

PERENCANAAN JEMBATAN RANGKA BAJA LINGKAR UTARA KERTEK WONOSOBO

Ashal Abdussalam¹ Ahmad Aspriyo Kusman², Suharto³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo
Email: Ashal@unsiq.ac.id

ABSTRAK

Jembatan Baja Lingkar Utara Kertek termasuk dalam jalan Nasional yang akan menghubungkan ruas jalan baru lingkar utara kertek tepatnya di desa Sumberdalem Kertek dan desa Tegalombo Kalikajar Wonosobo Jawa Tengah. Jembatan Baja Lingkar Utara Kertek akan memberikan solusi dimana dalam perkembangannya lalu lintas di persimpangan kertek semakin ramai dipadati berbagai jenis kendaraan yang lewat sehingga terjadi penumpukan kendaraan dari berbagai arah dan mengatasi kecelakaan kendaraan besar karna bentuk jalan dengan kemiringan tinggi dan panjang. Jembatan Baja Lingkar Utara Kertek direncanakan menggunakan Rangka Baja dengan bentang 50 m, lebar 9 m serta tinggi segmen 6,3 m.

Metodologi penelitian memiliki beberapa tahap yaitu tahap persiapan dan analisa data yang terdiri dari data primer didapat dengan pengamatan langsung sehingga diketahui lebar sungai 50 m serta tinggi bantaran sungai 2 m dan data sekunder terdiri dari peta topografi dapat diketahui elevasi 900 m diatas permukaan laut, data sondir dapat diketahui pada kedalaman 2,2 m daya dukung tanah 200 kg/cm², data curah hujan dapat diketahui rata-rata curah hujan lima tahun pengamatan adalah 314 mm, dan data harga material dan harga upah dari DPU Bina Marga Provinsi Jawa Tengah.

Dari hasil perencanaan digunakan rangka baja tipe warren truss dengan mutu tulangan BJ 55, tegangan leleh 410 MPa dan tegangan putus 550 MPa dengan profil baja IWF digunakan sambungan baut mutu tinggi A-325. Mutu beton digunakan variasi 20,75 MPa, dan 30 MPa. Diameter tulangan digunakan diameter 10, 12, 16, 19, 20 dan 25. Abutment menggunakan tipe T Terbalik dengan tinggi 4,1 m, lebar 11 m serta pondasi bore pile diameter 90 cm dengan kedalaman 1,2 m. perhitungan rencana anggaran biaya didapat Rp. 14.914.674.839,00.

Kata kunci : Jembatan, Rangka baja, Abutment, Bore Pile, Baja

Steel bridge Lingkar Utara Kertek is included in the National Road which will connect the new Kertek North Ring Road section to be precise in Sumberdalem Kertek village and Tegalombo Kalikajar village, Wonosobo, Central Java. Steel bridge Lingkar Utara Kertek will provide a solution where as its development progresses, traffic at the Kertek intersection becomes increasingly busy with

various types of passing vehicles resulting in a buildup of vehicles from various directions and overcoming large vehicle accidents due to the road's high and long slope. Steel bridge Lingkar Utara Kertek is planned to use a steel frame with a span of 50 m, a width of 9 m and a segment height of 6.3 m.

The research methodology has several stages, namely the preparation and data analysis stage which consists of primary data obtained by direct observation so that it is known that the width of the river is 50 m and the height of the riverbank is 2 m and secondary data consists of topographic maps, it can be seen that the elevation is 900 m above sea level, sondir data it can be seen that at a depth of 2.2 m the soil carrying capacity is 200 kg/cm², rainfall data can be seen that the average rainfall for the five years of observation is 314 mm, and data on material prices and wage prices from the DPU Bina Marga, Central Java Province.

From the planning results, a warren truss type steel frame was used with BJ 55 reinforcement quality, a yield stress of 410 MPa and a breaking stress of 550 MPa with an IWF steel profile using high quality A-325 bolt connections. The concrete quality used varies between 20.75 MPa and 30 MPa. The reinforcement diameters used are 10, 12, 16, 19, 20 and 25. The abutment uses the Inverted T type with a height of 4.1 m, a width of 11 m and a bore pile foundation with a diameter of 90 cm with a depth of 1.2 m. calculating the cost budget plan obtained Rp. 14,914,674,839.00.

