

ARTIKEL ILMIAH

**DESAIN JEMBATAN SARIBAYE – KARANG BAYAN DENGAN
PERENCANAAN STRUKTUR PELENGKUNG BETON**

Design of Saribaye - Karang Bayan Bridge With Concrete Arch Structure Planning



Oleh :

Aprillian Rizki Ahmadi

F1A 018 012

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2023

Artikel Ilmiah

**DESAIN JEMBATAN SARIBAYE – KARANG BAYAN DENGAN
PERENCANAAN STRUKTUR PELENGKUNG BETON**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



I Nyoman Merdana, ST., MT.
NIP. 19680913 199703 1 001

Tanggal :

2. Pembimbing Pendamping



Fathmah Mahmud, ST., MT.
NIP. 19711109 200012 2 001

Tanggal :

Mengetahui,
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Haryadi, ST., MSc(Eng)., Dr. Eng.
NIP. 19731027 199802 1 001

Artikel Ilmiah

**DESAIN JEMBATAN SARIBAYE – KARANG BAYAN DENGAN
PERENCANAAN STRUKTUR PELENGKUNG BETON**

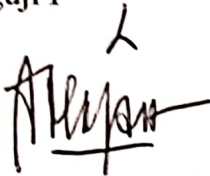
Oleh:

**Aprillian Rizki Ahmadi
F1A 018 012**

Telah diujikan di depan tim Penguji
Pada tanggal 22 Februari 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1
Jurusan Teknik Sipil

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



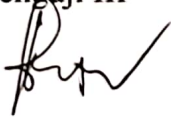
Ir. Suryawan Murtiadi, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19580718 199303 1 001

2. Penguji II



Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19760804 200003 2 001


3. Penguji III



I Wayan Sugiarta, ST., MT.
NIP. 19690620 199702 1 001

Mataram, Februari 2023
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram




Muhammad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

DESAIN JEMBATAN SARIBAYE – KARANG BAYAN DENGAN PERENCANAAN STRUKTUR PELENGKUNG BETON

(Design Of The Saribaye – Karang Bayan Bridge With The Design Concrete Arch Bridge Structure)

Aprillian Rizki Ahmadi¹, I Nyoman Merdana², Fathmah Mahmud²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh sarana transportasi. Dimana sarana transportasi dapat memudahkan masyarakat dalam berbagai aktivitas, salah satunya berupa jembatan. Apabila sarana transportasi sudah ada maka perekonomian khususnya di daerah tersebut pastinya akan meningkat dengan pesat jika dibandingkan dengan sebelumnya. Menyadari pentingnya hal tersebut pemerintah Kabupaten Lombok Barat melalui Dinas Pekerja Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melakukan pembangunan jembatan di Saribaye – Karang Bayan. Perencanaan Jembatan Sari Baye Karang Bayan di desain dengan panjang 60 m dan lebar lebar 7 m dengan tipe jembatan pelengkung beton.

Data yang dibutuhkan ialah data primer berupa elevasi dari muka air banjir dan data sekunder yaitu data umum jembatan antara lain data sondir dan data topografi. Proses menganalisis pembebanan dilakukan berdasarkan SNI 1725-2016 yang bekerja pada jembatan. Dalam perencanaan jembatan ini dilakukan perhitungan secara manual selanjutnya dimodelkan dan dianalisis ulang menggunakan software SAP 2000.

Hasil analisa panjang jembatan 60 m dan lebar jembabatan 7 m, pelat lantai dengan tebal 250 mm, balok pelengkung dimensi 1200 mm x 700 mm, balok diafragma pelengkung dimensi 850 mm x 850 mm, balok melintang dimensi 1000 mm x 600 mm, balok memanjang dimensi 800 mm x 400 mm, balok diafragma dimensi 500 mm x 200 mm, fondasi menggunakan pondasi telapak dengan Panjang 11 m lebar 6 m dan tebal 1,7 m dengan menggunakan mutu beton f'c 30 MPa dan mutu baja fy 420 MPa.

Kata kunci : Jembatan Pelengkung, Beton, Jembatan Saribaye – Karang Bayan

ABSTRACT

The economic growth of an area is strongly influenced by transportation facilities. Where transportation facilities can facilitate the community in various activities, one of which is in the form of a bridge. If transportation facilities already exist, the economy, especially in the area, will certainly increase rapidly compared to before. Realizing the importance of this, the West Lombok Regency government, through the Public Works and Public Housing Office (PUPR), is building a bridge at Saribaye - Karang Bayan. Sari Baye Karang Bayan Bridge Planning is designed with a length of 60 m and a width of 7 m for a concrete arch bridge type.

The data needed are primary data in the form of elevations from the flood level and secondary data, namely general bridge data, including sondir data and topographic data. The process of analyzing the loading is carried out based on SNI 1725-2016, which works on the bridge. In planning this bridge, manual calculations were carried out and then modeled and re-analyzed using SAP 2000 software.

The results of the analysis of the bridge length of 60 m and the bridge width of 7 m, floor slabs with a thickness of 250 mm, curved beams with dimensions of 1200 mm x 700 mm, curved diaphragm beams with dimensions of 850 mm x 850 mm, transverse beams with dimensions of 1000 mm x 600 mm, longitudinal beams with dimensions of 800 mm x 400 mm, diaphragm beams with dimensions of 500 mm x 200 mm,

foundations using footing foundations with a length of 11 m, width of 6 m and thickness of 1.7 m using concrete quality f_c 30 MPa and steel quality f_y 420 MPa.

Keywords : Bending Bridge, Concrete, Saribaye - Karang Bayan Bridge

A. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu konstruksi yang menghubungkan dua jalan yang terputus baik itu lembah, sungai, atau bahkan pulau sekalipun yang terpisah cukup jauh. Secara umum jembatan pelengkung sangat menguntungkan dari pada jembatan konvensional yang sering di gunakan saat ini. Suatu jembatan terdiri atas bagian bawah dan bagian atas. Bagian bawah memikul atau mendukung bagian atas jembatannya dan meneruskan beban bagian atas beserta beban lalu-lintasnya ke dasar tanah. Bagian bawah terdiri atas tembok-tembok pangkal dan pilar-pilar (jika pilar ada).

