

## TINJAUAN PERENCANAAN JEMBATAN SUNGAI MEGA I KILOMETER 130+000 DISTRIK YEMBUN KABUPATEN TAMBRAUW

*Planning Review Of The Mega I River Bridge 130+000 Kilometer In Yembun District, Tambrauw Regency*

**M. Yunus Nasrullah<sup>1\*</sup>, Achmad Rusdi<sup>2</sup>, Muhammad Nur Fajar<sup>3</sup>, Herlina Arifin<sup>4</sup>, Alfina Maysyurah<sup>5</sup>**

(1,2,3,4,5) Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

### Abstrak

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini dapat berupa jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Pada pembangunan jembatan jalan raya dengan bentang panjang, sebaiknya digunakan konstruksi rangka baja sebagai konstruksi atas. Mengingat dalam tahun 2020 mendatang pemerintah Kabupaten Tambrauw masih membangun jembatan-jembatan jalan raya dengan bentang yang panjang untuk menghubungkan distrik satu dengan distrik yang lain. Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk meninjau atau menguji kembali hasil perencanaan struktur jembatan sungai Mega. I yang meliputi perhitungan yang ekonomis dan mempunyai kekuatan yang memadai sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan pengumpulan data yang berupa gambar desain awal perencanaan, peta topografi dan hidrologi, dan data sondir untuk kedalaman tanahnya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, hasil analisis tinjauan tinggi banjir untuk periode 50 tahun adalah 2,408 m, dan tinggi jagaan jembatan dari elevasi banjir sebesar 3,092 m, kedalaman penggerusan 3,081 m. Dari hasil perhitungan untuk desain profil gelagar memanjang tengah, desain profil memanjang tepi, desain profil gelagar melintang, desain profil rangka utama batang bawah dan batang diagonal terluar dan perhitungan untuk pile cap mendapatkan hasil yang lebih efisien.

**Kata Kunci:** Jembatan Rangka Baja, Kabupaten Tambrauw, Struktur Jembatan, Tinjauan Perencanaan.

### Abstract

The bridge is a construction that functions to continue the road through an obstacle that is lower. This barrier can be another road (waterway or normal traffic road). In the construction of highway bridges with long spans, steel frame construction should be used as the superstructure. Considering that in 2020 the government of Tambrauw Regency will still be building road bridges with long spans to connect one district to another. The purpose of writing this final project is to review or re-examine the results of the planning of the Mega. I river bridge structure which includes economical calculations and has sufficient strength in accordance with the regulations in force in Indonesia. The method used in this study was to collect data in the form of initial planning design drawings, topographic and hydrological maps, and sondir data for soil depth. Based on the results of the research conducted, the results of the analysis of the flood height for a period of 50 years is 2.408 m, and the height of the bridge guard from the flood elevation is 3.092 m, the scouring depth is 3.081 m. From the calculation results for the design of the center longitudinal girder profile, the longitudinal edge profile design, the transverse girder profile design, the main frame profile design for the lower beam and the outermost diagonal beam and the calculations for the pile cap get more efficient results.

**Keywords:** Steel Frame Bridge, Tambrauw Regency, Bridge Structure, Planning Review.

## PENDAHULUAN

Kabupaten Tambrauw adalah salah satu kabupaten baru yang sedang giat melaksanakan pembangunan di segala bidang (Tambrauw dalam angka, 2012). Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi, mempunyai peranan yang penting di dalam kelancaran transportasi untuk pemenuhan hidup. Sehingga jalan yang lancar, aman dan nyaman telah menjadi kebutuhan hidup utama. Tetapi seperti yang kita ketahui, terkadang perjalanan kita terganggu oleh sungai, selat, danau maupun jalan lalu lintas biasa sehingga perlu adanya suatu penghubung agar kita dapat melintasinya dalam hal ini adalah jembatan. Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini dapat berupa jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa) (Struyk dan Van der veen, 1984). Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain (Asiyanto, 2008).

Seiring dengan makin berkembangnya teknologi angkutan jalan raya maka konstruksi jembatan harus direncanakan sesuai dengan tuntutan transportasi baik dari segi kecepatan, kenyamanan, maupun keamanan. Disamping itu mengingat keterbatasan dana maka pemilihan jenis konstruksi yang paling ekonomis perlu diusahakan agar biaya pembangunan dapat ditekan serendah mungkin. Pada pembangunan jembatan jalan raya dengan bentang panjang, sebaiknya digunakan konstruksi rangka baja sebagai konstruksi atas.

(\*)Corresponding author

Telp :

E-mail :

<http://doi.org/xxx>

Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun

E-ISSN:

Mengingat dalam tahun 2020 mendatang pemerintah Kabupaten Tambrauw masih membangun jembatan-jembatan jalan raya dengan bentang yang panjang untuk menghubungkan distrik satu dengan distrik yang lain. Kabupaten Tambrauw sejak tahun 2011 telah merealisasikan pembangunan jembatan panjang dengan konstruksi atas Rangka Baja, namun masih banyak ditemukan dilapangan beberapa kondisi yang mengakibatkan pembangunan jembatan tidak ekonomis.

