

# EVALUASI STRUKTUR JEMBATAN GANTUNG PEJALAN KAKI DUMPOH, MAGELANG, JAWA TENGAH

Algazt Aryad Masagala

Dosen / Program Studi Teknik Sipil / Universitas Teknologi Yogyakarta

\*Korespondensi: algazt.masagala@uty.ac.id

## ABSTRACT

The bridge analyzed is a suspension type with a function as a pedestrian bridge. The bridge has a total span of 53.75 m and a width of 1.8 m, steel construction with wooden deck. The service life factor, damage to the bridge frame, and overload are certainly a problem for this bridge structure. Evaluation of the structure using survey data from existing measurements at the bridge location, then analyzed using the SAP2000 program. The result is that all tower frames, girders, main cables, hangers, and bridge decks, the nominal capacity is still able to withstand the ultimate load. However, the deflection in the middle of the bridge span is 0.72 m and has exceeded the allowable deflection ( $L/200$ ). So based on the results of the evaluation of the Dumpoh suspension bridge structure, the cross-sectional strength of the frame is still safe, but the stiffness of the deflection value does not meet.

**Keyword :** Suspension Bridge, Pedestrian, Deflection

## 1. PENDAHULUAN

Secara umum, jembatan ialah suatu struktur yang fungsinya menyatukan dua bagian terpisah oleh suatu halangan baik yang alami seperti sungai, selat atau laut dan lembah, maupun buatan seperti jembatan pejalan kaki, jalan raya, saluran irigasi, dan jalan rel kereta [1]. Dalam ilmu konstruksi jembatan memiliki beberapa jenis berdasarkan desain, jenis material yang digunakan dan fungsinya sebagai alternatif pertimbangan dalam pemilihan jenis tipe jembatan yang akan digunakan [2].

Jembatan *suspension* yang di evaluasi berlokasi di Desa Dumpoh, Kelurahan Potrobangsan, Magelang utara, Provinsi Jawa Tengah. Jembatan ini berfungsi sebagai penghubung antara Potrobangsan dengan Bandongan yang di bangun menggunakan konstruksi baja dan dek kayu. Lebar jembatan 1,8 meter dengan bentangan 53,75 meter, mempunyai fungsi yang sangat signifikan untuk masyarakat di sekitarnya dalam aktifitas keseharian.

Permasalahannya adalah besarnya beban yang melalui jembatan pada setiap jam sibuk (pagi serta sore hari). Faktor umur layan, kerusakan pada rangka jembatan, dan beban berlebih menjadi kendala pada struktur jembatan ini. Pengaruh tersebut tentunya menimbulkan getaran, defleksi, dan kekuatan

pada setiap rangka jembatan gantung pejalan kaki tersebut [3].

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengevaluasi kekuatan struktur menara, gelagar, kabel dan dek jembatan dalam menahan beban eksisting yang terjadi pada saat ini. Serta memperhitungkan kekakuan dari nilai lendutan yang terjadi masih sesuai dengan lendutan yang diizinkan atau tidak. Sehingga dapat di simpulkan kelayakan operasional struktur jembatan tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut pedoman rancangan jembatan pejalan kaki (Kementerian PU, 2010) disebutkan bahwa standar perencanaan jembatan gantung pejalan kaki menetapkan kriteria perancangan yang harus diperhatikan agar terpastikan bahwa jembatan pejalan kaki aman, nyaman serta sesuai dengan kegunaannya. Kriteria tersebut adalah:

### a. Kekuatan

Rangka jembatan dirancang agar cukup kuat untuk menopang beban mati (DL) dan hidup (LL) dengan batasan kekuatan yang cukup untuk keselamatan, beban yang tidak terduga, propertis material, serta beban pada saat pemeliharaann jembatan.

### b. Lendutan

Jembatan pejalan kaki tidak boleh berdeformasi untuk batas yang mengakibatkan kecemasan dan ketidaknyamanan untuk pengguna atau menyebabkan rangka jembatan menjadi tidak stabil. Batasan ini merupakan nilai lendutan maksimum pada setengah bentang jembatan saat terbebani oleh beban layan yang asimetris di atasnya.