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh sarana transportasi. Dimana sarana transportasi dapat memudahkan masyarakat dalam berbagai aktivitas, salah satunya berupa jembatan. Sarana transportasi yang baik sangat menunjang ekonomi khususnya di daerah tersebut. Apabila sarana transportasi sudah ada maka perekonomian khususnya di daerah tersebut pastinya akan meningkat dengan pesat jika dibandingkan dengan sebelumnya. Menyadari pentingnya hal tersebut pemerintah Kabupaten Lombok Barat melalui Dinas Pekerja Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melakukan pembangunan jembatan di Saribaye – Karang Bayan.

Dalam melakukan pemilihan jenis struktur pada perencanaan jembatan diperlukan pertimbangan-pertimbangan antara lain bentang jembatan, beban lalu lintas dan lain sebagainya. Terutama pada pertimbangan bentang jembatan yang ada pada kondisi lapangan dapat dipertimbangkan jenis jembatan yang akan di rencanakan dan tentunya lebih efisien.

Perencanaan Jembatan Sari Baye Karang Bayan di desain dengan panjang 60 m dan lebar lebar 7 m dengan tipe jembatan pelengkung beton. Jembatan pelengkung beton memiliki beberapa

kelebihan yaitu dapat di bangun dengan bentang panjang tanpa adanya pilar tengah pada jembatan tersebut, sehingga tidak terjadi tumpukan sampah pada pilar tengah jembatan (jika ada) dan memanfaatkan sifat beton yaitu kuat terhadap kuat tekan, dimana gaya-gaya dalam yang bekerja pada bagian pelengkung beton lebih dominan mengalami tekan dibandingkan tarik, sehingga dari segi dimensi balok yang di rencanakan akan jauh lebih efisien jika di rencanakan menggunakan jembatan pelengkung. Dari segi estetik jembatan pelengkung memiliki nilai tersendiri dan bahkan dari keamanan sudah terjamin kualitasnya.

Adapun tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara menganalisis pembebanan terhadap struktur jembatan pelengkung beton.
2. Untuk mengetahui cara merencanakan struktur atas dan bawah jembatan.
3. Untuk mengetahui cara mengaplikasikan ke dalam gambar kerja Teknik sesuai dengan perencanaan dan perhitungan pada jembatan.

B. DASAR TEORI

1. Bagian-bagian struktur jembatan

Menurut departemen pekerja umum (pengantar dan prinsip-prinsip perencanaan bangunan bawah / pondasi jembatan, 1988) suatu bangunan jembatan pada umumnya terdiri dari 6 bagian pokok, yaitu:

- a) Bangunan atas.
- b) Landasan.
- c) Bangunan bawah.
- d) Pondasi.
- e) Oprit.
- f) Bangunan pengaman jembatan.

2. Tinjauan umum jembatan

Dalam merencanakan jembatan ada

beberapa hal yang harus dipertimbangkan baik segi ekonomis maupun teknis sesuai dengan kebutuhan. Dengan perkembangan zaman, berbagai macam, bentuk maupun jenis material jembatan mengalami perubahan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini.

Menurut sumadilaga (2010), jembatan terbagi menjadi 2 bagian utama struktur yaitu struktur atas (superstruktur), struktur bawah (substruktur) dan fondasi jembatan. Perencanaan struktur atas meliputi pemilihan tipe struktur atas, proses perencanaan dan perhitungan struktur sesuai dengan peraturan yang berlaku termasuk juga beban gempa. Perencanaan fondasi meliputi pemilihan tipe pondasi yang sesuai dengan karakteristik beban dan tanah untuk mendapatkan daya dukung yang dipersyaratkan.

3. Jembatan busur beton

Jembatan busur adalah suatu tipe jembatan yang menggunakan prinsip kestabilan dimana gaya-gaya yang bekerja di atas jembatan ditransformasikan ke bagian akhir lengkung atau abutment. Transformasi beban pada jembatan busur berbeda-beda disesuaikan dengan bentuk ikatan ataupun bentuk struktur yang di gunakan (Fahrulloh, 2016).

Berdasarkan letak lantai kendaraannya, beberapa bentuk jembatan busur yang umum dipakai yaitu:

- Deck Arch
- Through Arch
- A Half-Through Arch

4. Pembebanan jembatan

a. Beban Mati

Beban mati jembatan merupakan kumpulan berat setiap komponen struktur dan non-struktur yang di anggap tetap. Beban mati akibat berat sendiri struktur dan beban non-struktur akibat berat dari luar elemen struktur seperti lapisan aspal dan lain-lain.

b. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan – kendaraan yang bergerak atau pejalan kaki yang di anggap sebagai beban hidup yang bekerja pada jembatan. Beban

hidup yang di gunakan pada jembatan ini adalah berupa beban lalu lintas yang sesuai dengan SNI 1725 – 2016. Beban lalu lintas terdiri atas beban laju “D” dan beban truk “T”.

c. Beban Angin

Tekanan angin horizontal ditentukan dalam hal ini disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar 126 km/jam. Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm di atas permukaan tanah atau air, kecepatan angin rencana, V_{DZ} , dihitung dengan persamaan berikut :

$$V_{DZ} = 2,5V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

d. Pengaruh gempa

Kombinasi gaya gempa diambil dari peraturan jembatan terhadap beban gempa SNI 2833:2016. Gaya gempa elastis yang bekerja pada struktur jembatan harus dikombinasikan sehingga memiliki 2 tinjauan pembebanan sebagai berikut:

- 100% gaya gempa pada arah X dikombinasikan dengan 30% gaya gempa pada arah Y
- 100% gaya gempa pada arah Y dikombinasikan dengan 30% gaya gempa pada arah X

Sehingga apabila diaplikasikan dengan memperhitungkan variasi arah maka kombinasi gaya yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$DL + \gamma E_{QLL} \pm EQ_X \pm 0,3EQ_Y$$

$$DL + \gamma E_{QLL} \pm EQ_Y \pm 0,3EQ_X$$

e. Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan yang ditinjau dan digunakan untuk control kekuatan struktur jembatan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Kombinasi pembebanan

Kombinasi	Mati	Hidup	Angin	Gempa	Kombinasi			Kombinasi		
					1	2	3	4	5	6
1	100	100	0	0	100	30	0	0	0	0
2	100	100	0	0	30	100	0	0	0	0
3	100	100	0	0	0	0	100	30	0	0
4	100	100	0	0	0	0	0	0	100	30
5	100	100	0	0	0	0	0	0	0	100
6	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0

5. Perencanaan bangunan atas

a. Perencanaan plat lantai kendaraan

Pelat lantai kendaraan merupakan salah satu bagian dari struktur jembatan yang menahan beban roda kendaraan yang melalui jembatan tersebut.