Dari latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, adapun tujuan penelitian ini adalah untuk meninjau atau menguji kembali hasil perencanaan struktur jembatan Sungai Mega. I yang meliputi perhitungan yang ekonomis dan mempunyai kekuatan yang memadai sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia, adapun tujuan secara khusus penelitian ini yaitu perhitungan struktur atas jembatan Sungai Mega. I dengan menggunakan rangka baja (*Truss*), Perhitungan struktur bawah (*Abutment* dan *Pondasi Sumuran*) jembatan Sungai Mega. I dengan menggunakan beton bertulang, dan Perhitungan kestabilan konstruksi bangunan bawah (*Abutment*) jembatan Sungai Mega. I.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Dasar Teori

#### 1. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Besarnya curah hujan suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) diperhitungkan dengan menggunakan metode *gumbell*, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2)$$

$$X_{tr} = \bar{X} - \frac{\ln \ln \frac{T}{T-1} + y_n}{\sigma_n} \cdot S \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

$\bar{X}$  = Curah hujan maksimum rata-rata selama setahun pengamatan (mm)

$S$  = Standar deviasi

$X_{tr}$  = Curah hujan untuk periode tahun berulang T (mm)

$\sigma_n$  = Nilai fungsi jumlah data

$y_n$  = Nilai fungsi jumlah data

#### 2. Analisis Banjir Rencana

Perhitungan banjir ditinjau dengan cara Formula *Rational Mononobe* dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = 72 \cdot \left[ \frac{H}{L} \right]^{0.6} \dots\dots\dots(4)$$

$$Tc = \frac{L}{V} \dots\dots\dots(5)$$

$$I = \frac{R}{24} \cdot \left[ \frac{24}{Tc} \right]^2 \dots\dots\dots(6)$$

$$Q_{tr} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(7)$$

$$A_p = \frac{Q_{tr}}{V} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

$V$  = Kecepatan aliran (m/s)

$H$  = Selisih elevasi (m)

$L$  = Panjang aliran (m)

$Tc$  = Waktu pengaliran (s)

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$R$  = Curah hujan

$Q_{tr}$  = Debit banjir rencana (m<sup>3</sup>)

$A$  = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

$C$  = Koefisien *run off*

$A_p$  = Luas penampang basah sungai (m<sup>2</sup>)

3. Analisis Kedalaman Penggerusan

Dalamnya penggerusan maksimum dari muka air banjir untuk bentang jembatan (L) > lebar alur sungai (W), berdasarkan DDPJBT 1995, sebagai berikut :

$$d = 0,473 \times \left[ \frac{Q}{f} \right]^{0,333} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

- d = Kedalaman penggerusan (m)
- Q = Debit maksimum (m<sup>3</sup>)
- f = Faktor lempung

4. Kapasitas Dukung Tanah Dasar

Kapasitas daya dukung menurut *meyerhoff* berdasarkan data sondir (*cone penetration test*) (Muh Noer Ilham, 2010), untuk pondasi persegi panjang perhitungan daya dukung ijin tanah sebagai berikut :

$$q_a = \frac{q_c}{33} \cdot \left[ \frac{(B+0,3)}{2} \right]^2 \cdot K_d \dots\dots\dots(10)$$

$$K_d = 1 + 0,33 \cdot \frac{H}{B} \leq 1,33 \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

- q<sub>a</sub> = Daya dukung ijin tanah (kg/cm<sup>2</sup>)
- q<sub>c</sub> = Nilai konus pada kedalaman H (kg/cm<sup>2</sup>)
- H = Kedalaman pondasi (m)
- B = Lebar pondasi (m)

5. Aspek Konstruksi

Untuk perhitungan aspek konstruksi pada penelitian ini merujuk pada SNI 1725-2016 terkait pembebanan untuk jembatan, SNI 1729-2015 untuk peraturan baja, dan SNI 2847-2013 untuk peraturan beton.

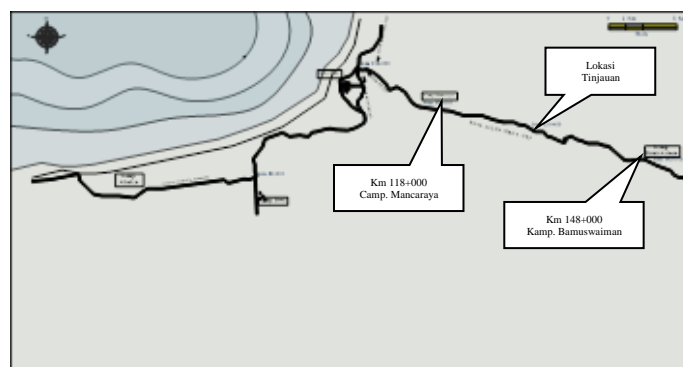
**METODE**

**Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian perencanaan jembatan yang dipilih ialah Distrik Yembun Kabupaten Tambrau km 130+000 ruas Sorong – Mega – Fef – Manokwari. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian  
 Sumber : BAPEDA Kabupaten Tambrau (2011)



