

## Tinjauan Perencanaan Super Struktur Jembatan Pelengkung pada Sungai Pute Kab. Maros

Andika Eka Putra<sup>1</sup>, Hanafi Ashad<sup>2</sup>, Toni Utina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: <sup>1</sup>andikaengineering031@gmail.com; <sup>2</sup>hanafi.ashad@umi.ac.id; <sup>3</sup>toni.utina@umi.ac.id

---

### ABSTRAK

Tingginya kebutuhan pergerakan menggunakan transportasi darat mendorong pengembangan penyediaan prasarana transportasi khususnya di darat baik jalan maupun jembatan. Penggunaan beton bertulang sebagai material struktur jembatan khususnya jembatan lengkung sulit dilaksanakan. Struktur rangka baja merupakan material yang sering dipilih sebagai alternatif dalam pembangunan struktur jembatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan struktur jembatan eksisting dengan struktur jembatan hasil tinjauan, dilihat dari aspek gaya-gaya dalam, aspek kekuatan struktur, dan reaksi perletakan yang diterima oleh sub-struktur. Jembatan Pelengkung Sungai Pute terletak di Kecamatan Bontoa, Kab. Maros, tepatnya berada di ruas jalan nasional ruas Pangkajene-Maros yang terletak 37.80 km dari Kota Makassar. Jembatan ini melayani pergerakan lalu-lintas jalan nasional yang masuk, dan keluar kota Makassar melalui jalur utara. Data yang menjadi tinjauan adalah data bentang, dimensi eksisting, data pembebanan eksisting dan data material yang akan digunakan. Yang menjadi ciri khas pembeda dari jembatan pelengkung dengan jembatan tipe lain merupakan elemen lengkungnya. Pada elemen lengkung hanya terdapat gaya tekan, kemudian memiliki 2 pondasi yang menahan beban dari struktur. Semakin besar sudut kelengkungan, maka pengaruh gaya tekan akan semakin kecil, namun bentang menjadi lebih kecil. Selain itu, reaksi perletakan yang terjadi pada jembatan tinjauan lebih kecil dari pada jembatan existing, sehingga dimensi sub struktur yang direncanakan lebih kecil.

Kata Kunci: Jembatan, Pelengkung, Super-struktur

---

### ABSTRACT

*The high need for movement using land transportation encourages the development of transportation infrastructure provision, especially on land, both roads and bridges. The use of reinforced concrete as a bridge structure material, especially arch bridges, is difficult. Steel frame structure is a material that is often chosen as an alternative in the construction of bridge structures. This study aims to compare the existing bridge structure with the bridge structure as a result of the review, seen from the aspects of internal forces, aspects of structural strength, and placement reaction received by the sub-structure. The Pute River Arch Bridge is located in Bontoa District, Kab. Maros, precisely located on the national road section of the Pangkajene-Maros section, which is 37.80 km from Makassar City. This bridge serves the movement of national road traffic entering and leaving Makassar through the northern route. The data to be reviewed are the span data, existing dimensions, existing loading data and material data to be used. What distinguishes the arch bridge from other types of bridges is its arch element. In the curved element there is only a compressive force, then it has 2 foundations that hold the load from the structure. The greater the angle of curvature, the smaller the effect of the compressive force, but the span becomes smaller. In addition, the placement reaction that occurs on the review bridge is smaller than that of the existing bridge, so that the dimensions of the planned sub-structure are smaller.*

Keywords: Bridge, Curve, Super-structure

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Jembatan Pelengkung saat ini mayoritas menggunakan material beton bertulang. Beton merupakan bahan yang kuat terhadap gaya tekan. Pembuatan bekisting & penulangan beton jembatan lengkung rumit dilaksanakan dan membutuhkan waktu yang lama, sehingga memerlukan biaya yang mahal. Beton memiliki umur yang panjang, dan tidak perlu perawatan khusus dalam masa layannya. Dengan kondisi dan tipe jembatan yang ada saat ini, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menggunakan material baja dengan struktur rangka baja pada Jembatan pelengkung.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Mengetahui perbandingan antara struktur jembatan *existing* dengan struktur jembatan hasil tinjauan, dilihat dari aspek gaya-gaya dalam, aspek kekuatan struktur, dan reaksi perletakan yang diterima oleh sub-struktur.

## 2. Metode Penelitian

Peneliti membandingkan jembatan pelengkung dengan menggunakan data perencanaan *existing*, yaitu: data bentang, & dimensi *existing*, dan data pembebanan *existing* juga data material yang akan digunakan. Kemudian dibuatlah model jembatan pelengkung, dan memasukkan data-data tersebut ke dalam program SAP 2000. Kemudian dari hasil perencanaan, dan cek kekuatan struktur tidak aman, Maka Data perencanaan diubah sampai hasil desain dinyatakan aman. Kemudian digambarkan hasil perencanaan.