Pelat lantai direncanakan sebagai pelat lentur satu arah dimana hanya ditumpu pada kedua sisinya dan pertimbangan panjangnya dua kali atau lebih dari lebarnya ($L_y/L_x \geq 2$).

b. Balok/gelagar melintang

Gelagar melintang jembatan berguna untuk menahan beban mati dan beban hidup dari kendaraan yang melalui jembatan dan menyalurkannya ke gelagar induk.

c. Balok/gelagar memanjang

Lantai kendaraan jembatan dipikul oleh gelagar memanjang yang terletak searah dengan bentang jembatan. Sebagai pemikul beban kendaraan, gelagar memanjang jembatan dimanfaatkan sebagai konstruksi pengikat lantai kendaraan itu sendiri.

6. Perencanaan bangunan bawah

a. Kolom

Kolom pada jembatan berguna untuk menopang bangunan atas yang kemudian menumpu pada bangunan bawah yaitu balok pelengkung.

b. Balok pelengkung

Balok pelengkung merupakan struktur utama dari jembatan busur/pelengkung. Gelagar utama jembatan merupakan konstruksi utama yang menerima suatu beban yang bekerja pada jembatan dan disalurkan memanjang searah dengan bentang jembatan.

c. Fondasi

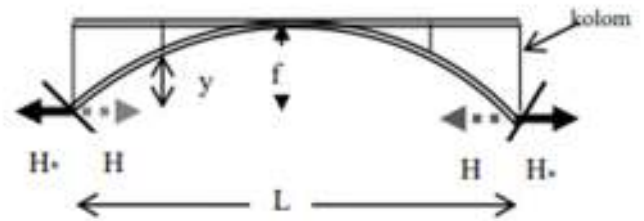
Fondasi jembatan merupakan struktur paling bawah dari jembatan yang meneruskan beban dari struktur atas dan bawah jembatan ke tanah dibawahnya.

7. Perencanaan struktur pelengkung

a. Tinggi pelengkung

Menentukan tinggi pelengkung dapat dilihat pada Gambar 1 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Syarat : } \frac{1}{6} \leq \frac{f}{L} \leq \frac{1}{5} \text{ atau } 0,167 \leq \frac{f}{L} \leq 0,2$$



Gambar 1 Penentuan dimensi pelengkung

b. Tinggi penampang pelengkung

$$\text{Syarat : } \frac{1}{80} \leq \frac{t}{L} \leq \frac{1}{70}$$

c. Lebar jembatan

$$\text{Syarat : } \frac{b}{L} \geq \frac{1}{20}$$

8. Beton bertulang

Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja Bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

9. Kekuatan nominal beton

Menurut aturan “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan” tahun 2008 halaman 2-3, kekuatan beton terdiri dari kuat tekan, kuat tarik dan kuat tarik lentur.

10. Tegangan ijin

Menurut “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan” tahun 2008 halaman 2-4 tegangan ijin beton terbagi atas tegangan ijin tekan pada kondisi layan, tegangan ijin tekan pada kondisi beban sementara, tegangan ijin tarik pada kondisi batas layan, dan tegangan ijin tarik pada kondisi transfer gaya prategang.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Perencanaan

Lokasi Jembatan Saribaye - Karang Bayan yang di rencanakan, berada di desa Karang Bayan Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat tepatnya pada koordinat 8°33'46''S 116°10'54''E.



Gambar 2 Lokasi perencanaan jembatan

2. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum memulai pengolahan data. Tahapan ini merupakan kegiatan yang penting dilakukan agar sebuah perencanaan berjalan dengan baik. Adapun kegiatan-kegiatan ialah sebagai berikut:

- Mengumpulkan informasi terkait jembatan yang akan di rencanakan
- Mengumpulkan literatur yang berkaitan tentang jembatan
- Perumusan identifikasi masalah dan peninjauan masalah secara langsung
- Menentukan dan mengumpulan data yang di butuhkan
- Pembuatan proposal tugas akhir
- Merencanakan jadwal pembuatan desain

3. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah:

- Data dimensi jembatan
- Jenis material jembatan
- Data tanah

Data perencanaan jembatan:

Nama jembatan : Jembatan Saribaye - Karang Bayan

Kelas jembatan : Jembatan kelas B

Bentang total jembatan : 60 m

Lebar jembatan : 6 m

Tipe jembatan : Jembatan pelengkung beton

Mutu beton : F'c 30 MPa

Mutu baja BjTS 420A :

- Kuat leleh (YS) : 420 MPa

- Kuat Tarik (TS) : 525 MPa

Dimensi balok pelengkung : 1,20 m x 70 m

Dimensi kolom : 0,85 m x 0,85 m

Dimensi balok memanjang : 0,4 m x 0,8 m

Dimensi balok melintang : 0,2 m x 0,5 m

Dimensi balok memanjang : 0,4 m x 0,8 m

Dimensi balok diafragma : 0,2 m x 0,5 m

4. Preliminary Design (Pra-Desain)

Pada tahapan ini dilakukan penentuan perencanaan sebagai berikut:

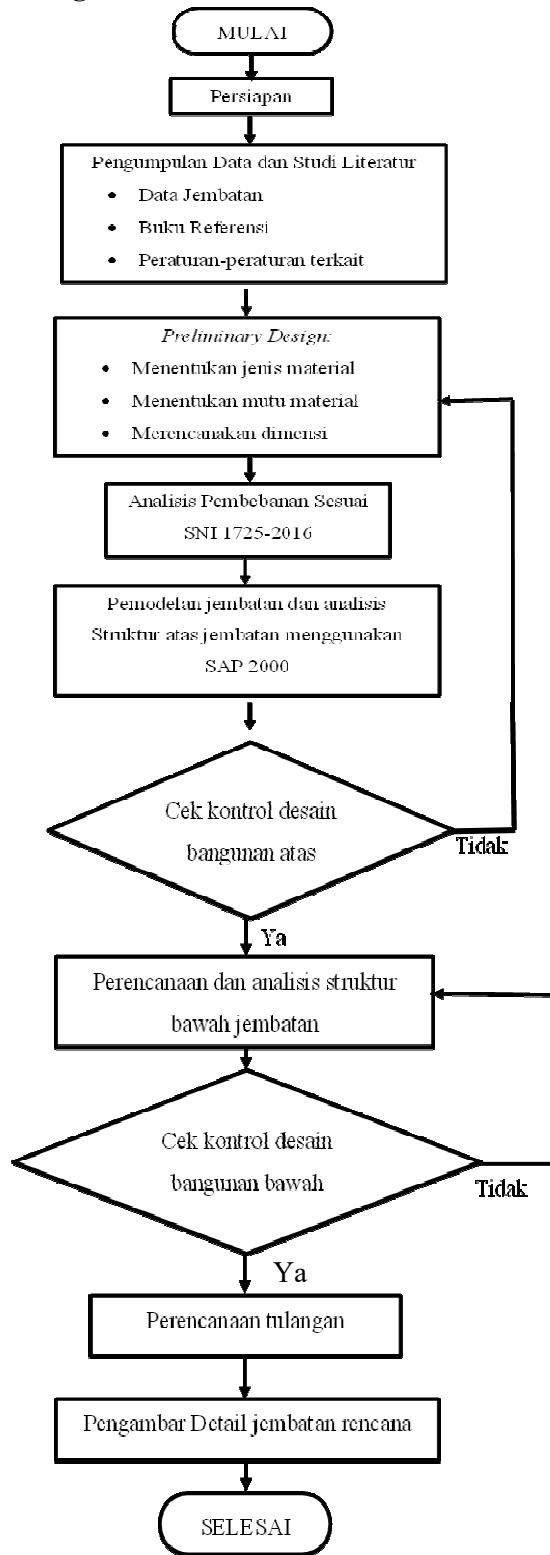
- Struktur utama jembatan adalah jembatan pelengkung beton.
- Beton digunakan pada batang pelengkung, kolom, dan balok pada jembatan.
- Fondasi yang digunakan ialah fondasi footplat.

5. Tahapan perencanaan Jembatan

Dalam perencanaan ini analisis yang dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu sebagai berikut:

- Mengumpulkan data-data terkait perencanaan berupa data umum jembatan.
- Menentukan jenis, mutu dan dimensi material struktur jembatan, penetapan dimensi tersebut meliputi dimensi balok pelengkung balok diafragma pelengkung, balok melintang, balok memanjang, dan balok diafragma.
- Menganalisis pembebanan berdasarkan SNI 1725-2016 yang bekerja pada jembatan.
- Perencanaan jembatan dimodelkan dan dianalisis ulang menggunakan software SAP2000.
- Penyusunan laporan.

6. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3 Bagan alir penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perencanaan Tiang Sandaran, Trotoar dan Kerb

Data-data perencanaan jembatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data perencanaan jembatan

Jenis Jembatan	Pelengkung Beton
Panjang Jembatan	50 m
Lebar Jembatan	7 m
Lebar Lajur Lintas Lintas	2 x 2,7 m
Lebar Trotoar dan Kerb	2 x 0,6 m
Jarak antar Gelagar Melintang	1,25 m
Jarak antar Gelagar Melintang	11,07 m
Tebal Angkal-Overlly	0,05 m
Tebal Trotoar	0,25 m
Tebal Rencana Gempungan Air	0,03 m

A. Sandaran

Railing atau sandaran memiliki fungsi utama yaitu sebagai pembatas atau pagar jembatan dan pagar pengaman baik bagi kendaraan maupun pejalan kaki.

1) Railing

Berdasarkan AASHTO LRFD *Bridge Design Specification*, beban hidup rencana untuk pagar pejalan kaki harus direncanakan sebesar $w = 0,73 \text{ N/mm}$. Dari tabel profil baja Gunawan (1987) digunakan pipa baja Ø3 inch (76,3 mm) dengan data dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data perencanaan railing

Profil	Pipa baja Ø3 inch (76,3 mm)
Diameter (D)	76,3 mm
Tebal (t)	3,2 mm
Berat (G)	5,77 kg/m
Modulus section (W)	12,9 cm ³
Jarak tiang sandaran (l)	2 m
Spesifikasi Material	
Tegangan leleh baja (fy)	240 MPa
Tegangan putus tarik (fu)	400 MPa

2) Tiang sandaran

Tiang sandaran untuk pejalan kaki direncanakan untuk mampu menahan beban hidup desain sebesar $H = 1,62 \text{ kN}$ dalam arah horizontal.

Berikut data-data perencanaan tiang sandaran pada Tabel 5.

Tabel 5 Data perencanaan tiang sandaran

Profil	WF 150.150.7.10
B	150 mm
H	150 mm
t1	7 mm
t2	10 mm
I _x	1640 cm ⁴
I _y	219 cm ⁴
G	31,5 kg m
Tinggi profil	50 cm

3) Plat landas

Data tumpuan

a. Beban kolom

Gaya aksial akibat beban terfaktor

$$P_u = 388,3 \text{ N}$$

Momen akibat beban terfaktor

$$M_u = 810000 \text{ Nmm}$$

Gaya geser akibat beban terfaktor

$$V_u = 1620 \text{ N}$$

b. Plat tumpuan (*base plate*)

Tegangan leleh baja $f_y = 240 \text{ MPa}$

Tegangan tarik putus plat $f_u^p = 370 \text{ MPa}$

Lebar plat tumpuan $B = 200 \text{ mm}$

Panjang plat tumpuan $L = 200 \text{ mm}$

Tebal plat tumpuan $t = 20 \text{ mm}$

c. Kolom pedestral

Kuat tekan beton $f_c' = 30 \text{ MPa}$

Lebar penampang kolom $I = 200 \text{ mm}$

Panjang penampang kolom $J = 200 \text{ mm}$

d. Data angkur

Jenis angkur baut Tipe = A-325

Tegangan tarik putus angkur $f_{ub} = 825 \text{ Mpa}$

Tegangan leleh angkur baut $f_y = 400 \text{ Mpa}$

Dimensi angkur baut $d = 16 \text{ mm}$

Jumlah angkur baut pada sisi tarik $n_t = 2 \text{ buah}$

Jumlah angkur pada sisi tekan $n_c = 2 \text{ buah}$

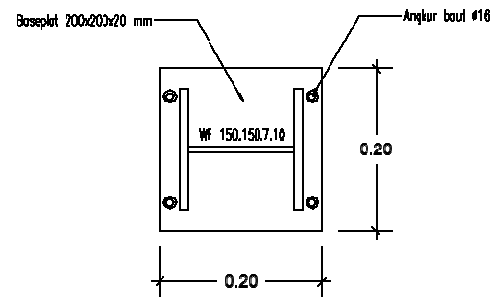
Jarak baut terhadap pusat penampang kolom

$$f = 87,7 \text{ mm}$$

Panjang angkur baut yang tertanam di beton

$$L_a = 300 \text{ mm}$$

Dari perhitungan didapatkan, angkur yang digunakan adalah 4 baut dengan D 16 mm dengan kedalaman 300 mm.



