

STUDI KONSTRUKSI JEMBATAN BUMIREJO MENGUNAKAN RANGKA BAJA

Muhammad Aji Krisdiyanto¹, Dwi Sat Agus Yuwana², Ali Murtopo³

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsan, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116
Email korespondensi: ajikrisdiyanto228@gmail.com*

ABSTRAK

Perencanaan jembatan di Desa Bumirejo Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang ini didasarkan akan kebutuhan suatu prasarana transportasi yang menghubungkan Desa Bumirejo dengan Desa Grandegan. Jembatan tersebut merupakan jembatan yang sangat penting bagi warga sekitar baik untuk transportasi maupun akses ekonomi. Jembatan tersebut putus pada Januari 2021. Oleh karena itu dibutuhkan jembatan baru yang efisien untuk menghubungkan kedua desa tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana menganalisis perhitungan struktur untuk bangunan atas dan bangunan bawah jembatan rangka baja. Jembatan ini direncanakan lebar jembatan 6,50 m dimana lebar perkerasannya 5,30 m dan lebar masing-masing trotoar adalah 0,60 m. Panjang jembatan ditentukan sebesar 30,00 m berdasarkan survey langsung di lokasi. Menghitung beban-beban yang bekerja, kemudian dilakukan analisa dengan menggunakan bantuan software program CSI Bridge untuk menghitung gaya batang. Perhitungan struktur baja menggunakan panduan SNI 1729-2020. Pembebanan pada jembatan menggunakan SNI 1725:2016 dan gempa menggunakan SNI 2822:2016 dan SNI 1726:2012. Hasil analisis perencanaan dan pemodelan struktur didapatkan penampang untuk batang rangka dan ikatan angin menggunakan profil baja WF 300x300x10x15, batang memanjang menggunakan profil baja WF 150x150x7x10, batang melintang menggunakan profil baja WF 600x300x12x20, dengan tegangan leleh masing-masing profil 250 MPa dan tegangan putus 410 MPa. Sambungan struktur menggunakan baut dengan mutu A325. Sistem pondasi menggunakan kelompok tiang pancang berdiameter 40 cm sejumlah 9 tiang pada masing-masing abutmen.

Kata kunci: baja, bumirejo, csi bridge, jembatan rangka, struktur,

ABSTRACT

The design of the bridge in Bumirejo Village, Mungkid District, Magelang Regency is based on the need for a transportation infrastructure that connects Bumirejo Village with Grandegan Village. The bridge is a very important bridge for local residents both for transportation and economic access. The bridge was broken in January 2021. Therefore, a new efficient bridge is needed to connect the two villages. The goal of this research is to figure out how to analyze structural calculations for superstructures and substructures of steel truss bridges. This bridge is designed to have a bridge width of 6.50 m where the pavement width is 5.30 m and the width of each sidewalk is 0.60 m. The length of the bridge is determined at 30.00 m based on a direct survey at the site. Calculating the working loads, then an analysis is carried out using the help of the CSI Bridge software program to calculate the bar force. Calculation of steel structures using SNI 1729-2020 guidelines. The loading on the bridge uses SNI 1725:2016 and the earthquake uses SNI 2822:2016 and SNI 1726:2012. The results of the planning analysis and structural modeling obtained cross sections for trusses and wind ties using a WF steel profile of 300x300x10x15, longitudinal bars using a WF steel profile of 150x150x7x10, cross sections using a WF steel profile of 600x300x12x20, with yield stresses of each profile of 250 MPa and breaking stress of 410 MPa. . Connection structure using bolts with quality A325. The foundation system uses a group of piles with a diameter of 40 cm with 9 piles in each abutment.