Keywords: Bridge, Steel Frame, Abutment, Bore Pile, Steel

PENDAHULUAN

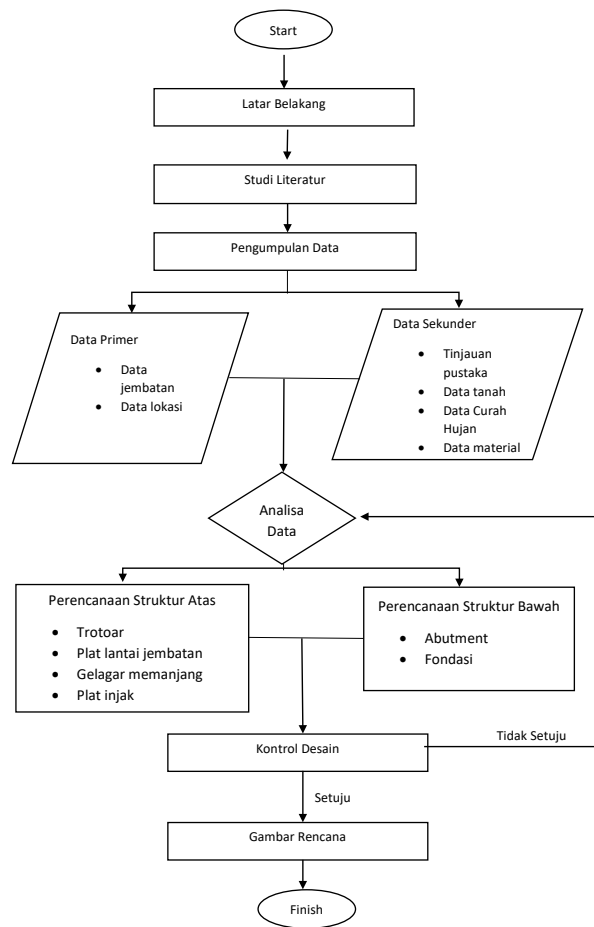
Perencanaan jembatan baja lingkar utara kertek yang akan menghubungkan ruas jalan baru dari arah parakan temanggung menuju Wonosobo merupakan upaya memberikan solusi dimana dalam perkembangannya lalu lintas di persimpangan kertek semakin ramai dipadati berbagai jenis kendaraan yang lewat sehingga terjadi penumpukan kendaraan dari berbagai arah. Menurut catatan dari Badan Pusat Statistik dan data Kepolisian tentang kecelakaan lalu lintas tahun 2019, terdapat sejumlah 9 kasus kecelakaan terjadi di jalur tersebut, dan ditahun 2020 angka kecelakaan bertambah menjadi 11 kasus. Oleh karena itu diharapkan dengan adanya jembatan baja jalan lingkar utara kertek dapat mengurai arus lalu lintas dan mengatasi seringnya terjadi kecelakaan kendaraan besar dari arah Parakan Temanggung.

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk membuat perencanaan jembatan rangka baja dengan bentang 50 m, dengan tujuan :

- a. Untuk menghitung bangunan atas jembatan rangka baja lingkar utara kertek menggunakan metode LRFD
- b. Untuk menghitung bangunan bawah jembatan menggunakan beton bertulang
- c. Untuk menghitung anggaran biaya perencanaan jembatan rangka baja lingkar kertek.