**Gambar 2.** Peta Ruas Jalan Lokasi Jembatan  
Sumber : BAPEDA Kabupaten Tambrau (2011)

### Pengambilan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dibutuhkan data sekunder sebagai berikut.

1. Data penyelidikan tanah dengan menggunakan alat sondir
2. Data pendukung peta topografi dan peta hidrologi

Dalam pengumpulan data untuk tinjauan perencanaan jembatan Sungai Mega. I di Kabupaten Tambrau, diperlukan sejumlah data yang didapat secara langsung dari instansi terkait, serta data penunjang lainnya. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Metode Literatur

Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

#### 2. Metode Observasi

Dengan survei langsung ke lapangan, agar dapat diketahui kondisi rill di lapangan sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

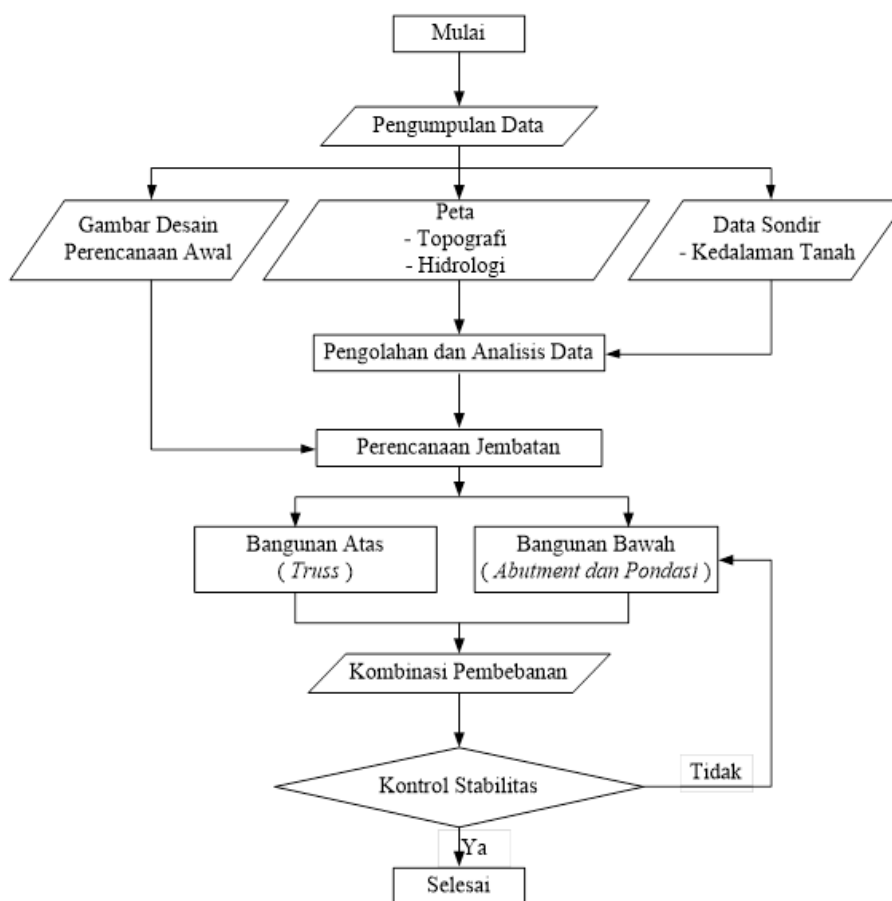
### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data-data yang dibutuhkan, selanjutnya dikelompokkan sesuai identifikasi tujuan permasalahan, sehingga diperoleh hasil tinjauan yang efektif dan terarah. Adapun tinjauan yang dilakukan adalah :

1. Struktur jembatan, meliputi :
  - a. Bangunan atas rangka baja ( *truss* )
  - b. Bangunan bawah ( *abutment* )
  - c. Pondasi

### Diagram Alir

Tahapan dalam melakukan tinjauan perencanaan diperlihatkan sesuai dengan diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3. Bagan Alir Tinjauan Perencanaan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Aspek Topografi

Dari peta topografi untuk wilayah Kabupaten Tambrauw terlihat bahwa lokasi jembatan Mega. I berada pada ruas jalan mega – fef terletak pada daerah yang mempunyai terrain datar yang berjarak  $\pm 24$  km dari garis pantai, dengan elevasi  $\pm 150$  m diatas permukaan laut.

### Analisis Aspek Hidrologi

#### 1. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Dari data yang diperoleh dari PT. GENTA PRIMA PERTIWI, curah hujan rata-rata yang diambil dari data sepuluh tahun yaitu mulai tahun 2002-2012 dan kemudian diambil data curah hujan maksimumnya sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Maksimum

No	Tahun Pengamatan	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2002	336
2	2003	511
3	2004	339
4	2005	369
5	2006	393
6	2007	913
7	2008	614
8	2009	391
9	2010	592
10	2011	502
11	2012	568
Jumlah		5528

Sumber : (Perhitungan dari data yang diolah)

Analisa frekuensi curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode *Gumbel*, yaitu sebagai berikut.