Gambar 4 Base plat dan angkur

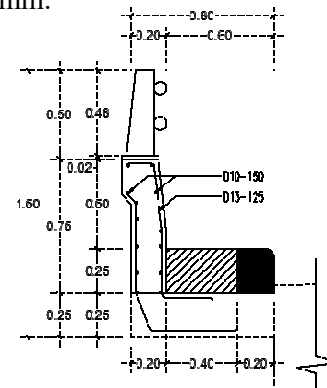
4) Dinding sandaran

Dinding sandaran direncanakan menggunakan beton bertulang dengan data perencanaan dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Data perencanaan dinding sandaran

Dimensi tiang sandaran	B	3,25 m
	H	3,75 m
Dimensi tulangan	Tulangan lentur	D13 mm
	Tulangan sengkang	D10 mm
Spesifikasi Material:		
Kuat tekan beton (f_c')		30 MPa
Tegangan leleh baja (f_y)		240 MPa
Beton bertulang		25 kN.m ³
Tebal selimut beton (d')		0,04 m
ϕ		0,9
β_1		0,826

Dinding sandaran menggunakan mutu beton 30 MPa dan mutu baja 240 MPa dengan tulangan lentur 8 D 13 – 125 mm dan tulangan sengkang D 10 – 150 mm.



Gambar 5. Detail perencanaan dinding sandaran

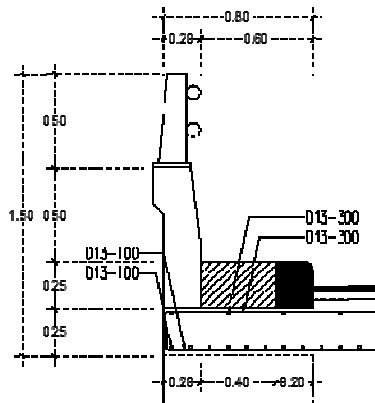
B. Perencanaan trotoar

Trotoar adalah prasarana yang diperuntukan untuk pejalan kaki. Menurut SNI 1725:2016 bahwa semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa (500 kg/m²) dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. Trotoar direncanakan dengan data perencanaan dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 8 Data perencanaan trotoar

Dimensi trotoar	Tebal trotoar	0,25 m
	Lebar trotoar (b)	0,6 m
Spesifikasi Material		
Kuat tekan beton (f_c)	30 MPa	
Tegangan leleh baja	240 MPa	
γ Beton bertulang	25 kN/m ³	
γ Beton tidak bertulang	23 kN/m ³	
β_1	0,836	
K_{s2}	1,3	

Slab lantai trotoar menggunakan mutu beton f_c 30 MPa dan mutu baja f_y 240 MPa, dengan tulangan lentur D13-100 dan tulangan bagi D13-300.

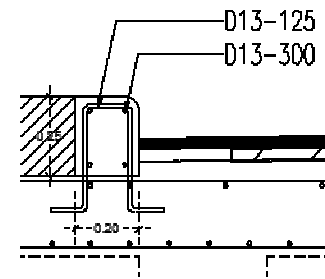


Gambar 6. Penulangan trotoar

C. Kerb

Beban hidup pada kerb diperhitungkan sebesar 15 kN/m yang bekerja secara horizontal terhadap kerb sesuai dengan SNI T-02 - 2005 Pembebanan Jembatan.

Slab lantai trotoar menggunakan mutu beton f_c 30 MPa dan mutu baja f_y 240 MPa, dengan tulangan lentur D13-125 dan tulangan bagi D13-300.



Gambar 7. Penulangan kerb

2. Perencanaan Pelat Lantai

Berikut data-data perencanaan pelat lantai dilihat pada Tabel 9.

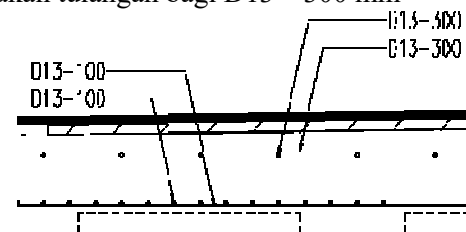
Tabel 9 Data perencanaan pelat lantai

Dimensi pelat lantai	panjang pelat (L)	11,67 m
	lebar pelat (B)	1,25 m
Tebal pelat lantai	0,25 m	
Tebal lapisan aspal - overlay	0,05 m	
Tinggi genangan air hujan	0,03	
Spesifikasi material		
Kuat tekan beton	30 MPa	
Tegangan leleh baja	240 MPa	
γ Beton bertulang	25 kN/m ³	
γ beton tidak bertulang	23 kN/m ³	
γ air	9,8 kN/m ³	
Diameter tulangan arah x	13 mm	
Diameter tulangan arah y	13 mm	
Selimut beton	40 mm	
ϕ	0,9	
β_1	0,836	

Digunakan tulangan arah x, D13 - 100 mm.

Digunakan tulangan arah y, D13 - 100 mm.

Digunakan tulangan bagi D13 - 300 mm



Gambar 8. Penulangan plat lantai

3. Pembebanan Struktur Utama Jembatan

A. Berat sendiri (MS)

Berat sendiri adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktur, ditambah dengan elemen non-struktur yang dipikulnya dan bersifat tetap. Berat sendiri element

struktural dihitung secara otomatis oleh program SAP2000.

Element struktural jembatan terdiri dari balok pelengkung, balok memanjang, balok melintang, kolom, dan pelat lantai. Sehingga didapatkan nilai berat sendiri jembatan sebesar 13832,005 kN.

B. Beban mati tambahan

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural dan bersifat tetap.

Tabel 10 Beban mati tambahan

Jenis Bahan	Tebal (m)	Berat Satuan (kN/m ³)	Beban Mati (kN/ m ²)
Lapisan aspal – overlay	0,05	22	1,1
Air Hujan	0,03	9,8	0,294
QMA			1,394

C. Beban lalu lintas

Beban lajur “D” terdiri dari beban terbagi rata (BTR) dan beban garis terpusat (BGT).