METODOLOGI

- a. Tahapan Penelitian
Mengumpulkan informasi jembatan yang akan direncanakan, studi pustaka terhadap materi sejenis untuk menentukan gambaran umum, dan menentukan data apa saja yang diperlukan dalam perencanaan jembatan ini.
- b. Metode Analisa Data
Tahapan proses penelitian dengan cara mengumpulkan serta mengolah data untuk menjawab rumusan masalah, manajemen dan proses pengolahan data untuk tersebut yang disebut analisis data. Metode analisis data sangat penting untuk menunjang kesempurnaan penelitian, oleh karena itu diperlukan data-data yang relevan.
- c. Studi Pustaka
Tahap awal dalam pengumpulan data yang diperoleh dari berbagai sumber literatur yang memuat tentang perencanaan jembatan. Sumber tersebut meliputi standar perencanaan seperti SNI, surat edaran Dirjen Bina Marga serta laporan-laporan dari peneliti terdahulu.
- d. Metode Pengumpulan Data
Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini antara lain observasi dan studi literatur
- e. Analisa Data
Analisa perencanaan jembatan dilakukan dengan menggunakan bantuan software Ms.Excel dan SAP 2000 untuk mempermudah proses analisa serta mengetahui kinerja struktur jembatan yang direncanakan. Dalam proses perencanaan semua harus diperhatikan secara detail, baik dari perhitungan pembebanan, proses input, hasil output, analisa hasil dan gambar rencana.
- f. Flowchart



Gambar 1. Flowchart Perencanaan Jembatan

1. ANALISA DAN PEMBAHASAN

1.1 Perhitungan Pembebanan

Perhitungan beban berdasarkan SNI 1726 – 2016 tentang pembebanan jembatan terdiri dari : beban tetap (berat sendiri dan beban mati tambahan), beban

lalu lintas (beban lajur “D”, beban rem dan beban truk “T”), serta beban lingkungan (beban gempa dan beban angin).

1.2 Perhitungan Struktur Atas

1. Tiang Railling

Tabel 2. Beban Tiang Railling

Jenis Beban	Total	Satuan
Beban Vertikal	7,13	kg/m
Beban Horizontal	100	kg/m
Momen Maksimum	147,951	kg.m

Tabel 3. Kontrol terhadap Tegangan

Jenis Beban	Total	Satuan
Tegangan yang terjadi(σ)	948,404	kg/m ²
Tegangan Izin (σ')	1600	kg/m ²
Cek	$\sigma \leq \sigma'$	Oke

2. Trotoar

Tabel 4. Berat Trotoar

Koponen Jembatan	Berat Volume	Tebal	Panjang	Lebar	Berat
	(kN/m ³)	m	m	m	kN
Berat trotoar	25	0,25	1	1	6,25
Berat pejalan kaki	5				5
Berat kerb	25	1	1	1	6,25

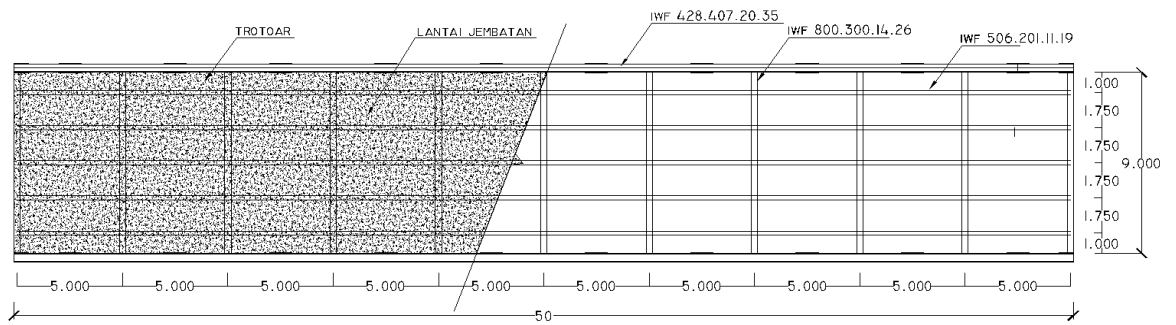
3. Plat Lantai

Tabel 5. Beban Jembatan

Koponen Jembatan	Berat Volume	Tebal	Panjang	Lebar	Berat
	(kN/m ³)	m	m	m	kN
Lantai Jembatan	25	0,2	1	1	5
Aspal	22	0,05	1	1	1,1
Air Hujan	9,8	0,05	1	1	0,49
Berat Railling	0,0713	1	1	1	0,0713
Deck Baja	0,2272	1	1	1	0,2272
Total					6,8885

