

# PERENCANAAN JEMBATAN PELENGKUNG BETON DI SIMPANG SUSUN DELTAMAS UNTUK MENINGKATKAN KONEKTIVITAS DAN EFISIENSI MOBILISASI

Yogi Qur'ano Fahrezi<sup>1</sup>, Ketut Aswatama Wismamitra<sup>2</sup> dan Nanin Meyfa Utami<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37, Jember

e-mail: [211910301140@mail.unej.ac.id](mailto:211910301140@mail.unej.ac.id); [anoyog7@gmail.com](mailto:anoyog7@gmail.com)

<sup>2,3</sup>Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37, Jember

e-mail: [ketut.teknik@unej.ac.id](mailto:ketut.teknik@unej.ac.id); [19865112023212029@mail.unej.ac.id](mailto:19865112023212029@mail.unej.ac.id); [nanin.Meyf@gmail.com](mailto:nanin.Meyf@gmail.com)

## ABSTRACT

The design of a through-type concrete arch bridge was conducted at the Deltamas Interchange, Bekasi Regency, to address elevation challenges between the district road and access to the Jakarta-Cikampek toll road. The bridge was designed with a span of 20 meters, a width of 9 meters, and an elevation height of 20 meters. Structural analysis was carried out using SAP2000 V.22 software, with design illustrations created in AutoCAD 2021. The planning loads included dead loads, live loads, and environmental factor loads according to SNI 1725-2016. The results show that the bridge structure efficiently distributes loads, improves connectivity, enhances traffic flow, and supports sustainable infrastructure development in the region.

**Keywords:** Bridge, Concrete, Arch, Cable, SAP2000

## ABSTRAK

Perencanaan jembatan pelengkung beton tipe lantai bawah (*through type*) dilakukan di Simpang Susun Deltamas, Kabupaten Bekasi, untuk mengatasi tantangan elevasi antara jalan kabupaten dan akses tol Jakarta-Cikampek. Jembatan dirancang dengan bentang 20 meter, lebar 9 meter, dan tinggi elevasi 20 meter. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 V.22, dengan penggambaran desain menggunakan AutoCAD 2021. Beban perencanaan meliputi beban mati, hidup, dan beban faktor lingkungan sesuai SNI 1725-2016. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa struktur jembatan dapat mendistribusikan beban dengan efisien, meningkatkan konektivitas, kelancaran lalu lintas, dan mendukung pengembangan infrastruktur yang berkelanjutan di wilayah tersebut.

**Kata kunci:** Jembatan, Beton, Pelengkung, Kabel, SAP2000

## 1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah konstruksi yang menghubungkan jalan terputus akibat rintangan seperti sungai, jurang, atau simpang susun jalan. Infrastruktur ini mendukung konektivitas, memperlancar mobilitas manusia dan barang, serta mendorong pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah. Ada banyak jenis jembatan yang dibangun di seluruh dunia, yang dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis penyangga, jenis gelagar, jenis bahan, metode konstruksi, dan jenis penggunaan (Naser, 2021). Struktur jembatan terdiri dari berbagai jenis, termasuk jembatan rangka (*truss bridge*), jembatan gantung (*suspension bridge*), jembatan gelagar (*beam bridge*), jembatan kabel (*cable-stayed*), jembatan box girder, jembatan pelengkung (*arch bridge*), serta jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*).

Di antara berbagai jenis jembatan tersebut, jembatan pelengkung memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri. Jembatan lengkung adalah struktur jembatan yang memiliki bentuk menyerupai setengah lingkaran dengan abutmen di kedua ujungnya. Lengkungan