Keywords: steel, bumirejo, csi bridge, truss bridge, structure

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Magelang merupakan wilayah berkembang yang berpotensi sebagai jalur masuk perdagangan dan distribusi barang jasa serta kawasan wisata. Moda transportasi menjadi hal yang penting dan dibutuhkan. Melalui perencanaan jembatan ini diharapkan menjadi perhatian dari pemerintah daerah agar dapat menjadi daya tarik wisatawan, meskipun volume lalu lintas pada jalan ini masih jauh dari derajat kejenuhan

Salah satu transportasi penting dalam menunjang ekonomi suatu daerah yaitu jembatan. Jembatan merupakan sarana penghubung antara daratan satu dengan daratan lainnya yang terpisah oleh jurang, sungai, maupun laut. Sebagai negara kepulauan dan memiliki keadaan alam yang berbeda-beda, jembatan menjadi salah satu sarana yang sangat penting dan dibutuhkan di Indonesia.

Jembatan di Desa Bumirejo, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang merupakan sarana transportasi yang penting. Jembatan berfungsi untuk menunjang kegiatan perekonomian dan jalur sekolah. Seiring dengan bertambahnya usia jembatan dan bertambahnya volume kendaraan yang melewati jembatan membuat jembatan tersebut cepat mengalami kerusakan kemudian karena intensitas hujan yang tinggi mengakibatkan debit air disungai tersebut meningkat dan penyangga yang menahan jembatan tersebut tidak kuat dan akhirnya pada bulan Januari 2021 jembatan tersebut putus. Selama terputusnya jembatan, akses lalu lintas, warga di desa tersebut sangat terganggu karena jika ingin berpergian harus menempuh jarak yang lebih jauh.

Berdasarkan indikasi tersebut, suatu perencanaan dan pembangunan jembatan baru adalah hal yang harus diperhatikan. Melalui skripsi ini akan direncanakan konstruksi jembatan dengan judul “Studi Konstruksi Jembatan Bumirejo Menggunakan Rangka Baja”.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pendahuluan, jembatan yang ada di Desa Bumirejo sudah putus kemudian akses jalan penghubung antara dusun dukuh dengan dusun grandegan terputus maka dari itu harus dilakukan alternatif perencanaan ulang untuk jembatan tersebut, sebelum dilaksanakan pembangunan harus direncanakan terlebih dahulu, setelah di rencanakan bisa dihitung volume pekerjaan dan RAB.

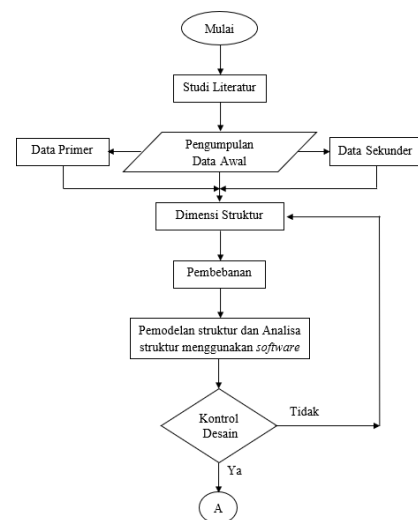
1.2 Tujuan Penelitian

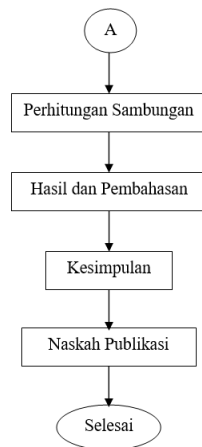
Tujuan penelitian skripsi ini adalah antara lain:

1. Merencanakan jembatan baru di desa Bumirejo, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang.
2. Mengetahui volume pekerjaan.
3. Mengetahui rencana anggaran biaya.