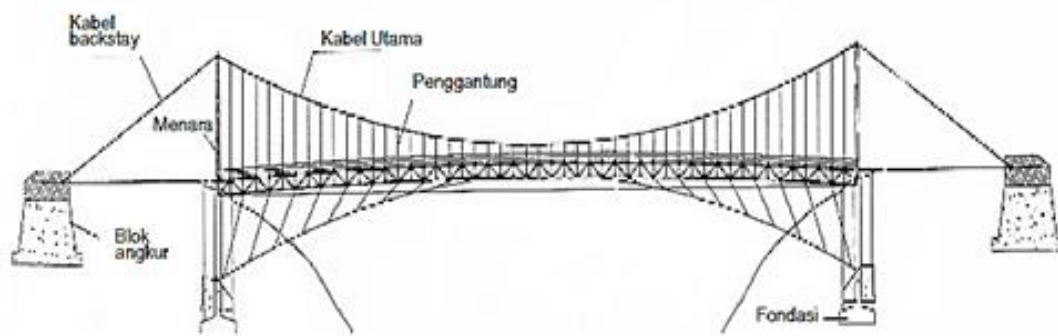
c. Beban Dinamik

Pada jembatan pejalan kaki sangat mungkin terjadi suatu getaran akibat dari beban angin atau pengaruh dari orang yang sedang berjalan di atasnya. Namun, pengaruh beban dinamik ini dapat teratasi dengan cara

memberikan ikatan angin dan batasan jumlah pejalan kaki.

Tipe jembatan konvensional dari jembatan gantung pejalan kaki yaitu sistem struktur yang menggunakan kabel menerus dan ditopang oleh struktur *pylon* di setiap ujung dari jembatan. Kabel tersebut berfungsi untuk menahan rangka penggantung dari lantai jembatan [4]. Skema dari tipe jembatan tersebut terlihat pada Gambar 1 di bawah.

Lantai dari jembatan boleh cukup lentur atau juga kaku, tetapi harus kuat dalam menopang beban layan serta beban gempa dan beban angin. Bagian dari ujung *pylon* harus cukup tinggi sehingga kabel utama dapat melengkung antara 1/8 sampai 1/11 [5].



**Gambar 1.** Jembatan Pejalan Kaki dan Bagiannya  
(Sumber : Surat Edaran PU No.2, 2010)

Beban rencana merupakan suatu faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan jembatan. Berdasarkan pedoman pembebanan jembatan (SNI 1725-2016), jembatan harus kuat dan kaku dalam menahan beban-beban rencana sebagai berikut:

a. Beban mati (DL)

Berat sendiri merupakan berat struktur dan juga berat dari bagian non struktur yang menyatu dengannya. Tergolong dalam beban mati ini adalah berat material yang menjadi elemen struktur dari jembatan, termasuk juga elemen non-struktur yang sifatnya tetap.

b. Beban hidup (LL)

Beban hidup ialah keseluruhan beban yang berasal dari beban layan kendaraan bergerak atau lalu lintas dan juga beban pejalan kaki yang bekerja pada struktur jembatan tersebut. Beban ini terdistribusi pada lantai jembatan yang diteruskan melalui sistem kabel ke *pylon* jembatan.

c. Beban angin

Tekanan angin dapat ditetapkan berdasarkan asumsi yang disebabkan oleh angin rencana yaitu dengan kecepatan dasar angin (VB) senilai 90 – 126 km/jam. Pengaruh dari beban angin tersebut dapat diasumsikan terdistribusi merata pada bagian yang terkena oleh pengaruh angin.

d. Beban gempa

Beban gempa rencana bekerja sebagai gaya horizontal pada pusat massa struktur yang ditetapkan berdasarkan perkalian antara berat struktur jembatan (Wt) dengan suatu nilai koefisien respons elastik (Csm) yang dibagi dengan (R) faktor modifikasi respons (SNI 2833-2016).