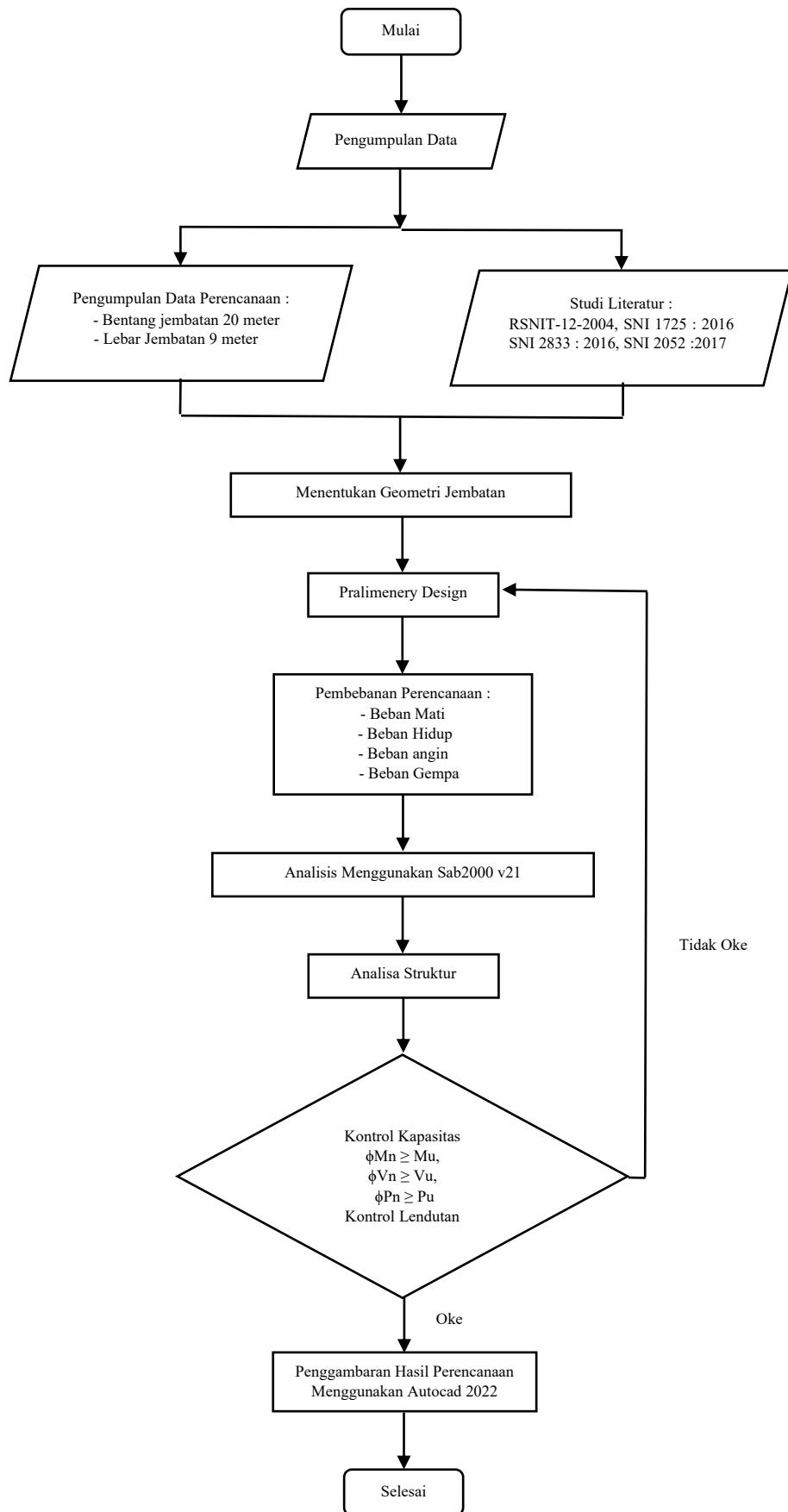
pada jembatan berfungsi menyalurkan beban dari lantai kendaraan ke abutmen, sehingga kedua sisi jembatan tetap stabil dan tidak mengalami pergeseran lateral (Christin dkk., 2022). Jembatan lengkung memiliki kelebihan dapat menghemat 15% volume beton dibandingkan jembatan gelagar lurus sehingga lebih ekonomis dalam dimensi dan penulangan (Sulistyantoro dan Suharyatmo, 2023). Jembatan lengkung beton dapat mencapai bentang 90 m, dan bentang yang lebih panjang dapat dicapai dengan beton bertulang komposit (Tristanto dan Redrik, 2010). Desain lengkung juga mengurangi momen tekuk pada struktur bentang panjang (Masagala, 2022). Oleh karena itu, peran lengkungan harus diperhatikan dalam tinggi lengkung dan panjang lengkung agar mampu memikul beban yang akan disalurkan ke pondasi (Aminullah, 2018). Dalam kenyataannya, jembatan yang terbuat dari material beton lebih berat dibandingkan dengan material lainnya. Dalam perencanaan bangunan, berbagai kriteria dipertimbangkan terkait fungsi bangunan, sistem struktur, aspek ekonomi, dan nilai keindahan. Untuk mengatasi beratnya struktur jembatan, dapat menggunakan kabel *stayed* dari baja untuk menahan gaya-gaya yang terjadi pada lantai jembatan, gelagar memanjang, gelagar melintang, dan gelagar tepi jembatan. Kabel baja memiliki kualitas yang tinggi dibandingkan dengan baja solid lainnya. Jika bentangan pada baja solid mempunyai nilai kuat tarik (Fy) sebesar 300 MPa, maka pada kabel baja dapat menahan tarik 1500 MPa (Ang dkk., 2021). Namun, satu hal yang perlu dipertimbangkan dalam struktur kabel adalah tidak dapat menahan gaya aksial tekan (Pratomo, 1994).