**Tabel 2.** Analisa Frekuensi Curah Hujan Distribusi *Gumbel*

No	Tahun	Debit Max (mm)	$(x - x_r)$	$(x - x_r)^2$	$(x - x_r)^3$
1	2002	336,00	-166,55	27737,39	-4619535,96
2	2003	511,00	8,45	71,48	604,33
3	2004	339,00	-163,55	26747,12	-4374369,20
4	2005	369,00	-133,55	17834,39	-2381701,51
5	2006	393,00	-109,55	12000,21	-1314568,09
6	2007	912,90	410,35	168390,85	6909951,93
7	2008	614,00	111,45	12422,12	1384501,26
8	2009	390,60	-111,95	12531,78	-1402876,34
9	2010	592,20	89,65	8037,94	720637,63
10	2011	502,30	-0,25	0,06	-0,01
11	2012	568,00	65,45	4284,30	280426,75
Jumlah		5528,00	0,00	290057,63	57393070,78

Sumber : (Perhitungan dari data yang diolah)

$$\bar{X} = \frac{5528}{11} = 502,545$$

$$S = \sqrt{\frac{(290.057,627)^2}{(11-1)}} = 170,311$$

$$X_{50} = 502.545 - \frac{\ln \ln \frac{50}{50-1} + 0,4996}{0,9676} \cdot 170,311 = 1.101,403 \text{ mm/hari}$$

2. Analisis Banjir Rencana

Perhitungan banjir ditinjau dengan cara Formula *Rational Mononobe*.

Luas DAS = 63,900 km<sup>2</sup>

Panjang aliran sungai = 19,000 km

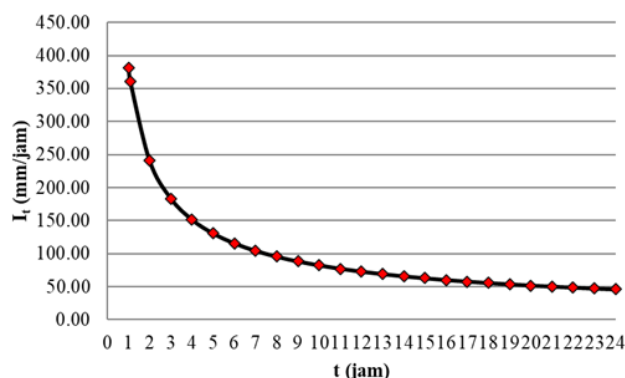
Perbedaan Ketinggian = 211,000 m

Kemiringan dasar sungai = 0,011

$$V = 72 \cdot \left[ \frac{211,00}{19,000} \right]^{0,6} = 4,838 \text{ m/s}$$

$$Tc = \frac{19,000}{4,838} = 3927,388 \text{ s} \approx 1,091 \text{ jam}$$

$$I = \frac{1.101,403}{24} \cdot \left[ \frac{24}{1,091} \right]^{\frac{2}{3}} = 360,309 \text{ mm/jam}$$



**Gambar 4.** Grafik Hubungan antara Intensitas Hujan untuk Lama Hujan t (It) dan Waktu (t)

$$Q_{50} = 0,278 \times 0,15 \times 360,309 \times 63,900 = 960,097 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_p = \frac{960,097}{4,838} = 198,456 \text{ m}^2$$

$$A = (80 + 1 \times h) \times h$$

$$h^2 + 80h - 198,456 = 0$$

Dengan menggunakan rumus ABC akan diperoleh tinggi muka banjir 50 tahun dengan persamaan sebagai berikut :

$$h = \frac{80 \pm \sqrt{80^2 - 4 \times 1 \times (-198,456)}}{2 \times 1}$$

$$h_1 = -82,408$$

$$h_2 = 2,408$$

Jadi, ketinggian banjir untuk periode 50 tahun adalah 2,408 m.

### 3. Analisis Penggerusan (*Scouring*)

Tinjauan mengenai kedalaman penggerusan ini memakai metode *lacey* dimana kedalaman penggerusan dipengaruhi oleh jenis material dasar sungai.

$$d = 0,473 \times \left[ \frac{960,097}{1,25} \right]^{0,333} = 4,322 \text{ m}$$

$$\text{Penggerusan maksimum} = 1,27 \times 4,322 = 5,489 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman penggerusan yang terjadi} = 5,489 - 2,408 = 3,081 \text{ m}$$

Jadi, karena tinggi muka air banjir yang sangat rendah maka disini kedalaman dari *scouring* tidak berpengaruh.

## Analisis Aspek Tanah

### 1. Penyelidikan Tanah

Pada lokasi jembatan Mega. I ini penyelidikan tanah dilapangan dilakukan dengan pengeboran tanah/sondir pada dua titik yaitu titik I pada arah Mega dan titik II pada arah Fef, untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta sifat daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman.