2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jembatan Desa Bumirejo, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data

Berikut ini adalah pendekatan yang digunakan untuk memperoleh data:

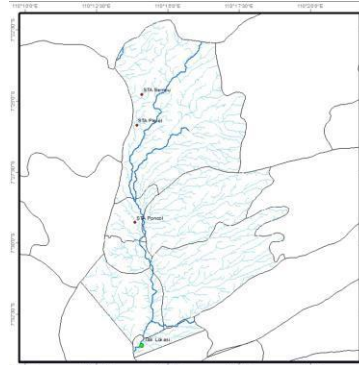
1. Metode literatur, yaitu proses pengumpulan, pengenalan dan pengolahan data tertulis dan metode kerja yang digunakan.
2. Metode observasi, yaitu proses dengan cara survei langsung ke lapangan agar mengetahui keadaan yang sebenarnya, sehingga dapat memperoleh gambaran umum sebagai pertimbangan dalam perencanaan struktur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

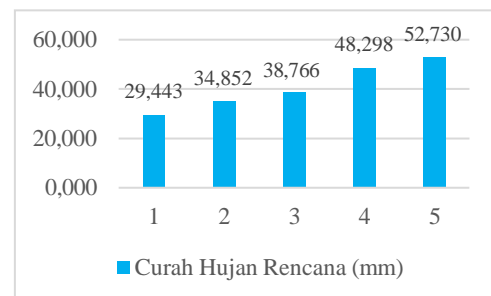
3.1 Analisis Hidrologi

Pada perencanaan struktur jembatan rangka baja di desa Bumirejo, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang merupakan jembatan yang menyeberangi sungai elo.

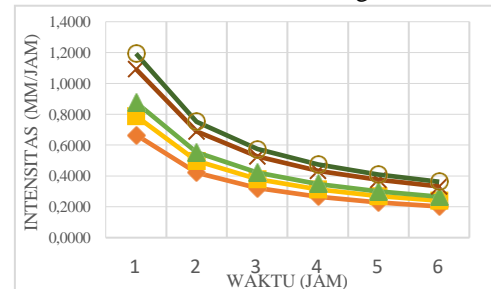
Oleh karena itu, data DAS Sungai Elo dan curah hujan daerah akan diperlukan untuk penelitian ini untuk menentukan debit rencana dari air yang lewat di bawah jembatan. Sehingga ketinggian lantai jembatan yang aman dapat dihitung dari debit rencana. Daerah aliran sungai dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



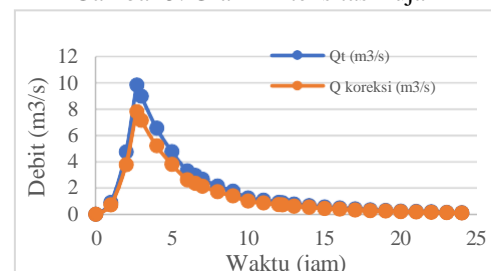
Gambar 3. Peta DAS Elo



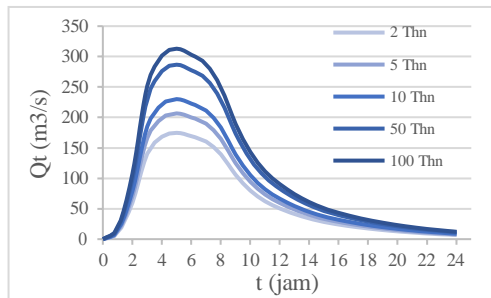
Gambar 4. Grafik Distribusi Log Pearson III



Gambar 5. Grafik Intensitas Hujan



Gambar 6. Grafik Hidrograf Satuan



Gambar 7. Hidrograf Satuan Metode Nakayasu

3.2 Pembebanan

Pembebanan jembatan rangka baja meninjau peraturan SNI 1725-2016 mengenai Standar Pembebanan Untuk Jembatan. Standar ini berisi ketentuan dan ketentuan pembebanan yang ditinjau dari berbagai aspek yaitu berat sendiri, beban hidup kendaraan dan beban aksi dari lingkungan.

Aksi Lingkungan

Aksi lingkungan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di lokasi jembatan berada. Pada penelitian ini aksi lingkungan yang digunakan adalah pengaruh temperatur, angin, dan gempa. Mengasumsikan beban angin rencana merupakan beban yang secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin.