Tabel 6. Momen Plat Lantai

No	Jenis Beban	Faktor beban	Momen
			(kNm)
1	Beban Mati	1,3	1,94183
2	Beban Hidup "L"	1,8	105,392
3	Beban truk "T"	2	58,094
total momen ultimet slab			165,428



Gambar 2. Denah Susunan Lantai

4. Perencanaan Profil

Tabel 7. Output SAP 2000

FRAME				Gaya Aksial	Gaya Geser	Momen
NO	FRAME		PROFIL IWF	kN	kN	kNm
1	Gelagar Induk	Max	428.407.20.35	8583,45	203,985	146,732
		Min		8741,72	203,985	270,815
2	Ikat angin	Max	150.150.7.10	6,037	1,861	0,5732
		Min		7,973	1,861	4,211

Tabel 8. Kontrol Gelagar Memanjang

No	Frame	Lendut Ijin	Geser Ijin	Momen
		< 0,625 cm	<123231,24 kg	< 8068730,695 kgcm
1	Gelagar Memanjang	0,199 cm	45076,89 kg	6543185,229 kgcm

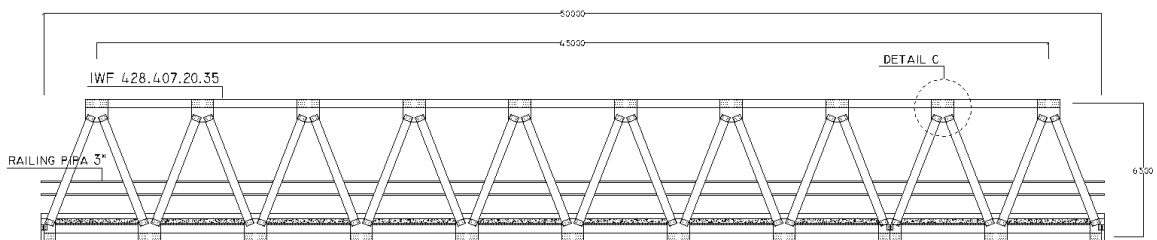
Tabel 9. Kontrol Gelagar Melintang

No	Frame	Lendut Ijin	Geser Ijin	Momen
		< 0,218 cm	<278208,00 kg	< 11938243,13 kgcm
1	Gelagar Memanjang	0,005247 cm	186353,2 kg	9420366,655 kgcm

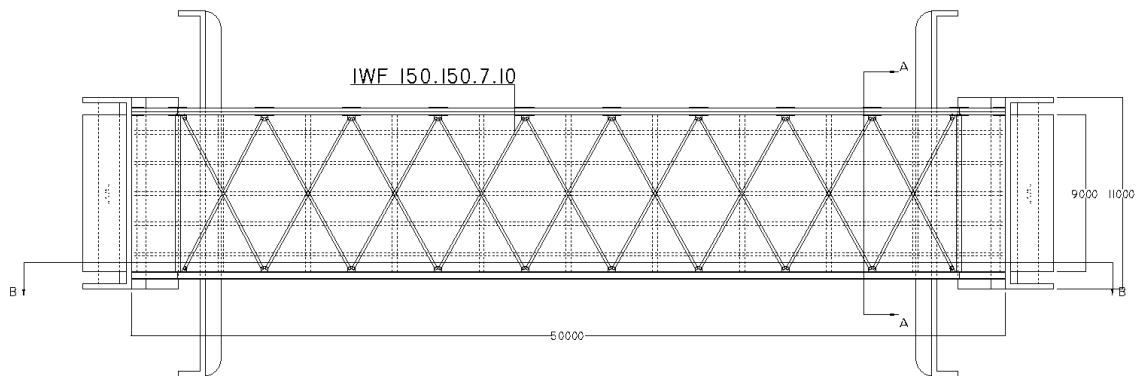
5. Perencanaan Sambungan

Tabel 10. Output Sambungan

SAMBUNGAN			P(kN)	n Geser (Ton)
NO	FRAME	SAMBUNGAN		
1	Gelagar memanjang dan melintang	A	1775,09	32,381
2	Ikat angin	B	7,973	32,381
3	Rangka horizontal	C	8741,72	
4	Rangka diagonal	D	4248,06	32,381
5	Gelagar melintang dan rangka utama	E	1433,16	32,381