**Tabel 3. Hasil Pengujian Sondir**

Titik Sondir I			Titik Sondir II		
Kedalaman	Perlawanan Penetrasi Konus (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm)	Kedalaman	Perlawanan Penetrasi Konus (kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1,00	20,00	150,00	-1,00	20,00	110,00
-2,00	30,00	310,00	-2,00	25,00	160,00
-3,00	50,00	530,00	-3,00	40,00	360,00
-4,00	50,00	790,00	-4,00	70,00	470,00
-5,00	60,00	1050,00	-5,00	80,00	670,00
-5,20	150,00	1090,00	-5,20	170,00	680,00
-5,40	200,00	1110,00	-5,40	200,00	720,00

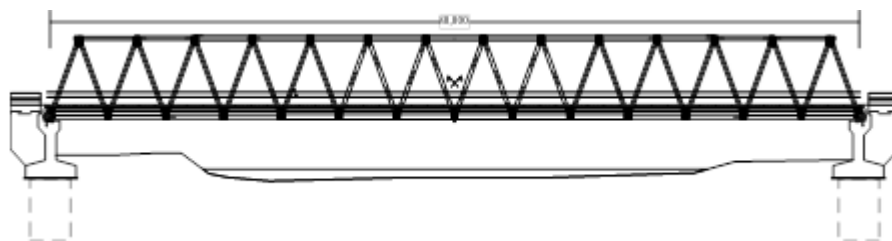
Sumber : (PT. GENTA PRIMA PERTIWI, 2013)

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah keras terletak pada kedalaman > 5 m, maka digunakan pondasi sumuran, dan data sondir terlampir.

## Aspek Konstruksi Bangunan Atas (*Truss*)

### 1. Rangka Baja (*Truss*)

Struktur atas Rangka Baja (*Truss*) merupakan struktur dari jembatan yang terletak pada bagian atas dari jembatan, seperti sandaran, trotoar, lantai kendaraan, gelagar-gelagar dan rangka.



**Gambar 5. Penampang Memanjang Jembatan**

#### a. Data Struktur

Kelas Jalan	= Kelas II
Panjang total jembatan	= 80,00 m
Lebar total jembatan	= 7,65 m
Lebar lantai kendaraan	= 6,00 m
Lebar trotoar	= 2 × 0,5 m
Tebal trotoar	= Rangka Baja Trapesium
Tinggi rangka jembatan	= 8,00 m
Jarak antar gelagar memanjang	= 1,141 m
Jarak antar gelagar melintang	= 5,714 m
Mutu baja tulangan ulir (fy)	= 400 Mpa
Mutu baja tulangan polos (fy)	= 240 Mpa
Mutu beton trotoar (fc') K – 225	= 19,30 Mpa



Mutu beton lantai ( $f_c'$ ) K – 300	= 25,00 Mpa
Tegangan leleh Bj 37	= 3700 kg/m <sup>2</sup>
Tegangan dasar Bj 37	= 2400 kg/m <sup>2</sup>
Peraturan pembebanan	= SNI 1729-2016
Peraturan baja	= SNI 1729-2015
Peraturan beton	= SNI 2847-2013

## b. Data Pembebanan

Berat jenis beton bertulang	= 2400 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis aspal	= 2200 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis air	= 980 kg/m <sup>3</sup>
Factor beban untuk beton $Ku_{MS}$	= 1,3
Factor beban untuk plat deck/baja $Ku_{MS}$	= 1,1
Factor beban untuk utilitas $Ku_{MA}$	= 2,0
Factor beban untuk pejalan kaki $Ku_{TP}$	= 1,8
Factor beban "T" $Ku_{TT}$ dan "D" $Ku_{TD}$	= 1,8

Dari data diatas perhitungan dilakukan menggunakan Analisis SAP 2000 V.14, dan didapat hasil perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Perhitungan Momen Plat Lantai dan Trotoar

No	Tumpuan	Lapangan	Momen Maks
1	A		-8,587
2	B		-342,878
3	C		-1939,620
4	D		-4435,268
5	E		-1939,620
6	F		-342,878
7	G		-8,587
8		AB	694,603
9		BC	-1253,942
10		CD	4638,780
11		DE	4638,780
12		EF	-1253,942
13		FG	694,603

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 5.** Perhitungan Garis Kerja T Gelagar Memanjang Tengah

Komponen	Luas transformasi		Lengan momen y ( cm )	A x y ( cm <sup>3</sup> )
	A ( cm <sup>2</sup> )	y ( cm )		
Profil WF	114,200	25,000		2855,000
Flens	-32,000	49,200		-1574,400
Web	-0,052	48,233		-2,508
$\Sigma$	82,148			1278,092

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 6.** Perhitungan Garis Kerja T Gelagar Memanjang Tepi

Komponen	Luas transformasi		Lengan momen y ( cm )	A x y ( cm <sup>3</sup> )
	A ( cm <sup>2</sup> )	y ( cm )		
Profil WF	46,780	15,000		701,700
Flens	-4,983	29,834		-148,669
$\Sigma$	41,797			553,031

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 7.** Perhitungan Garis Kerja T Gelagar Melintang

Komponen	Luas transformasi		Lengan momen y ( cm )	A x y ( cm <sup>3</sup> )
	A ( cm <sup>2</sup> )	y ( cm )		
Profil WF	309,800	45,000		13941,000
Flens	-84,000	88,600		-7442,400
Web	-2,010	86,572		-174,047
$\Sigma$	223,790			6324,553

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)