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Jembatan gantung (*suspension*) yang di evaluasi merupakan jembatan dengan fungsi pejalan kaki yang berlokasi di Dumpoh,

Potrobangsari, Magelang utara, Provinsi Jawa Tengah. Jembatan gantung tersebut menghubungkan antara Potrobangsari dan Bandongan yang dibangun menggunakan material konstruksi baja dan dek lantai kayu. Bentang jembatan 53,75 meter dengan lebar 1,8 meter.



**Gambar 2.** Lokasi Jembatan Gantung

Perhitungan analisis yang dilakukan mengacu pada buku dan SNI yang berlaku di Indonesia. Adapun SNI yang digunakan yaitu:

- (SNI 1725-2016), tentang Pembebanan untuk Jembatan [6].
- (SNI 0076-2008), tentang Tali Kawat Baja.
- (SNI 2833-2016), tentang Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa [7].
- (RSNI T-03-2005), tentang Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan [8].
- (Surat Edaran Menteri PU, No. 02/SE/M/2010) Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki [9].

Data Primer ialah data yang diperoleh dari observasi lapangan pada jembatan Dumpoh. Data primer yang dikumpulkan berupa kondisi struktur atas dan pengukuran langsung dimensi jembatan. Data hasil survey ini akan digunakan sebagai data asumsi dalam permodelan dan analisis stuktur jembatan. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data perencanaan yang sudah ada pada instansi/pihak terkait [10].



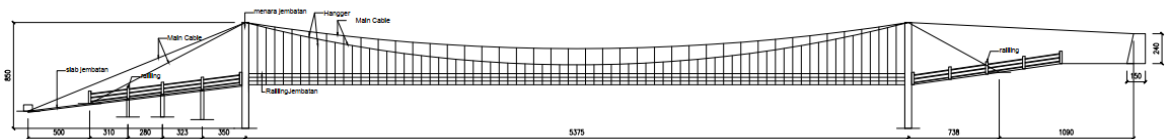
**Gambar 3.** Kondisi Jembatan Dumpoh

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Umum Jembatan

Data penelitian jembatan ini merupakan data fisik jembatan yang meliputi dimensi jembatan dan spesifikasi material jembatan lainnya. Data teknis hasil pengukuran jembatan Dumpoh yaitu sebagai berikut:

- |                           |           |
|---------------------------|-----------|
| a. Panjang bentang kiri   | : 18,27 m |
| b. Panjang bentang tengah | : 53,75 m |
| c. Panjang bentang kanan  | : 17,63 m |
| d. Lebar jembatan         | : 1,8 m   |
| e. Tinggi menara          | : 8,5 m   |



**Gambar 4.** Tampak Memanjang Jembatan *Suspension* Dumpoh



**Gambar 5.** Tampak Atas Jembatan *Suspension* Dumpoh

### 4.2. Data Penampang

Data penampang elemen jembatan :

- Gelagar memanjang a : Profil L 40.40.4.4
- Gelagar memanjang b : Balok kayu 40/60 cm
- Gelagar melintang a : Profil C 75.40.3,2
- Gelagar melintang b : Hollow  $\varnothing$  48,6 mm
- Lantai jembatan : kayu Jati
- Menara : kolom 350/550 mm
- Pengaku menara : balok 150/200 mm

- Main Cable* :  $\varnothing$  30 mm
- Hanger Cable* :  $\varnothing$  10 mm

### 4.3. Pembebanan

- Beban mati

Pada program SAP 2000, berat sendiri telah terhitung secara otomatis, maka tidak perlu menginput nilai beban mati lagi. Sedangkan nilai dari beban mati tambahan ditentukan

berdasarkan beban non struktur dari jembatan.