Beban terbagi rata (BTR) pada jembatan :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ BTR} &= q \times \text{Jarak antar gelagar memanjang} \\
 &= 6,75 \times 1,25 \\
 &= 8,44 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Beban garis terpusat (BGT) pada jembatan :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ BGT} &= p \times \text{FBD} \\
 &= 49 \times 37,5 \\
 &= 18,375 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

D. Beban rem (TB)

Berdasarkan SNI 1725:2016 tentang pembebanan jembatan, gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25% dari berat gandar truk desain atau
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Gaya rem tersebut harus ditempatkan di semua lajur rencana dan berisi lalu lintas dengan arah yang sama. Gaya ini harus diasumsikan untuk bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan pada masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang menentukan.

Gaya rem yang diambil adalah yang terbesar :

$$T_{TB} = 0,833 \text{ kN/m}$$

E. Beban pejalan kaki (TP)

Semua komponen trotoar yang lebih dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan.

Beban hidup merata pada trotoar = 5 kPa = 5 kN/m²

F. Beban aliran air, benda hanyutan dan tumbukan dengan batang kayu (EF)

1) Aliran air

Gaya seret nominal ultimit dan daya layan pada pilar akibat aliran air tergantung pada kecepatan air rata-rata.

$$T_{EF} = 0,5 \times C_D \times V_S^2 \times A_d$$

$$T_{EF} = 47,228 \text{ kN}$$

2) Benda hanyutan

Bila pilar tipe dinding membuat sudut dengan arah aliran, gaya angkat melintang akan semakin meningkat. Nilai nominal dari gaya angkat dalam arah tegak lurus gaya seret, adalah :

$$T_{EF} = 0,5 \times C_L \times V_S^2 \times A_L$$

$$T_{EF} = 6,726 \text{ kN}$$

3) Tumbukan dengan batang kayu

Gaya akibat tumbukan dengan batang kayu dihitung dengan menganggap bahwa batang dengan massa minimum sebesar 2 ton hanyut pada kecepatan aliran rencana harus bisa ditahan dengan gaya maksimum berdasarkan lendutan elastis ekuivalen dari pilar dengan rumus sebagai berikut :

$$T_{EF} = \frac{M \{V_B^2\}}{d}$$

$$T_{EF} = 2352 \text{ kN}$$

G. Beban angin

Menurut SNI 1725:2016, diasumsikan angin rencana sebesar 90 - 126 km/jam. Ketinggian tekanan angin dihitung jika > 10 m dari permukaan air atau permukaan tanah. Sehingga untuk menghitung kecepatan angin yang dipergunakan ketinggian memiliki persamaan sebagai berikut :

$$V_{DZ} = 2,5V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

$$V_{DZ} = 109,592$$

1) Beban angin pada struktur (EWs)

Arah angin harus diasumsikan horizontal. Dengan tidak adanya data yang lebih tepat, tekanan angin rencana dalam MPa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_D = P_B \times \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2$$

$$P_D \text{ Tekan} = 0,00182$$

$$P_D \text{ Hisap} = 0,00091$$

2) Beban angin pada kendaraan (EW_1)

Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana tekanan tersebut harus diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1.46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm di atas permukaan jalan.

Dimana gaya angin pada kendaraan juga diasumsikan untuk bekerja 1800 mm di atas permukaan jalan.

$$\begin{aligned} EW_1 &= EW_1 \times 1,8 \\ &= 1,46 \times 1,8 \\ &= 2,628 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

H. Beban gempa (EQ)

Beban gempa pada jembatan menggunakan respon spectrum analysis dengan bantuan program SAP2000. Pembebanan gempa tergantung dari lokasi perencanaan jembatan Saribaye-Karang Bayan dimana diperoleh dari Google Maps berada pada koordinat :

Latitude : -8.562559919861343

Longitude : 116.18287396664444

I. Beban temperature

Perbedaan antara temperature minimum atau temperature maksimum dengan temperature nominal yang diasumsikan dalam perencanaan harus digunakan untuk menghitung pengaruh akibat deformasi yang terjadi akibat perubahan suhu tersebut.

4. Lendutan Struktur Jembatan

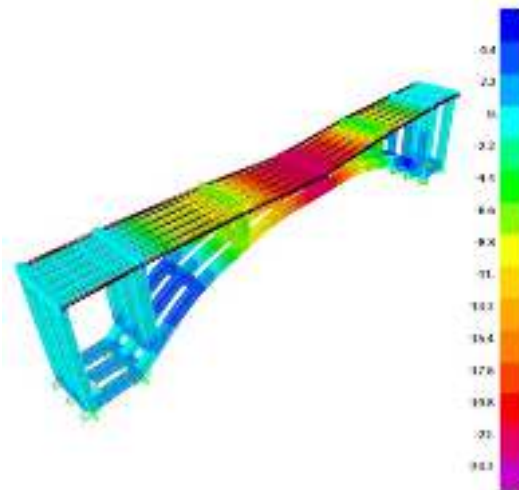
Dari Analisa yang telah di lakukan dengan bantuan software SAP2000, didapatkan hasil akibat dari berbagai kombinasi pembebanan pada struktur terhadap lendutan struktur jembatan, sebagai berikut:

Tabel 11. Lendutan izin maksimum (Tabel 24.2.2.SNI 2847-2019)

Jenis Komponen Struktur	Kondisi	L atau H	Defleksi Ijin
		(m)	(mm)
Atap Datar	tidak memikul atau tidak disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural	60	334
Lantai	yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar	60	167
Atap atau lantai	memikul atau disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural	60	125
	memungkinkan akan rusak akibat lendutan yang besar	60	250

Tabel 12. Lendutan maksimum dan minimum akibat penurunan lantai kendaraan

	Node	LC	Horizontal		Vertical
			X mm	Y mm	Z mm
X	24	serviceability	6,011	0,300	5,995
Y	95	serviceability	2,559	0,492	-5,124
Z	589	serviceability	0,672	-0,124	-30,680