Untuk meningkatkan mobilitas dan efisiensi transportasi, pembangunan akses jalan tol yang menghubungkan Kawasan Industri Deltamas dengan jalan tol Jakarta-Cikampek sedang berlangsung untuk mempercepat pengiriman barang dan logistik. Tantangan muncul akibat persinggungan antara jalan kabupaten dan akses tol di simpang susun, terutama karena perbedaan elevasi. Sebagai solusi, direncanakan jembatan pelengkung beton tipe lantai bawah (*through type*). Jembatan ini memiliki struktur melengkung, efektif dalam mendistribusikan beban dari dek ke tumpuan di ujungnya, mengurangi tekanan pada bagian tengah. Jembatan ini direncanakan memiliki bentang panjang 20 m, lebar 9 m, dan tinggi elevasi 20 m, terletak di Jl. Sukabungah, Desa Sukabungah, Kecamatan Bojongmangu, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Pembangunan jembatan pelengkung beton di simpang susun Deltamas diharapkan dapat meningkatkan kelancaran arus lalu lintas dan memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi serta keamanan transportasi barang dari Kawasan Industri Deltamas menuju jalan tol Jakarta-Cikampek.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

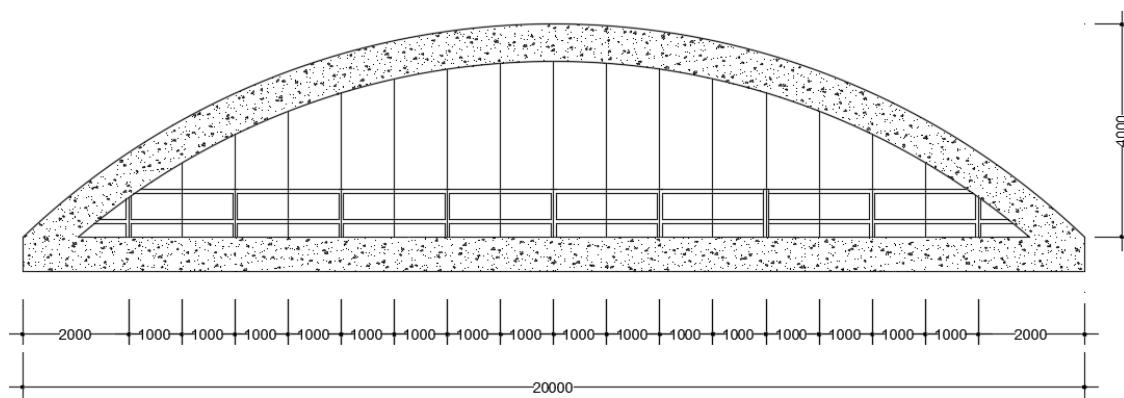
- a. Pengumpulan Data: Meliputi data teknis dan lokasi dari PT Waskita Karya Tbk terkait proyek tol Jakarta-Cikampek II.
- b. Studi Literatur: Mengacu pada SNI 1725-2016 dan peraturan terkait lainnya.
- c. Perancangan Struktur:
  - Dimensi: Panjang bentang 20 m, lebar 9 m.
  - Material: Beton bertulang mutu  $fc' = 40$  MPa dan baja tulangan 240 Mpa.
  - Beban: Beban mati, hidup, angin, dan gempa sesuai standar SNI.
- d. Analisis Struktur: Menggunakan SAP2000 V.22 untuk validasi kekuatan dan distribusi beban.
- e. Penggambaran Desain: Menggunakan AutoCAD 2021 untuk menyajikan Detail Engineering Design (DED).



### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Perencanaan

Bentang Jembatan	: 20 meter
Lebar Jembatan	: 9 meter
Tinggi Jembatan	: 4 meter
Lebar Jalan	: 3,5 meter
Lebar Trotoar	: 1 meter
Matarial Jembatan	: Beton Bertulang
Mutu Bahan	: $f_c' = 40 \text{ Mpa}$
	: $f_y = 240 \text{ Mpa}$
Jenis Jembatan	: Jembatan Pelengkung Beton
Fungsi Jembatan	: Jembatan Jalan Raya



**Gambar 7.** Tampak Samping Jembatan

#### 3.2. Perencanaan Sandaran

Perencanaan sandaran merupakan pembatas yang berfungsi sebagai pengaman untuk menjaga keselamatan pengguna trotoar atau pejalan kaki agar tidak jatuh ke dalam sungai. Pada perencanaan ini, direncanakan tiang sandaran dengan material baja dalam bentuk profil pipa  $\varnothing 8,91 \text{ cm}$ .