Gambar 3. Tampak Memanjang Jembatan



Gambar 4. Tampak Ikat Angin

1.3 Perhitungan Struktur Bawah

1. Plat Injak

Tabel 11. Plat Injak

Beban	Tebal	Berat Jenis	Lebar	Berat
	m	kg/m ³	m	kg/m
Berat aspal	0,05	2200	1,2	132
Berat agregat	0,25	2000	1,2	600
Berat sendiri plat	0,2	2500	1,2	600
Berat total beban mati				1332
Beban hidup (kg/m)				1651,2
Momen (kg.m)				2330,6

2. Abutment

Tabel 12. Ombinasi Beban

No	Kombinasi Beban	Gaya (T)		Momen (T.m)	
		V	H	MV	MH
1	Kombinasi I	805,17	54,435	1918,5295	73,4874
2	Kombinasi II	650,338	132,815	1579,0743	279,696
3	Kombinasi III	1127,24	162,224	2685,9413	392,741
4	Kombinasi IV	780,407	174,267	1873,7599	594,858

Tabel 13. Kontrol Terhadap Guling

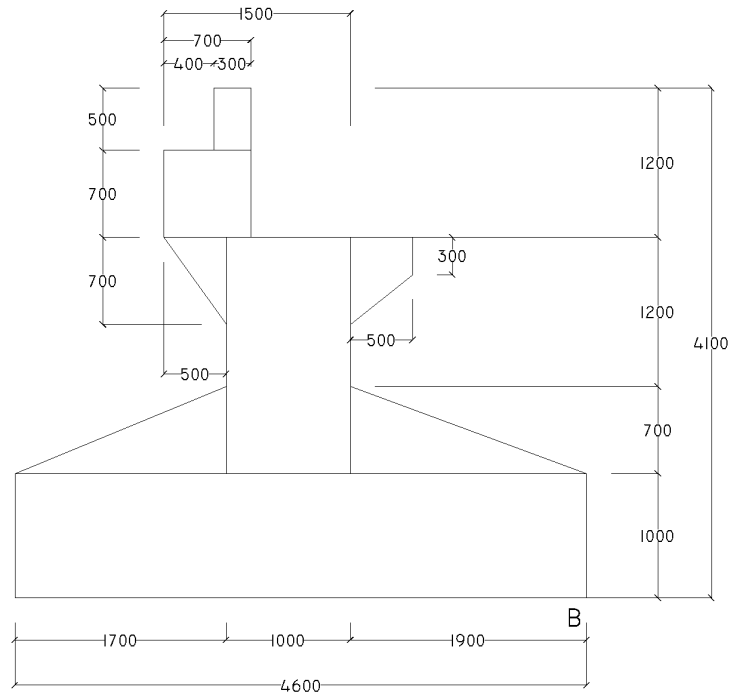
No	Kombinasi Beban	MV/MH	SF	Keterangan
1	Kombinasi I	12,6406	2	OK
2	Kombinasi II	4,18236	2	OK
3	Kombinasi III	5,34681	2	OK
4	Kombinasi IV	3,56623	2	OK

Tabel 14. Kontrol Terhadap Geser

No	Kombinasi Beban	Vx(μ / H)	SF	Keterangan
1	Kombinasi I	4,16165	1,5	OK
2	Kombinasi II	1,8592	1,5	OK
3	Kombinasi III	2,72134	1,5	OK
4	Kombinasi IV	3,91271	1,5	OK