b. Beban hidup

Beban hidup yang di inputkan ialah beban akibat pejalan kaki serta beban kendaraan bergerak. Berdasarkan SNI 1725-2016, nilai beban hidup pejalan kaki yang nilainya ditetapkan sebesar 5 kN. Beban kendaraan yang diperhitungkan adalah kendaraan maksimum terberat yang melewati jembatan tersebut yaitu jenis traktor tangan merk QUICK G3000 ZEVA dengan disel RD 110 DI-2T, denangn berat total sebesar 390,8 kN.

c. Beban angin

Hasil perencanaan beban angin adalah sebagai berikut:

Tekanan angin = 101,31 km/jam

Beban angin (EWS)

Angin tekan = 3,04 kN/m < 4,4 kN/m

Angin hisab = 1,52 kN/m < 2,2 kN/m

Beban angin per join

Angin tekan = 2,18 kN

Angin hisab = 1,09 kN

d. Beban gempa

Kelas situs = SD

Csm =  $S_{D1}/T = 0,23$

Berat struktur (Wt)

R = 1,5

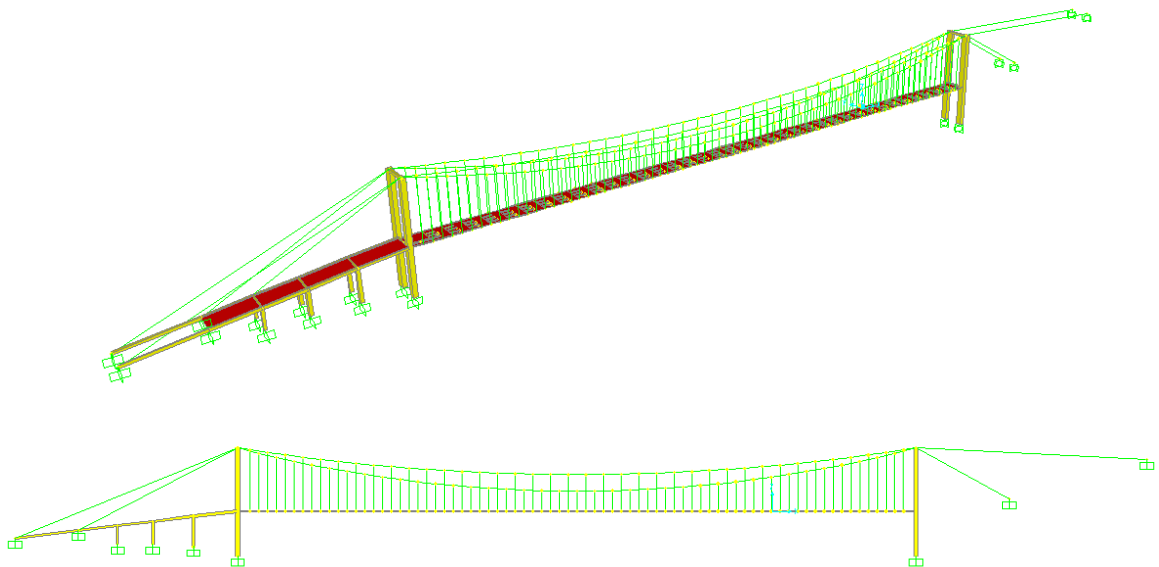
Wt = 510,88 kN

Beban gempa (EQ)

EQ = (Csm/R) Wt = 40,46 kN

#### 4.4. Analisis dan Evaluasi Struktur

Proses analisis struktur jembatan menggunakan permodelan struktur 3D dengan program bantu komputer SAP 2000 untuk memperoleh *output* data yang diantaranya berupa gaya dalam dari elemen struktur dan nilai lendutan yang terjadi pada bentang tengah jembatan.



**Gambar 6.** Pemodelan 3D Jembatan *Suspension* Dumpoh

Evaluasi struktur digunakan guna mengetahui kelayakan struktur yang ditinjau berdasarkan aspek kekuatan dan lendutan. Hasil analisis struktur kemudian dibandingkan dengan syarat minimum yang telah diberikan didalam peraturan perencanaan jembatan.