#### 3.3. Perencanaan Pelat Trotoar

Dalam perencanaan pelat trotoar jembatan, digunakan kombinasi pembebanan kuat 1 sebagai dasar analisis untuk menentukan nilai momen maksimum yang terjadi pada struktur. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa pelat trotoar mampu menahan beban secara aman dan efisien sesuai dengan kondisi pembebanan maksimum yang mungkin terjadi selama masa operasional jembatan. Proses dan hasil perhitungan rinci pelat trotoar tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1:** Penulangan Pelat Lantai

Struktur	Pelat Lantai Trotoar
Lebar Trotoar	100 Cm
Tebal Pelat Trotoar	30 Cm
Mutu beton $f_c'$	30 Mpa
Mutu baja $f_y$	240 Mpa
Tulangan Pokok	D14-100 mm
Tulangan Logitudinal	D14-300 mm

### 3.4. Pelat Kendaraan

Dalam perencanaan pelat lantai kendaraan jembatan, digunakan kombinasi pembebanan kuat 1 sebagai dasar analisis untuk menentukan nilai momen maksimum yang terjadi pada struktur. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa pelat trotoar mampu menahan beban secara aman dan efisien sesuai dengan kondisi pembebanan maksimum yang mungkin terjadi selama masa operasional jembatan. Proses dan hasil perhitungan rinci pelat lantai kendaraan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2:** Penulangan Pelat Lantai Kendaraan

Struktur	Pelat Lantai Trotoar
Lebar Pelat Kendaraan	450 Cm
Panjang Pelat Kendaraan	500 cm
Tebal Pelat Trotoar	20 Cm
Mutu beton $f_c$	30 Mpa
Mutu baja $f_y$	240 Mpa
Tulangan Lapangan Arah X	D19 – 200 mm
Tulangan Tumpuan Arah X	D19 – 200 mm
Tulangan Lapangan Arah Y	D19 – 250 mm
Tulangan Tumpuan Arah Y	D19 – 250 mm
Tulangan Bagi	D19 – 250 mm

### 3.5. Balok Jembatan

Dalam perencanaan balok jembatan, digunakan kondinasi pembebanan kuat 1 untuk menentukan momen maksimum yang terjadi pada struktur yang digunakan untuk menentukan tulangan yang akan digunakan. Analisis menggunakan progam SAP2000.

**Tabel 3:** Penulangan Balok Jembatan

Dimensi	Tulangan Lapangan	Tulangan Tumpuan	Tulangan Geser
650 x 450 mm	3 – D32 ( $As = 2380 mm^2$ )	9 – D32 ( $As = 7150 mm^2$ )	$\varnothing 14 – 100 mm$
	2 – D32 ( $As' = 1590 mm^2$ )	2 – D32 ( $As' = 1590 mm^2$ )	$\varnothing 14 – 100 mm$
700 x 450 mm	3 – D32 ( $As = 2380 mm^2$ )	20 – D32 ( $As' = 16900 mm^2$ )	$\varnothing 14 – 150mm$
	2 – D32 ( $As' = 1590 mm^2$ )	7 – D32 ( $As' = 5560 mm^2$ )	$\varnothing 14 – 150mm$

### 3.6. Pelengkung Jembatan

Pelengkung jembatan berfungsi sebagai elemen utama yang terhubung secara langsung dengan balok dan kabel jembatan. Hubungan ini memungkinkan pelengkung menerima dan menyalurkan seluruh beban yang bekerja pada struktur, termasuk beban kendaraan, pejalan kaki, serta beban tambahan lainnya, seperti angin dan gempa. Dengan peran pentingnya dalam mendistribusikan beban, pelengkung jembatan dirancang untuk memastikan

kestabilan dan kekuatan keseluruhan sistem jembatan, sehingga dapat beroperasi dengan aman dan efisien dalam berbagai kondisi pembebahan.