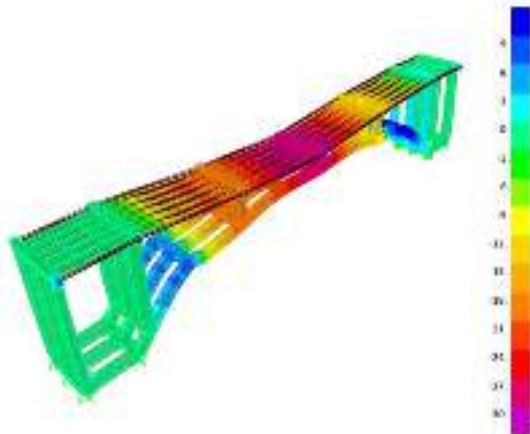
Gambar 9. Lendutan akibat penurunan lantai kendaraan

Tabel 13. Simpangan antar tingkat izin (Tabel 20 SNI 1726-2019)

Struktur	tinggi tingkat (m)	Kategori resiko		
		I atau II	III	IV
		(mm)	(mm)	(mm)
Struktur, selain dinding geser atau dinding bata, 4 tingkat atau kurang, dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat	11.6	290	232	174
Struktur dinding geser kantilever batu bata		116	116	116
Struktur dinding geser batu bata lainnya		81,2	81,2	81,2
Semua struktur lainnya		232	174	116

Tabel 14. Lendutan maksimum dan minimum akibat penurunan lantai kendaraan

	Node	LC	Horizontal		Vertical
			X mm	Y mm	Z mm
X	24	Kuat 1	10,354	4,548	12,290
Y	95	Kuat 3	0,706	21,519	-14,696
Z	589	Kuat 1	1,421	2,940	-43,829



Gambar 10. Simpangan antar tingkat

5. Kombinasi Pembebanan

Input beban — beban di atas kemudian dimasukkan tipe — tipe beban dan kombinasinya. Kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk Jembatan.

6. Perencanaan Balok Pelengkung

Gaya-gaya yang digunakan dalam perencanaan didapatkan dari hasil Analisa SAP2000 yang merupakan gaya-gaya maksimum yang bekerja pada penampang.

KODE BEAM	BALOK PELENGKUNG B1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI	1200 x 700	1200 x 700
TULANGAN ATAS	6 U25	6 U25
TULANGAN TENGAH	6 D25	6 D25
TULANGAN BAWAH	6 D25	2 D25
SENGKANG HORIZONTAL	2 D13-150	2 D13-150
SENGKANG VERTIKAL	3 D13-150	3 D13-150
SELIMUT BETON	50 mm	50 mm

Gambar 11. Detail penulangan balok pelengkung

7. Perencanaan Fondasi

A. Pondasi *footplat* (X,Y)

Data fondasi *footplat*

- Data tanah

Kedalaman fondasi $D_f = 2 \text{ m}$

Berat volume tanah $\gamma = 17,6 \text{ kN/m}^3$

Sudut geser tanah $\phi = 36^\circ$

Kohesi $c = 0 \text{ kPa}$

Tanahan konus rata-rata (hasil pengujian sondir)

$q_c = 186,67 \text{ kg/cm}^2$

- Dimensi fondasi

Lebar fondasi arah x $B_x = 7 \text{ m}$

Lebar fondasi arah y $B_y = 3 \text{ m}$

Tebal fondasi $h = 1,7 \text{ m}$

Lebar kolom arah x $b_x = 1,2 \text{ m}$

Lebar kolom arah y $b_y = 0,7 \text{ m}$

Posisi kolom (dalam = 40, tepi = 30, sudut = 20)

$\alpha_s = 20$

- Bahan konstruksi

Kuat tekan beton $f'_c = 30 \text{ MPa}$

Kuat leleh baja tulangan $f_y = 420 \text{ MPa}$

Berat beton bertulang $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$

- Beban rencana fondasi

Gaya aksial akibat beban terfaktor

$P_u = 4158,99 \text{ kN}$

Momen arah x akibat beban terfaktor

$M_{ux} = 899,047 \text{ kNm}$

Momen arah y akibat beban terfaktor

$M_{uy} = 713,731 \text{ kNm}$

B. Dinding penahan gaya lateral

Berat volume tanah

$W_s = 17,6 \text{ kN/m}^3$

Sudut geser rata-rata tanah

$\phi = 36^\circ$

Kedalaman jangkar lateral

$H = 13,52 \text{ m}$

$h_1 = 1,667 \text{ m}$

$h_2 = 2,5 \text{ m}$

$h_3 = 1,5 \text{ m}$

$h_4 = 5 \text{ m}$

Tebal penampang jangkar

$T_w = 1,7 \text{ m}$

Total gaya horizontal arah sumbu x

$H_u = Q_x$

$H_u = 11734,038 \text{ kN}$

Panjang penahan arah y

$b_x = 11 \text{ m}$

Gaya lateral akibat beban terfaktor

$F_{qx} = H_u / b_x$

$$F_{qx} = 1066,731 \text{ kN/m}$$

Gaya tahanan lateral arah x diterima oleh jangkar lateral

$$H_j = 1066,731 \text{ kN/m}$$

Koefisien tanah pasif

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \phi / 2)$$

$$K_p = 3,852$$

Tegangan tanah pasif maksimal

$$F_{pmaks} = H \times W_s \times K_p$$

$$F_{pmaks} = 916,553 \text{ kN/m}^2$$

Koefisien tanah pasif F_{p2}

$$F_{p2} = (H - h_4) \times W_s \times K_p$$

$$F_{p2} = 577,591 \text{ kN/m}^2$$

Koefisien tanah pasif F_{p1}

$$F_{p1} = F_{maks} - F_{p2}$$

$$F_{p1} = 338,962 \text{ kN/m}^2$$

Gaya tekanan tanah pasif

$$P_p = F_{p1} \times \frac{1}{2} \times h_4 + F_{p2} \times h_4$$

$$P_p = 3735,36 \text{ kN/m}$$

Faktor keamanan

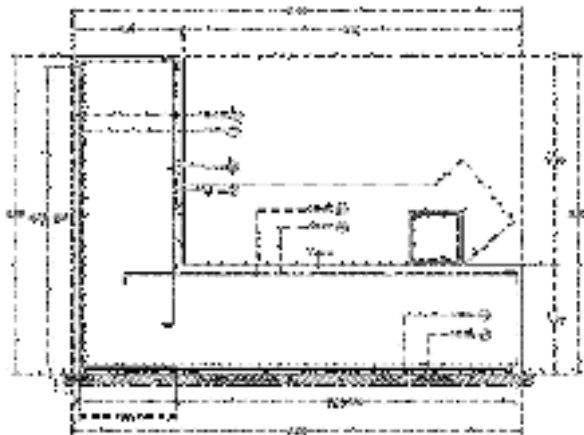
$$SF = P_p / H_j$$

$$SF = 3735,36 / 1066,731$$

$$SF = 3,502 \quad \text{OK}$$

$$h = (F_{p1} \times \frac{1}{2} \times h_4 \times h_1 + F_{p2} \times h_4 \times h_2) / P_p$$

$$h = 2,311 \text{ m}$$



Gambar 12. Detail Penulangan Fondasi

E. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Struktur jembatan pelengkung dalam penyaluran beban tertuju ke arah balok pelengkung sebagai struktur utama dalam menahan beban yang bekerja. Penyaluran beban yang bekerja terhadap balok pelengkung menggunakan balok lateral yang lebih besar

dari balok longitudinal karena letak balok pelengkung berada pada arah lateral.