Dari hasil perencanaan akan dibandingkan dengan hasil desain *existing* dilihat dari aspek gaya-gaya dalam, kekuatan struktur, dan reaksi perletakan. Terakhir diambil kesimpulan dari perbandingan hasil perencanaan dengan hasil desain *existing*, dan saran dalam perencanaan jembatan lengkung.

### 2.1 Pembebanan Jembatan Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemen-elemen struktur lain yang dipikulnya. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktur, ditambah dengan elemen non-struktural yang dianggap tetap.

#### Beban mati tambahan (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

#### Beban Lajur (TD)

Beban lajur "D" terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang bergabung dengan beban garis (BGT)

#### Beban Truk (TT)

Pembebanan truk "T" terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat as.

#### Gaya Rem

Bekerjanya gaya-gaya diarah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi, harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan gaya rem sebesar 5% dari beban lajur "D" yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas

#### Beban pejalan kaki

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebaran yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk beban nominal 5 kPa.

#### Temperatur

Suhu yang mengakibatkan bahan menjadi lendut.

#### Aliran air, benda hanyut, dan tumbukan dengan batang kayu

Aliran, air, benda hanyut, dan tumbukan dengan batang kayu pada pier,

abutment, atau bagian super struktur yang bersentuhan dengan aliran air.

**Beban angin**

Angin dianggap bekerja secara merata pada seluruh bangunan atas. dan suatu kendaraan yang sedang berada diatas jembatan.

**Desain Respon Spektrum**

Getaran yang terjadi ditanah pada saat gempa yang berakibat dengan kepada bangunan jembatan.

**2.2 Pembebanan berdasarkan batas ultimit**

Perencanaan komponen struktur jembatan harus didasarkan terutama pada cara perencanaan berdasarkan batas ultimit yang harus memenuhi kriteria keamanan untuk semua jenis gaya dalam di dalam semua komponen struktur jembatan sebagai:

$$\phi R_n \geq \sum y_i Q_i \dots\dots\dots (1)$$

Demikian perencanaan berdasarkan batas ultimit dilakukan untuk mengantisipasi suatu kondisi batas ultimit, yang bisa terjadi antara lain:

- Terjadi keruntuhan lokal pada satu atau sebagian komponen struktur jembatan.
- Kehilangan keseimbangan statis, karna terjadi keruntuhan atau kegagalan pada sebagian komponen struktur atau keseluruhan struktur jembatan.
- Keadaan purna-elastis atau purna-tekek dimana satu bagian komponen jembatan atau lebih mencapai kondisi runtuh.
- Kerusakan akibat fatik dan korosi sehingga terjadi kehancuran.
- Kegagalan dari pondasi yang menyebabkan pergeseran yang berlebihan atau keruntuhan bagian utama dari jembatan.

**Tabel 1.** Faktor beban berdasarkan batas ultimit normal

Aksi	Lama Waktu	Faktor Beban
PMS	Tetap	*
PMA	Tetap	2.0/1.4 (2)
PSR	Tetap	1.0
PPL	Tetap	1.25
TD	Transien	1.8
TT	Transien	1.8
TB	Transien	1.8
TR	Transien	1.8
TP	Transien	1.8
TC	Transien	*
TE	Transien	1.2
TEF	Transien	*
TEW	Transien	1.2
TEQ	Transien	1.0
TCL	Transien	*

Keterangan:

\* = Penjelasan lebih lanjut

**2.3 Struktur Baja**

**Komponen Struktur Tarik**

Komponen struktur yang mengalami gaya tarik dapat mengalami 2 jenis kegagalan berupa leleh (*yield*) atau runtuh (*fracture*).

**Komponen Struktur Tekan**

Struktur yang mengalami gaya tekan adalah kemungkinan terjadinya tekuk (*buckling*) pada komponen tersebut.

**Komponen Balok**

Balok adalah komponen yang diberikan pembebanan yang tegak lurus pada arah sumbu batangnya, maka akan timbul momen lentur atau bending.

- Jika nilai  $\lambda \leq \lambda_p$ , maka komponen tersebut termasuk compact
- Jika nilai  $\lambda_p \leq \lambda_r$ , maka komponen tersebut termasuk non-compact
- Jika nilai  $\lambda \leq \lambda_r$ , maka komponen tersebut termasuk slender

### Sambungan paku keeling

Sambungan paku keling digunakan pada struktur baja dikarna getaran yang terjadi oleh kendaraan. Hal-hal yang perlu diperhitungkan adalah.