**Tabel 4** : Penulangan Pelengkung

Dimensi	Tulangan Pelengkung	Tulangan Geser
700 x 350 mm	9 – D19 mm ( $As = 2580 mm^2$ )	$\varnothing 14 – 100 mm$

### 3.7. Kabel Jembatan

Perencanaan kabel penggantung direncanakan berdasarkan SNI 1725 – 2016 kombinasi pembebahan kuat 1 pada software SAP2000 yang didapat  $P_u = 234,63 \text{ kN}$ . Pada perencanaan ini digunakan produk *tension rod* dari perusahaan *Macalloy*, digunakan kabel Macally M30 diamater 28 mm dengan minimum yield load 249 kN >  $P_u = 234,63 \text{ kN} \dots !!!$

**Table 3 - Tendon Capacities for Carbon and Stainless Macalloy 520**

Thread	Units	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90	M100	M105
Nominal Bar Dia.	mm	10	11	15	19	22	28	34	39	45	52	60	72	82	87	97	102
Min. Yield Load	kN	28	41	77	122	176	284	411	566	746	1030	1360	1985	2531	2862	3585	3979
Min. Break Load	kN	35	52	98	155	223	360	522	719	946	1308	1727	2520	3212	3633	4551	5279
Design Resistance to EC3 $N_{u,d}$	kN	26	38	71	112	161	257	376	518	682	942	1244	1814	2313	2616	3277	3801
Nominal Bar Weight	(kg/m)	0.5	0.75	1.4	2.2	3	4.8	7.1	9.4	12.5	16.7	22.2	32	41.5	46.7	58	64.1

**Gambar 6.** Kapasitas Kabel

### 3.8. Kontrol Lendutan

Berdasarkan analisis menggunakan SAP2000 v. 22 didapat lendutan sebesar 37mm. lendutan yang diijinkan untuk jembatan yaitu  $L/400 = 20000 / 400 = 50 \text{ mm}$ . jadi, lendutan yang terjadi  $21 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$  sehingga jembatan aman digunakan.

## 4. KESIMPULAN

Perencanaan jembatan beton pelengkung tipe lantai bawah (*Through Arch*) di Simpang Susun Deltamas bertujuan untuk meningkatkan konektivitas dan efisiensi mobilisasi. Perencanaan ini dilakukan dengan geometri jembatan yang telah dirancang berdasarkan SNI 1725-2016 untuk pembebahan, serta analisis struktur menggunakan SAP2000 dan perhitungan manual. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas struktur yang dirancang telah memenuhi syarat keamanan, termasuk kontrol kapasitas momen, geser, dan lendutan. Jembatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan infrastruktur berkelanjutan dan menjadi solusi dalam pembangunan akses jalan tol yang bersinggungan langsung dengan jalan eksisting pada elevasi yang berbeda.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Aminullah, A. (2018). *Optimasi Geometri Berdasarkan Gaya – Gaya Dalam Pada Jembatan Pelengkung Beton*. In 146 INERSIA (Issue 2). [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spekr](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spekr)

2. Budio, S. P., Anggraini, R., Remayanti, C., Made, I., & Widia, B. A. (2016). *Optimasi Desain Jembatan Pelengkung (Arch Bridge) Terhadap Berat dan Lendutan* (Vol. 10, Issue 3).
3. Badan Standarisasi Nasional.2016. *SNI 1725-2016 Pembebanan untuk jembatan*.Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
4. Badan Standarisasi Nasional.2017. *SNI 2052-2017 Baja Tulangan Beton*.Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
5. Christin, H. M., Supriyadi, A., & Sangadji, S. (2022). *Perencanaan Ulang Jembatan Busur di Sungai Code Yogyakarta*. *Matriks Teknik Sipil*, 10(1), 60. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i1.55540>
6. Graybeal, B. A., Graybeal, B., & Helou, R. (2023). *Design of Ultra-High Performance Concrete Bridges*. <https://www.researchgate.net/publication/372884662>
7. Masagala, A. A. (2022). *Desain Struktur Jembatan Kereta Api Tipe Concrete Through Arch: Studi Kasus Jembatan Kereta Api BH 1828 Purworejo*. *Semesta Teknika*, 25(1), 71–79. <https://doi.org/10.18196/st.v25i1.13734>
8. Naser, A. F. (2021). *Elastic Investigation of Piers Numbers Effects in Transverse Direction on the Stiffness of Continuous and Simply Supported Bridges*. *Jurnal Kejuruteraan*, 33(4), 915–926. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2021-33\(4\)-14](https://doi.org/10.17576/jkukm-2021-33(4)-14)
9. Manual Kontruksi dan Bangunan No. 009/BM/2008 *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan*
10. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Pedoman Perencanaan Teknis Jembatan Beruji Kabel*. 08/SE/M/2015. Jakarta
11. Sulistyantoro, T. N., & Suharyatmo. (2023). *Desain Struktur Jembatan Grembyangan Tipe Pelat Pelengkung Beton Bertulang*. *Jurnal Simetrik*, 669–676Tristanto, L., & Redrik, I. (2010). *Kajian Dasar Perencanaan dan Pelaksanaan Jembatan Pelengkung Beton*. *Jurnal Jalan - Jembatan*, 155–166.