Bagian dari struktur jembatan seperti menara, kabel utama, batang penggantung, gelagar akan dilakukan kontrol kekuatan dengan analisis numerik unuk mengetahui keamanan struktur terhadap beban yang bekerja. Perhitungan kekuatan struktur baja didasarkan

pada RSNI-03-2005 tentang perencanaan struktur baja untuk jembatan yang menggunakan metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*).

Rangka jembatan harus cukup kuat untuk menahan seluruh beban dengan batas yang cukup untuk keselamatan, serta memperhatikan beban yang tidak terduga, properti material, kualitas konstruksi, dan pemeliharaan. Hasil *Running* analisis model jembatan menggunakan progam SAP 2000, diperoleh gaya-gaya dalam (*internal forces*).

**Tabel 1.** Gaya Dalam Maks Elemen Struktur

No	Elemen Struktur	Aksial Tekan (kN)	Aksial Tarik (kN)
1	Tiang menara	343,62	37,82
2	Gelagar melintang (C 75.40.3,2)	0,57	0,72
3	Gelagar melintang (Pipa Ø 48,6 mm)	0,07	0,07
4	Gelagar memanjang (L 40.40.4.4)	0,43	0,49
5	Gelagar memanjang (Kayu 40/60 cm)	3,14	3,13

6	<i>Hanger</i> (Ø 10 mm)	0,13	5,81
7	<i>Main Cable</i> (Ø 30 mm)	5,30	295,46

Elemen struktur dikatakan masih memenuhi syarat kekuatan apabila tahanan gaya dari elemen struktur mempunyai nilai lebih besar dibandingkan nilai gaya dalam yang bekerja. Hasil analisis struktur dibandingkan dengan syarat standar yang telah diberikan didalam peraturan perencanaan jembatan (Masagala, 2022).

**Tabel 2.** Hasil Evaluasi Elemen Struktur Jembatan

No	Nama Elemen Struktur	Cek Aksial (kN)	Cek Momen (kN)	Cek Geser (kN)	Cek
1	Tiang menara	4453,969	-	-	Aman
2	Gelagar melintang (C 75.40.3,2)	0,52 kN < 44,2151	0,5669 < 4,0686	1,63 < 27,216	Aman
3	Gelagar melintang (Pipa Ø 48,6 mm)	0,12 kN < 39,8870	0,0724 < 1,8267	0,08 < 3,306	Aman
4	Gelagar memanjang (L 40.40.4.4)	0,98 kN < 34,9263	0,4895 < 2,1203	1,309 < 18,14	Aman
5	Gelagar memanjang (Kayu 40/60 cm)	-	1,897 < 3,2625	0,0009 < 0,0011	Aman
6	<i>Hanger</i> (Ø 10 mm)	131,528 < 220,133	-	-	Aman
7	<i>Main Cable</i> (Ø 30 mm)	954,642 < 1388,552	-	-	Aman

#### 4.5. Lentutan Jembatan

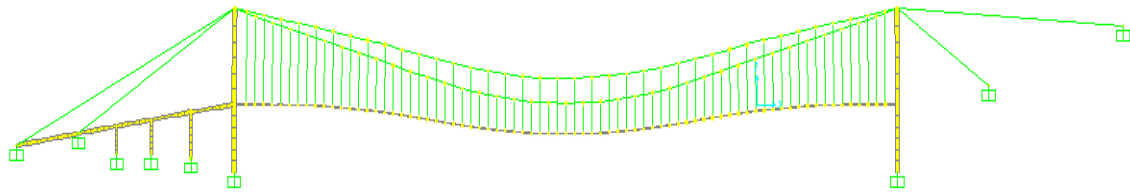
Jembatan pejalan kaki tidak boleh berdeformasi untuk batas yang mengakibatkan kecemasan dan ketidak nyamanan untuk pengguna atau menyebabkan rangka jembatan menjadi tidak stabil. Batasan ini merupakan nilai lentutan maksimum pada setengah bentang jembatan saat terbebani oleh beban layan yang asimetris di atasnya [11].