- Perhitungan jumlah paku keling
- Kerusakan sambungan
- Kemampuan sambungan

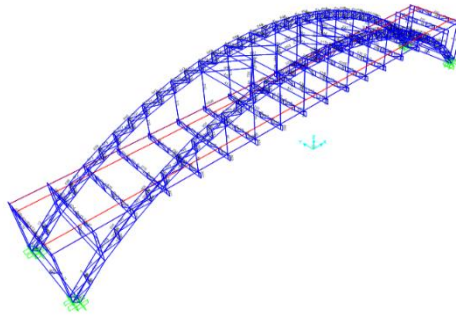
- Menentukan kekuatan dukung paku keling
- Daya guna

### 2.4 SAP 2000

Program SAP 2000 merupakan salah satu program analisis dan perancangan struktur. Sistem yang berbasis grafis membuat proses pembuatan model, pemeriksaan, dan penampilan hasil dapat dilakukan secara interaktif pada layar.

### Mengambar Model Struktur

Adapun model struktur tergambar sebagai berikut



Gambar 1 Model struktur jembatan pelengkung

### Definisi

Adapun parameter-parameter yang didefinisikan adalah

Material, terdiri dari

- Beton 35 MPa untuk plat lantai kendaraan
- Beton 30 MPa untuk plat pejalan kaki
- Baja JIS G550, dan
- Besi Tulangan 300 MPa.

Section Properties

- Batang Melintang
- Batang Pelengkung
- Batang I25
- Kabel Tarik (*Joist*)

Pembebanan terdiri dari Berat Sendiri (1), Beban Mati Tambahan (0), Angin (0), Lajur (0), Truk (0), Pejalan kaki (0), Gaya Rem (0), Suhu (0), Aliran (0).

Kombinasi Pembebanan, terdiri dari:

- Kombinasi 1: 1,1 MS + 2,0 MA + 1,8 TD + 1,8 TT + 1,8 TB + 1,2 ET + 1,2 EW + 1,5 EF
- Kombinasi 2: 1,1 MS + 2,0 MA + 1,8 TD + 1,8 TT + 1,8 TP + 1,8 TB + 1,2 ET
- Kombinasi 3: 1,1 MS + 2,0 MA + 1,8 TD + 1,8 TT + 1,8 TB + 1,5 EF
- Kombinasi 4: 1,1 MS + 2,0 MA + 1,8 TD + 1,8 TT + 1,8 TB + 1,2 ET + 1,2 EW
- Kombinasi 5 : 1,1 MS + 2,0 MA + 1,8 TD + 1,0 EQ

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Perbandingan Profil Jembatan

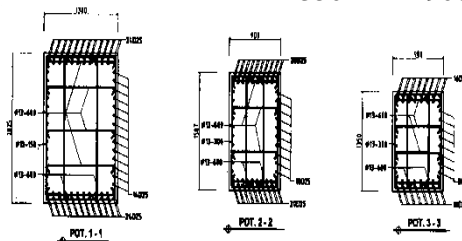
Desain Jembatan tinjauan menggunakan profil baja disusun menjadi rangka baja berbentuk pelengkung. Sedangkan, Desain Jembatan existing menggunakan

material beton yang dimensi pelengkung tidak prismatis.

**Elemen Pelengkung**

Desain existing Elemen pelengkung berbentuk non-prismatis. dimensi

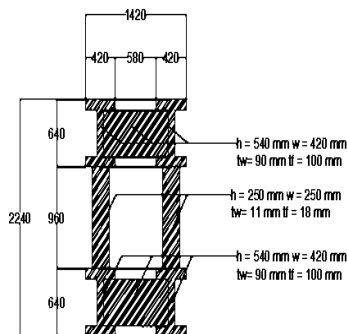
elemen pelengkung pada daerah tumpuan, yaitu: 2025 mm x 1300 mm (Potongan 1-1), dan semakin ketengah elemen pelengkung maka dimensi pelengkung semakin mengecil, yaitu: 1587 mm x 900 mm (Potongan 2-2), dan 1350 mm x 900 mm (Potongan 3-3).



**Gambar 2** Dimensi elemen pelengkung existing

Desain tinjauan elemen pelengkung berbentuk prismatis. Dimensi elemen pelengkung tetap sama pada daerah

tumpuan, dan ditengah elemen pelengkung.