**Tabel 8.** Rekapitulasi Perhitungan Gaya Aksial Rangka Utama

No	Aksi Tetap		Aksi Transient		Total Aksi	
	P tarik (+)	P tekan (-)	P tarik (+)	P tekan (-)	P tarik (+)	P tekan (-)
btg						
A1	99.163		59.400		158.562	
A2	280.071		168.286		448.357	
A3	430.828		259.036		689.863	
A4	551.433		331.444		882.877	
A5	641.887		385.562		1.027.449	
A6	702.190		421.342		1.123.532	
A7	732.341		438.821		1.171.162	
A8	732.341		438.821		1.171.162	
A9	702.190		421.342		1.123.532	
A10	641.887		385.562		1.027.449	
A11	551.433		331.444		882.877	
A12	430.828		259.036		689.863	
A13	280.071		168.286		448.357	
A14	99.163		59.400		158.562	
A15		-195.204		-118.674		-313.878
A16		-361.036		-219.359		-580.395
A17		-496.717		-301.803		-798.520
A18		-602.247		-365.939		-968.186
A19		-677.625		-411.749		-1.089.374
A20		-722.852		-439.249		-1.162.101
A21		-737.928		-448.436		-1.186.364
A22		-722.852		-439.249		-1.162.101
A23		-677.625		-411.749		-1.089.374
A24		-602.247		-365.939		-968.186
A25		-496.717		-301.803		-798.520
A26		-361.036		-219.359		-580.395
A27		-195.204		-118.674		-313.878
D1		-294.845		-176.600		-471.445
D2		-252.339	3.326	-152.361		-401.374
D3		-207.514	8.301	-130.291		-329.504
D4		-162.689	15.067	-109.893		-257.515
D5		-117.863	23.529	-91.230		-185.565
D6		-73.038	33.703	-74.256		-113.592
D7		-28.213	45.581	-58.987		-41.619
D8	16.612		59.164	-45.433	30.343	
D9	61.437		74.438	-33.571	102.304	
D10	106.263		91.429	-23.415	174.277	
D11	151.088		110.124	-14.962	246.250	
D12	195.913		130.507	-8.220	318.200	
D13	240.738		152.629	-3.167	390.201	
D14	285.563		176.241		461.804	
D15	285.563		176.241		461.804	
D16	240.738		152.629	-3.167	390.201	
D17	195.913		130.507	-8.220	318.200	
D18	151.088		110.124	-14.962	246.250	
D19	106.263		91.429	-23.415	174.277	
D20	61.437		74.438	-33.571	102.304	
D21	16.612		59.164	-45.433	30.343	
D22		-28.213	45.581	-58.987		-41.619
D23		-73.038	33.703	-74.256		-113.592
D24		-117.863	23.529	-91.230		-185.565
D25		-162.689	15.067	-109.893		-257.515
D26		-207.514	8.301	-130.291		-329.504
D27		-252.339	3.326	-152.361		-401.374
D28		-294.845	0	-176.600		-471.445

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Aspek Konstruksi Bangunan Bawah (*Abutment* dan pondasi)****1. Kepala Jembatan (*Truss*)**

Kepala Jembatan (*abutment*) adalah suatu bangunan yang meneruskan beban (beban mati dan beban hidup) dari bangunan atas dan tekanan tanah ke pondasi (Ir.Suryono Sasrodarsono dan Kazuto nakazawa, 2000).

- a. Data Struktur
- Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) = 240 Mpa  
 Mutu beton *abutment* ( $f_c'$ ) K – 250 = 20,750 Mpa  
 Modulus Elastik = 21409,519 Mpa  
 Peraturan beton = SNI 2847-2013
- b. Data Pembebanan
- Berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m<sup>3</sup>  
 Berat jenis aspal = 2200 kg/m<sup>3</sup>  
 Berat agregat = 1450 kg/m<sup>3</sup>  
 Berat jenis air = 980 kg/m<sup>3</sup>
- c. Daya dukung aksial pondasi berdasarkan kekuatan bahan
- Kuat tekan beton,  $f_c' = 0,083 \times 250$  = 20,750 Mpa  
 Tegangan ijin beton,  $f_c = 0,3 \times 20,750 \times 1000$  = 6225 kN/m<sup>2</sup>  
 Luas penampang sumuran,  $A = \frac{\pi}{4} \times 4^2$  = 12,566 m<sup>2</sup>  
 Panjang sumuran = 5,00 m  
 Berat sumuran,  $W = 12,566 \times 5 \times 24$  = 1507,964 kN  
 Daya dukung ijin,  $P = 12,566 \times 6225 - 1570,796$  = 76717,693 kN
- d. Daya dukung aksial pondasi berdasarkan kekuatan tanah (CPT)
- Nilai konus,  $q_c$  = 200 kg/cm<sup>2</sup>  
 Nilai rata-rata, JHP = 508,21 kg/cm  
 Luas penampang sumuran,  $A = \frac{\pi}{4} \times 400^2$  = 125663,71 cm<sup>2</sup>  
 Keliling penampang sumuran,  $K = \pi \times D$  = 1256,64 cm  
 Daya dukung ijin, P = 76717,693 kN
- e. Gaya yang bekerja pada pondasi
- Berat volume tanah,  $\gamma$  = 18 kn/m<sup>3</sup>  
 Sudut gesek dalam,  $\phi$  = 35°  
 Kohesi, C = 12,5 kPa  
 Panjang sumuran = 5 m  
 Koefisien tanah aktif,  $K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi'}{2} \right)$  = 0,27

Dari data diatas perhitungan dilakukan menggunakan Analisis manual, dan didapat hasil perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 9.** Perhitungan Berat Sendiri Abutment