Tabel 15. Kontrol Terhadap Kestabilan daya Dukung Tanah

No	Kombinasi Beban	q _{max} (ton/m ²)	q _{ijin} (ton/m ²)	Keterangan
1	Kombinasi I	107,467	62,5487	TIDAK OK
2	Kombinasi II	98,7724	62,5487	TIDAK OK
3	Kombinasi III	162,653	62,5487	TIDAK OK
4	Kombinasi IV	143,018	62,5487	TIDAK OK



Gambar 5. Dimensi Abutment

3. Pondasi Bore Pile

Tabel 16. Gaya Maksimum dan Minimum

Komb	PV (T)	n	Mv(Tm)	XMAX (m)	$\sum x^2$ (m ²)	ny	PMax (T)	Pmin (T)
I	805,17	10	1918,53	1,35	9,1125	5	137,362	23,6717
II	650,338	10	1579,07	1,35	9,1125	5	111,821	18,2464
III	1127,24	10	2685,94	1,35	9,1125	5	192,307	33,1404
IV	780,407	10	1873,8	1,35	9,1125	5	133,559	22,5218
V								

Dari tabel perhitungan diperoleh bahwa Pmaks terjadi pada kombinasi I sebesar 192,307 ton , Maka daya dukung tanah harus lebih besar dari Pmaks tersebut.

Daya dukung tiap kelompok tiang pada kelompok tiang :

$$Q_{ijin} = 438,722 \times 0,734$$

$$= 321,898 \text{ ton} > P_{maks} = 192,307 \text{ ton}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perhitungan struktur atas dan bawah pada perencanaan jembatan lingkar utara kertek dapat disimpulkan sebagai berikut :

Hasil perhitungan struktur atas jembatan dengan menggunakan konstruksi baja

a. Data umum jembatan

- Jenis Jembatan : Rangka Baja (*Warren Truss*)
- Bentang Jembatan : 50 meter
- Lebar Jembatan : 9 meter
- Lebar Jalan : 7 meter
- Lebar Trotoar : 2 meter (1+1)
- Tinggi Segmen : 6,3 meter

b. Data struktur atas jembatan

- Gelagar Memanjang : IWF 506.201.11.19 – 103
- Gelagar Melintang : IWF 800.300.14.26 – 210
- Ikatan Angin : IWF 150.150.7.10 – 15,8
- Ikat Angin : IWF 300.300.10.15 – 47,0
- Rangka Utama : IWF 428.407.20.35 – 283
- Gelagar Horizontal : IWF 498.432.45.70 – 605
- Baut Mutu Tinggi (A490) : $\varnothing 25$ dan $\varnothing 29$
- Tebal Plat Sambung : 20 mm
- Shear Connector : 85 $\varnothing 19$ – 200 buah stud dipasang 2 baris
- Tiang railing : $\varnothing 76,3$ mm (tebal 2,8 mm)
- Dimensi Elastomer : *Bearing Elastomer* (480.300.101)
: *Seismic Buffer* (350.280.97)
- Tebal Plat Lantai : 200 mm
- Mutu beton : 30 MPa
- Mutu Baja : BJ 55
fy : 410 MPa
fu : 550 MPa
- Tebal Lapis Perkerasan : 50 mm
- Tulangan Trotoar : Tulangan Pokok $\varnothing 12$ – 100
: Tulangan Bagi $\varnothing 10$ – 100
- Tulangan Plat Lantai : Tulangan Pokok $\varnothing 16$ – 100
: Tulangan Bagi $\varnothing 10$ – 100

Hasil perhitungan stuktur bawah jembatan

a. Plat Injak

- Bentang : 2,5 m
- Tebal : 200 mm
- Tulangan : Tulangan Pokok $\varnothing 16 - 200$
: Tulangan Bagi $\varnothing 10 - 100$

