantai Jembatan Alue Pange” Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Pendidikan Tinggi Melalui Dudi Melalui Merdeka Belajar, vol.4 no.1.
- [2] RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan. Jakarta: Balai Standardisasi Nasional Indonesia
- [3] SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan. Jakarta: Balai Standarisasi Nasional Indonesia
- [4] SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Balai Standardisasi Nasional Indonesia
- [5] Supriyadi dan Muntohar, 2017. *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Offset Kavling Madukismo 28.