No	Parameter Berat Bagian						Berat (ton)	Lengan (m)	Momen (ton.m)
	L	T	P	Shape	Direct				
1	0,22	0,22	9,20	1	-1	1,069	0,640	-0,684	
2	0,22	0,23	9,20	0,5	-1	0,551	0,677	-0,373	
3	0,30	0,85	9,20	1	-1	5,630	0,900	-5,067	
4	0,55	0,92	9,20	1	-1	11,172	1,025	-11,452	
5	0,75	0,55	9,20	1	-1	9,108	0,925	-8,425	
6	0,40	0,80	9,20	1	1	7,066	0,650	4,593	
7	0,75	0,75	9,20	0,5	-1	6,210	0,800	-4,968	
8	0,40	0,50	9,20	0,5	1	2,208	0,583	1,288	
9	1,00	5,20	9,20	1	-1	114,816	0,050	-5,741	
10	1,95	0,50	9,20	0,5	-1	10,764	1,200	-12,917	
11	2,05	0,50	9,20	0,5	1	11,316	1,133	12,825	
12	1,95	0,70	9,20	1	-1	30,139	1,525	-45,962	
13	2,05	0,70	9,20	1	1	31,685	1,475	46,735	
						$P_{MS1} = 241,734$	$M_{MS1} = -30,148$		

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 10.** Perhitungan Berat Sendiri Wing Wall

No	Parameter Berat Bagian					Berat (ton)	Lengan (m)	Momen (ton.m)
	L	T	P	Shape	Direct			
14	2,48	0,30	0,30	1	-1	0,536	2,290	-1,227
15	2,48	0,15	0,28	1	-1	0,246	2,290	-0,562
16	2,48	0,40	0,25	1	-1	0,595	2,290	-1,363
17	2,23	1,47	0,25	1	-1	1,967	2,415	-4,750
18	2,23	0,75	0,25	1	-1	1,004	2,415	-2,423
19	0,75	0,75	0,25	0,5	-1	0,169	1,050	-0,177
20	2,98	2,17	0,25	1	-1	3,885	2,040	-7,926
21	1,03	1,03	0,25	0,5	-1	0,317	2,843	-0,902
22	1,95	0,53	0,25	1	-1	0,617	1,525	-0,940
23	1,95	0,50	0,25	0,5	-1	0,293	1,850	-0,541
						9,627		-20,812
2 wing wall					$P_{MS2} =$	19,255	$M_{MS2} =$	-41,625

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 11.** Perhitungan Berat Sendiri Tanah di Belakang Abutment

No	Parameter Berat Bagian					Berat (ton)	Lengan (m)	Momen (ton.m)	
	L	T	P	Shape	Direct				
24	1,45	0,30	9,20	1	-1	7,204	1,775	-12,786	
25	1,45	0,15	9,20	1	-1	3,602	1,775	-6,393	
26	1,45	0,40	9,20	1	-1	9,605	1,775	-17,049	
27	1,20	1,47	9,20	1	-1	29,212	1,900	-55,502	
28	1,20	0,75	9,20	1	-1	14,904	1,900	-28,318	
29	0,75	0,75	9,20	0,5	-1	4,658	1,050	-4,890	
30	1,95	2,70	9,20	1	-1	87,188	1,525	-132,962	
31	1,95	0,50	9,20	0,5	-1	8,073	1,850	-14,935	
						$P_{MS3} =$	164,445	$M_{MS3} =$	-272,836

**Tabel 12.** Distribusi Beban Gempa Abutment

No	Berat (ton)	TEQ (ton)	Uraian lengan terhadap titik O	Lengan (m)	MEQ (ton.m)
Struktur Atas					
PMS	290,450	64,044		6,97	446,388
PMA	42,960	9,473		6,97	66,025
Abutment					
1	1,069	0,236		6,86	1,617
2	0,551	0,122		6,67	0,811
3	5,630	1,242		6,55	8,126
4	11,172	2,464		5,66	13,944
5	9,108	2,008		4,93	9,891
6	7,066	1,558		4,80	7,478
7	6,210	1,369		4,40	6,025
8	2,208	0,487		4,23	2,061
9	114,816	25,317		2,60	65,824
10	10,764	2,373		0,87	2,057
11	11,316	2,495		0,87	2,162
12	30,139	6,646		0,35	2,326
13	31,685	6,986		0,35	2,445
Wing wall					
14	1,071	0,236		6,86	1,621
15	0,491	0,108		6,67	0,723
16	1,190	0,262		6,32	1,659
17	3,934	0,867		5,39	4,671
18	2,007	0,443		4,28	1,892
19	0,338	0,074		4,15	0,309
20	7,771	1,713		2,81	4,821
21	0,635	0,140		1,38	0,194
22	1,233	0,272		1,46	0,398

23	0,585	0,129	1,03	0,133
Tanah				
24	7,204	1,588	6,86	10,896
25	3,602	0,794	6,67	5,301
26	9,605	2,118	6,32	13,385
27	29,212	6,441	5,39	34,686
28	14,904	3,286	4,28	14,049
29	4,658	1,027	4,15	4,262
30	87,188	19,225	2,55	49,024
31	8,073	1,780	1,03	1,839
TEQ = 167,325			MEQ = 787,042	