b. Abutment

- Tipe : T Terbalik
- Mutu Beton : 30 Mpa
- Tulangan *Pile Cap* : Tulangan pokok $\varnothing 25 - 150$
: Tulangan bagi $\varnothing 19 - 200$
: Tulangan geser $\varnothing 19 - 400$
- Tulangan Badan *Abutment* : Tulangan pokok $\varnothing 25 - 150$
: Tulangan bagi $\varnothing 19 - 100$
: Tulangan geser $\varnothing 19 - 600$
- *Tulangan Kepala Abutment* : Tulangan pokok $\varnothing 20 - 200$
: Tulangan bagi $\varnothing 12 - 200$
- *Tulangan Wing Wall* : Tulangan pokok $\varnothing 19 - 100$
: Tulangan bagi $\varnothing 10 - 100$

c. Pondasi

- Tipe : Bore Pile
- Mutu Beton : 20,75 MPa
- Diameter *Bored Pile* : 90 cm
- Jumlah bore dipakai : 10 buah
- Kedalaman : 1,2 m
- Tulangan *Bored Pile* : Tulangan lentur $\varnothing 20 - 100$
: Tulangan geser $\varnothing 10 - 150$

d. Dinding Penahan Tanah

- Tipe : Susunan batu kali (*Gravity*)

Hasil Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Tabel 17. Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan

DIVISI	DAFTAR ANALISA PEKERJAAN	HARGA SATUAN (Rp)
1	Umum	33.625.000
2	Pekerjaan Tanah	59.263.572
3	Struktur	12.479.483.457
4	Pekerjaan Aspal	927.710.250
5	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	49.466.414
6	Pekerjaan Pemeliharaan Rutin	9.246.614
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk biaya Umum dan Keuntungan)	13.558.795.307,86
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	1.355.879.530,79
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	14.914.674.838,64
(D)	DIBULATKAN	14.914.674.839,00

Terbilang : Empatbelas Milyar Sembilanratus Empatbelas Juta Enamratus Tujupuluh Empat Ribu Delapanratus Tigapuluh Sembilan Rupiah

5.2 Saran

Pada perencanaan jembatan lingkaran utara kertek dengan menggunakan rangka baja perencana memberikan saran untuk perencana selanjutnya agar :

1. Lebih banyak menyiapkan referensi yang lebih spesifik agar tidak terkendala dalam merencanakan jembatan
2. Sebaiknya dalam perencanaan abutment digunakan software SAP 2000 untuk membantu menganalisis beban agar lebih mudah dan *simple*
3. Ketelitian dalam penyelidikan tanah dilapangan harus diperhatikan, agar dalam perhitungan pondasi lebih maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Alham S, Akhmad & Aditya Budi S. (2014). "Perencanaan Jembatan Kabelukan". http://eprintd.undip.ac.id/34538/8/1572_chapter_V.pdf.
- Doloksaribu, Hiram M & Andreas Tigor Oktaga. (2008). "Perencanaan Jembatan Rangka Baja Sungai Ampel Kabupaten Pekalongan". [http://www.academia.edu/8025175/PENELITIAN PERENCANAAN JEMBATAN RANGKA BAJA SUNGAI AMPEL KABUPATEN PEKALONGAN DAFTAR ISI](http://www.academia.edu/8025175/PENELITIAN_PERENCANAAN_JEMBATAN_RANGKA_BAJA_SUNGAI_AMPEL_KABUPATEN_PEKALONGAN_DAFTAR_ISI).
- Departemen Pekerjaan Umum. (2016). SNI 1725 : 2016 Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Kusuma, Gideon & W.C.Vis. 1991. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang.
- Gunawan, Rudy. (1988). Tabel Profil Kontruksi Baja. Yogyakarta : Kanisius.
- Nakazawa, Kazuto dkk. (2000). Mekanika Tanah dan Teknologi Pondasi. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Pranoto, Yudi. (2018). Perencanaan Jembatan Baja. Depok : PNJ Press.
- Pratikno. (2009). "Kontruksi Beton I". <http://pratiktoo.file.wordpress.com/2010/02/beton1.pdf>.
- Sardjono HS. (1988). Pondasi Tiang Pancang Jilid I. Surabaya : Sinar Wijaya.
- Sardjono HS. (1988). Pondasi Tiang Pancang Jilid II. Surabaya : Sinar Wijaya.
- Setiawan, Agus. (2008). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002). Jakarta : Erlangga.