Kekakuan jembatan tergantung pada nilai lentutannya. Nilai lentutan ditinjau dari setengah bentang jembatan. Lentutan yang terjadi tidak boleh melebihi lentutan ijin yaitu  $L/200$  berdasarkan Surat Edaran Kementerian PU No. 02 tahun 2010, Pasal 4,4.

Hasil pengecekan lentutan tengah bentang Jembatan gantung Dumpoh menggunakan SAP2000, seperti terlihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3.** Lentutan Tengah Bentang Jembatan

Variasi pembebanan	Lentutan ½ Bentang (m)	Cek
Comb 1	0,08	Ok
Comb 2	0,65	Tidak Ok
Comb 3	0,46	Tidak Ok
Comb 4	0,44	Tidak Ok
Comb 5	0,43	Tidak Ok
Comb 6	0,43	Tidak Ok
Comb 7	0,42	Tidak Ok
Comb 8	0,41	Tidak Ok
Comb 9	0,41	Tidak Ok
Comb 10	0,40	Tidak Ok
Comb 11	0,39	Tidak Ok
Comb 12	0,39	Tidak Ok
Comb 13	0,72	Tidak Ok
Comb 14	0,71	Tidak Ok
Comb 15	0,70	Tidak Ok



**Gambar 7.** Lentutan Jembatan *Suspension* Dumpoh

Lentutan yang terjadi pada tengah bentang yaitu 0,72 m lebih besar dari lentutan izin  $L/200$  sehingga lentutan pada tengah bentang jembatan menjadi tidak aman.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil evaluasi struktur jembatan Dumpoh dapat disimpulkan bahwa rangka gelagar jembatan dapat dinyatakan masih aman dalam menahan beban layan, hal ini terlihat dari hasil perhitungan profil baja dan kayu aman terhadap tahanan aksial, tahanan momen, dan tahanan geser. Kabel utama serta kabel penggantung masih dapat menahan gaya aksial tarik yang bekerja. Rangka *pylon* jembatan juga masih aman menahan beban yang bekerja pada jembatan. Namun nilai lentutan yang terjadi pada tengah bentang yaitu  $0,72\text{ m} >$  dari lentutan izin  $0,27\text{ m}$ . Jadi berdasarkan hasil analisis dan evaluasi kekuatan struktur pada jembatan Dumpoh secara menyeluruh, kapasitas penampang kekuatannya masih aman, namun nilai lentutannya sudah tidak memenuhi.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Supriyadi, "Jembatan," Yogyakarta: Beta Offset, 2013.
- [2] A. A. Masagala, "Jembatan Truss Dengan Analisis SAP 2000," PACE, Padang, Sumatera Barat, 2022.
- [3] A. Supriyatna, "Analisis Kekuatan Struktur Atas Jembatan Gantung Nambangan, Pundong, Bantul, Yogyakarta," Universitas Teknologi Yogyakarta, 2016.
- [4] A. Rayfan, "Perancangan Jembatan Gantung Pejalan Kaki Desa Kendalsari Dompok, Kelaten," Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2014.
- [5] A. A. Masagala, "Desain Struktur Jembatan Kereta Api Tipe Concrete Through Arch : Studi Kasus Jembatan Kereta Api BH 1828 Purworejo," vol. 25, no. 1, pp. 71–79, 2022.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1725-2016 : Pembebanan untuk Jembatan," 2016.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2833-2016 : Perencanaan jembatan terhadap beban gempa," 2016.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, "RSNI T-03-2005 : Standar Nasional Indonesia Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan," 2005.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum, "Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02 /SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki," Kementerian Pekerjaan Umum, 2010.
- [10] D. Maulana, "Studi Analisis Struktur Atas Jembatan Dewet Kalibawang," Universitas Teknologi Yogyakarta, 2015.
- [11] Setiati, N.R., "Kekuatan Struktur Jembatan Gantung Sederhana untuk Pejalan Kaki," Jurnal: HPJI, Jakarta, 2015.