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 13.** Rekapitulasi Kombinasi Beban Kerja

No.	Kombinasi	k	Beban Kerja				
			P (t)	Tx (t)	Ty (t)	Mx (t.m)	My (t.m)
A	Aksi Tetap						
1	Kombinasi 1	0%	921,74	248,18	0,00	249,53	0,00
2	Kombinasi 2	25%	927,67	273,18	17,18	423,49	310,56
3	Kombinasi 3	25%	927,67	333,20	17,18	735,56	151,56
4	Kombinasi 4	40%	927,67	333,20	17,18	735,56	151,56
5	Kombinasi 5	50%	758,84	310,58	167,33	1091,41	787,04

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 14.** Rekapitulasi Kombinasi Beban Ultimit

No	Kombinasi	Pu (ton)	Tux (ton)	Tuy (ton)	Mux (ton.m)	Muy (ton.m)
1	Kombinasi 1	1288,02	355,23	20,62	602,61	181,87
2	Kombinasi 2	1309,78	433,25	0,00	1007,21	0,00
3	Kombinasi 3	1288,02	433,25	20,62	1008,30	181,87
4	Kombinasi 4	1316,89	355,23	20,62	601,16	181,87
5	Kombinasi 5	1016,57	620,81	167,33	1755,22	787,04

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 15.** Stabilitas Guling Pondasi

Stabilitas Guling						
No.	Kombinasi	k	Mx(t)	Mpx(t)	SF	Cek
1	Kombinasi 1	0%	2711,059	-10975,074	4,05	Aman
2	Kombinasi 2	25%	3101,149	-13788,210	4,45	Aman
3	Kombinasi 3	40%	3101,149	-15365,103	4,95	Aman
4	Kombinasi 4	40%	2711,059	-15468,176	5,71	Aman
5	Kombinasi 5	50%	4038,950	-15424,305	3,82	Aman

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

**Tabel 16.** Stabilitas Geser Pondasi

Stabilitas Guling						
No.	Kombinasi	k	Mx(t)	Mpx(t)	SF	Cek
1	Kombinasi 1	0%	355,229	1158,801	3,26	Aman
2	Kombinasi 2	25%	433,247	1458,403	3,37	Aman
3	Kombinasi 3	40%	433,247	1622,322	3,74	Aman
4	Kombinasi 4	40%	355,229	1637,034	4,61	Aman
5	Kombinasi 5	50%	620,807	1484,001	2,39	Aman

Sumber : (Data diolah dari hasil perhitungan)

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini dilihat dari hasil analisis tinjauan tinggi banjir untuk periode 50 tahun adalah = 2,408 m, dan tinggi jagaan jembatan dari elevasi banjir = 3,092 m, kedalaman penggerusan 3,081 m, karena tinggi muka air banjir yang sangat rendah pengaruh penggerusan tidak berpengaruh. Untuk hasil perhitungan untuk desain profil gelagar memanjang tengah 500 mm x 200 mm, sedangkan kondisi pelaksanaan dilapangan 570 mm x 180 mm, sehingga hasil perhitungan lebih efisien. Dan untuk hasil perhitungan untuk desain profil gelagar memanjang tepi 300 mm x 150 mm, sama dengan kondisi dilapangan 300 mm x 150 mm. Kemudian dari hasil perhitungan untuk desain profil gelagar melintang 900 mm x 300 mm, sedangkan kondisi pelaksanaan dilapangan 960 mm x 280 mm, sehingga hasil perhitungan lebih efisien. Dan dari hasil perhitungan untuk desain profil rangka utama batang bawah dan batang diagonal terluar 498 mm x 432 mm, sedangkan kondisi pelaksanaan dilapangan 450 mm x 450 mm, sehingga hasil perhitungan lebih efisien. Dan untuk hasil perhitungan untuk pile cap dimensi yang digunakan 9,20 m x 5,00

m x 0,70 m, sedangkan kondisi dilapangan digunakan 11,00 m x 5,00 m x 1,10 m, sehingga hasil perhitungan lebih efisien.

## REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Standar Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta : BSN.
- Christady, H. H. 2006. *Teknik Pondasi*, Beta Offset. Yogyakarta.
- Ilham, M. N, 2010. *Analisis Abutment Jembatan Selat Tebing Rumbi Kalimantan Selatan*. Retrieved, 2010, from <http://mnoerilham.blogspot.co.id>.
- Prabowo, S. H. 2008. *Perencanaan Jembatan Kali Kuto Kabupaten Kendal*. Semarang : Universitas Diponegoro Semarang.
- Sunggono. 1995, *Teknik Sipil*, Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, S. & Nakazawa, K, 2000. *Mekanikah Tanah & Teknik Pondasi*. (Taulu dkk, Eds). PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Setiawan, A. B. 2005. *Perencanaan Jembatan Kabelukan Ruas Jalan Wonosobo-Parakan*. Semarang : Universitas Diponegoro Semarang.
- Supriyadi, B. & Setyo M. A. 2007, *Jembatan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Setiawan, A. 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, PT. Erlangga, Jakarta.