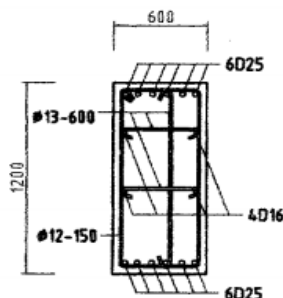


**Gambar 3** Dimensi elemen pelengkung tinjauan

**Elemen Melintang**

Elemen Melintang merupakan elemen yang menerima langsung beban dari

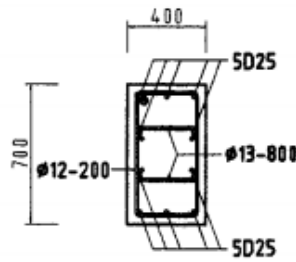
kendaraan. Desain Existing menggunakan 1 (satu) balok.



**Gambar 4** Dimensi elemen melintang existing

Sedangkan desain Tinjauan menggunakan 2 (dua) balok, karna 1 profil melintang tidak mampu menerima momen dari lantai kendaraan. Profil Melintang, yaitu: (h = 500 mm, w = 420

mm, tw = 80 mm, dan tf = 90 mm). Kedua profil melintang ini dihubungkan dengan profil I25 (h = 250 mm, w = 250 mm, tw = 11 mm, dan tf = 18 mm).

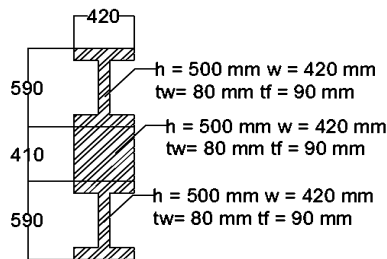


**Gambar 5** Dimensi elemen melintang tinjauan

**Elemen Kolom**

Elemen kolom merupakan elemen yang menerima beban dari lantai kendaraan

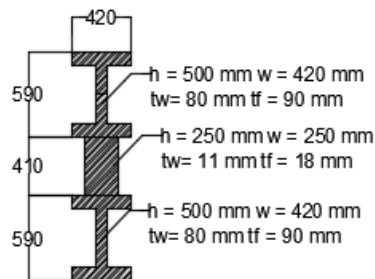
jembatan ke Elemen pelengkung, dan pondasi jembatan. Pada Elemen Kolom terjadi gaya tekan.



**Gambar 6** Dimensi elemen kolom existing

Desain Existing menggunakan material beton bertulangan dengan 1 (satu) balok. Sedangkan, Desain Tinjauan menggunakan 2 (dua) profil ( $h = 250$

mm,  $w = 250$  mm,  $tw = 11$  mm, dan  $tf = 18$  mm). Penggunaan 2 profil ini untuk menghindari dari bahaya tekuk akibat beban tekan.



**Gambar 7** Dimensi elemen kolom tinjauan

**Elemen Tarik**

Elemen Tarik merupakan elemen yang menghubungkan elemen meleintang dengan elemen pelengkung. Pada elemen Tarik terjadi gaya Tarik akibat beban dari elemen melintang yang selanjutnya dipikul oleh elemen pelengkung. Pada Desain existing menggunakan tendon 12 Ø 0.5 inc. yang dilindungi dengan beton bertulang. Untuk desain tinjauan juga menggunakan tendon 12 Ø 0.5 inc, yang dilindungi dengan plat dengan tebal 5 mm.

**Elemen Ikatan Angin**

Elemen Ikatan angin merupakan elemen yang berfungsi sebagai pengaku antara elemen pelengkung. Desain Existing menggunakan material beton bertulangan dengan dimensi berbeda disesuaikan dengan dimensi elemen pelengkung dimana elemen ikatan angin terletak. Pada desain tinjauan menggunakan 2 (dua) profil I25.

**3.2 Perbandingan Gaya-gaya Dalam**

Persentase perbandingan gaya-gaya dalam adalah nilai gaya existing, atau

gaya hasil tinjauan dibagi dengan jumlah gaya existing, dan gaya hasil tinjauan. Rumus Persen Perbandingan, yaitu:

$$\% P = \frac{GE}{GE + GT} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

% P = Persen Perbandingan

GE = Nilai gaya existing

GT = Nilai gaya tinjauan

**Tabel 2.** Perbandingan gaya dalam pada elemen pelengkung

No.	Frame	Nilai	Jembatan eksisting			Jembatan tinjauan		
			P %	V3 %	M3 %	P %	V3 %	M3 %
1	AB1	Maks.	51,72	8,27	2,64	48,28	91,73	97,36
		Min.	49,68	7,61	8,50	50,32	92,39	91,50
2	AB2	Maks.	49,08	37,39	65,68	50,92	62,61	34,32
		Min.	47,57	31,92	66,45	52,43	68,08	33,55
3	AB3	Maks.	49,05	75,30	80,65	50,95	24,70	19,35
		Min.	47,91	22,12	80,38	52,09	77,88	19,62
4	AB4	Maks.	48,80	55,58	79,09	51,20	44,42	20,91
		Min.	48,59	22,77	78,78	51,41	77,23	21,22
5	AB5	Maks.	65,84	0,31	85,93	34,16	99,69	14,07
		Min.	65,67	0,30	86,14	34,33	99,70	13,86
6	AB6	Maks.	48,61	39,91	74,35	51,39	60,09	25,65
		Min.	48,44	23,36	74,79	51,56	76,64	25,21
7	AB7	Maks.	48,57	9,99	72,91	51,43	90,01	27,09
		Min.	48,42	4,40	73,69	51,58	95,60	26,31
8	AB8	Maks.	48,67	7,79	59,59	51,33	92,21	40,41
		Min.	48,50	8,36	65,05	51,50	91,64	34,95
9	AB9	Maks.	48,48	0,39	14,44	51,52	99,61	85,56
		Min.	48,48	37,50	23,55	51,52	62,50	76,45

**3.3 Reaksi Perletakan**

Reaksi perletakan adalah beban yang diterima oleh pondasi, atau sub struktur dari aksi super struktur. Reaksi

perletakan akan menentukan jenis, dan dimensi sub struktur yang akan direncanakan.

**Tabel 3** Perbandingan reaksi perletakan dalam persen

Reaksi Satuan		Jembatan Existing				Jembatan Tinjauan			
		A	B	C	D	A	B	C	D
F1	%	60,22	60,24	60,22	60,24	39,78	39,76	39,78	39,76
F2	%	94,85	95,08	95,14	94,67	5,15	4,92	4,86	5,33
F3	%	64,14	64,16	64,13	64,17	35,86	35,84	35,87	35,83
M1	%	99,73	99,39	99,30	99,99	0,27	0,61	0,70	0,01
M2	%	27,29	27,21	27,29	27,19	72,71	72,79	72,71	72,81
M3	%	96,17	96,34	96,39	96,03	3,83	3,66	3,61	3,97

**4. Penutup**

Dari hasil analisis, desain, dan perbandingan antara jembatan existing dengan jembatan tinjauan, maka dapat disimpulkan bahwa.

- 1) Pada elemen pelengkung terjadi gaya tekan, dimana gaya tekan terbesar terjadi pada elemen pelengkung dekat tumpuan, dan semakin mengecil ditengah struktur pelengkung. Gaya normal pada desain existing lebih besar dari pada

desain tinjauan. Sehingga, dimensi elemen pelengkung untuk desain tinjauan lebih kecil, dan berongga yang merupakan rangka batang.

- 2) Pada elemen melintang dari perbandingan momen pada desain tinjauan lebih kecil dari Desain Existing yang berarti lendutan yang terjadi lebih kecil. Sehingga, desain hasil tinjauan dapat lebih kecil dari pada desain existing. Namun, pada desain hasil tinjauan merupakan rangka baja dimana lebih tinggi dari pada desain existing.
- 3) Pada elemen kolom perbandingan gaya tekan pada desain tinjauan lebih kecil dari Desain Existing untuk K1, dan K3. Namun, gaya tekan pada desain tinjauan lebih besar dari Desain Existing untuk K2. Pada desain hasil tinjauan menggunakan 2 batang, karena bahaya tekuk disebabkan gaya disentris.
- 4) Reaksi perletakan yang terjadi pada jembatan tinjauan lebih kecil dari pada jembatan existing, sehingga dimensi sub struktur yang direncanakan lebih kecil. Momen arah sumbu Y (M2) pada reaksi perletakan berbeda, dimana jembatan existing serong ke arah gunung, dan jembatan hasil tinjauan serong ke arah pantai pada lokasi jembatan.

## Daftar Pustaka

- Bambang Supriyadi, Dr., Ir., CES.,DEA, & Agus Setyo Muntohar, ST. (2007). Yogyakarta. *Jembatan, cetakan ke-IV*. Beta Offset.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Standar Pembebanan untuk Jembatan (RSNI T-02-2005)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005) *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (RSNI T-03-2005)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur bangunan gedung, dan non-gedung (SNI 1726:2012)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2011). *Pemeliharaan Jembatan Pelengkung Baja (017/BM/2011)*. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Sunggono kh, Ir. 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung. Penerbit Nova.
- Wai-Fah Chen, & Lian Duan. (2000). *Bridge Engineering Handbook*. Berkeley. CRC Press LLC.