2. Beban yang diterima oleh jembatan adalah 13832,005 kN beban sendiri (MS), 1,394 kN/m² beban mati tambahan (MA), 8,44 kN/m beban terbagi rata (BTR), 18,375 beban garis terpusat (BGT), 0,833 kN/m beban gaya rem (TB), beban aliran air, 2352 kN beban benda hanyutan dan tumbukan dengan batang kayu (FE), 4,4 kN/mm dan 2,2 kN/mm beban angin struktur (EW_s), 1,46 N/mm dan 2,628 kNm/m beban angin kendaraan, beban gempa (EQ), beban temperature.
3. Dimensi balok jembatan pelengkung yang di gunakan adalah:
 - a. Pelat lantai kendaraan dengan tebal 250 mm, tulangan terpasang arah melintang D13-120 dan arag memanjang D13-120.
 - b. Balok pelengkung memiliki desain 1200 mm x 700 mm dengan tulangan terpasang yaitu tumpuan tekan 6D25 tumpuan tarik 6D25, lapangan tekan 6D25 lapangan tarik 12D25 dan tulangan geser tumpuan horizontal 2D13-150 tulangan geser tumpuan vertikal 3D13-150, tulangan geser lapangan horizontal 2D13-150 tulangan geser lapangan vetikal 5D13-150.
 - c. Balok diafragma pelengkung memiliki desain 850 mm x 850 mm dengan tulangan terpasang yaitu tumpuan tekan 5D25 tumpuan tarik 5D25, lapangan tekan 5D25 lapangan tarik 5D25 dan tulangan geser tumpuan horizontal 2D13-150 tulangan geser tumpuan vertikal 4D13-150, tulangan geser lapangan horizontal 2D13-150 tulangan geser lapangan vetikal 4D13-150.
 - d. Balok melintang memiliki desain 1000 mm x 600 mm dengan tulangan terpasang yaitu tumpuan tekan 5D22 tumpuan tarik 5D22, lapangan tekan 5D22 lapangan tarik 5D22 dan tulangan geser tumpuan horizontal 2D13-150 tulangan geser tumpuan vertikal 5D13-150, tulangan geser lapangan horizontal 2D13-150 tulangan geser lapangan vetikal 5D13-150.
 - e. Balok memanjang memiliki desain 800 mm x 400 mm dengan tulangan terpasang yaitu tumpuan tekan 10D19 tumpuan tarik 5D19, lapangan tekan 5D19 lapangan tarik

- 4D19 dan tulangan geser tumpuan horizontal 3D13-150 tulangan geser tumpuan vertikal 5D13-150, tulangan geser lapangan horizontal 2D13-150 tulangan geser lapangan vertikal 3D13-150.
- f. Balok diafragma memiliki desain 500 mm x 200 mm dengan tulangan terpasang yaitu tumpuan tekan 2D16 tumpuan tarik 3D16, lapangan tekan 2D16 lapangan tarik 2D16 dan tulangan geser tumpuan horizontal 2D10-110 tulangan geser tumpuan vertikal 2D10-110, tulangan geser lapangan horizontal 2D10-110 tulangan geser lapangan vertikal 2D10-110.
 - g. Pondasi menggunakan pondasi footplat dengan Panjang 11 m lebar 6 m dan tebal 1,7 m dengan menggunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja f_y 420 MPa.

2. Saran

Saran yang disampaikan oleh penulis sebagai acuan dalam penelitian yang akan datang serta melengkapi kekurangan yang ada pada penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Untuk mendesain jembatan serta metode pelaksanaannya, disarankan menggunakan software selain SAP2000 seperti software CSI Bridge yang lebih khusus untuk perhitungan jembatan.
2. Pembahasan terkait metode konstruksi pelaksanaan dan pengaruhnya terhadap perilaku jembatan pada saat pembangunan.
3. Sebelum melakukan analisis perhitungan struktur jembatan sebaiknya seorang perencana mencermati beban-beban yang bekerja pada masing-masing bagian struktur dan disesuaikan dengan peraturan yang digunakan sebagai acuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerja Umum Dan Perumahan Rakyat.2018. *Perencanaan Jembatan Pelengkung*.
- Pengantar Dan Prinsip-Prinsip Perencanaan Bangunan Bawah / Pondasi Jembatan, 1988.
- Rifki SM, Rahmat.2012. *Studi Pengaruh Persamaan Kurva Kelengkungan Jembatan Inverted Arch Bridge Terhadap Perilaku Jembatan*. Universitas Indonesia.
- Sumdilaga, Danis H.2010.*Perencanaan Teknik Jembatan*.Direktorat Jenderal Bina Marga:Jakarta.
- Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Mutohar. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta : Beta Group.
- Tristanto, Lanneke dan Irawan, Redeik. 2010. *Kajian Dasar Perencanaan Dan Pelaksanaan Jembatan Pelengkung Beton*. Bandung. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Witriyatna, C., Purwono, D. A., W, A. B., dan Marinda, M (2018). *Analisi Perbandingan Modul Jembatan Gelagar I Dan Gelagar Box Baja Sebagai Fungsi Jembatan Jalan Raya*. *Jurnal M.I.P.I*, 12, 115-126.
- Badan Standarisasi Nasional, (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725-1016)*. Jakarta: Badan Standarnisasi Nasional.
- Departemen Pekerja Umum Direktorat Bina Jenderal Bina Marga.2008. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan*.
- Fahrulloh, Abdulrohim.2016. *Perencanaan Ulang Jembatan Pondok Nongko Dengan Pelengkung Baja*.Universitas Jember.