3.3 Perhitungan Struktur Jembatan

Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

Beban mati (qd)

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= 0,2 \times 1 \times 2,4 \text{ kN/m}^3 = 4,8 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat aspal} &= 0,05 \times 1 \times 22 \text{ kN/m}^3 = 1,1 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat deck baja} &= 0,005 \times 1 \times 78,5 \text{ kN/m}^3 = \underline{0,393 \text{ kN/m}^2} + \\ \text{Total} &= 6,293 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa}$$

Penulangan Pelat Lantai Kendaraan

Digunakan beton:

$$\begin{aligned} f_c' &= 30 \text{ MPa} \\ f_y &= 410 \text{ MPa} \\ \text{Selimut beton} &= 30 \text{ mm} \\ \text{Tebal plat} &= 200 \text{ mm} \\ \text{Diameter tulangan} &= 19 \text{ mm} \\ \text{Diameter tulangan} &= 16 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai $p_{perlu} = 0,010$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= p_{perlu} \cdot b \cdot d \\ &= 0,010 \cdot 1000 \cdot 160,5 \\ &= 1566,126 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s x &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 192 \\ &= 283,358 \end{aligned}$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s x} = \frac{1566,126}{283,358} = 5,527$$

$$= \frac{1566,126}{283,358} = 5,527 \rightarrow \text{dipakai } 6$$

buah tulangan

Dipakai tulangan D19 – 150, $A_s = 1890,2 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = 1566,126 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$

Pada arah memanjang dipakai tulangan D16 (arah y)

$$\begin{aligned} D &= 200 - 30 - 16 - 19/2 \\ &= 144,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ susut} &= p_{perlu} \cdot b \cdot d \\ &= 0,010 \cdot 1000 \cdot 144,5 \\ &= 1410,001 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s y &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 162 \\ &= 200,96 \end{aligned}$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s x} = \frac{1410,001}{200,96} = 7,016 \rightarrow$$

dipakai 8 buah tulangan

Dipakai tulangan D16 – 100, $A_s = 2010,6 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = 1410,001 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$

Perencanaan Pelat Trotoar

Perencanaan pelat trotoar mengacu pada SNI 1725:2015 tentang Pembebanan Untuk Jembatan.

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri plat beton} &= 0,25 \times 1 \times 24 \text{ kN/m}^3 = 6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat deck baja} &= 0,005 \times 1 \times 78,5 \text{ kN/m}^3 = \underline{0,393 \text{ kN/m}^2} + \\ &= 6,393 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban hidup (ql)

$$\begin{aligned} \text{Beban merata (qL)} &= 5 \times 1 = 5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Penulangan Pelat Trotoar

Digunakan beton:

$$\begin{aligned} f_c' &= 30 \text{ MPa} \\ f_y &= 410 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Maka dipakai $p_{perlu} = 0,005$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= p_{perlu} \cdot b \cdot d \\ &= 0,005 \cdot 1000 \cdot 162 \\ &= 780,872 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_s x = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 162 \\
 &= 200,96 \\
 n &= \frac{As \text{ perlu}}{200,96} = \frac{780,872}{200,96} = 3,886 \\
 &= \frac{\frac{As \cdot x}{780,872}}{200,96} = 3,886 \rightarrow \text{dipakai } 4
 \end{aligned}$$

buah tulangan

Dipakai tulangan D16 – 250, $As = 804,20 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 780,872 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$

Pada arah memanjang dipakai tulangan D16 (arah y)

$$\begin{aligned}
 d &= 200 - 30 - 16 - 16/2 \\
 &= 146 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 As \text{ susut} &= \rho \text{ min} \cdot b \cdot d \\
 &= 0,005 \cdot 1000 \cdot 146 \\
 &= 703,749 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 As \text{ y} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 162 \\
 &= 200,96
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{As \text{ perlu}}{200,96} = \frac{703,749}{200,96} = 3,502 \\
 &= \frac{\frac{As \cdot x}{703,749}}{200,96} = 3,502 \rightarrow \text{dipakai } 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

tulangan

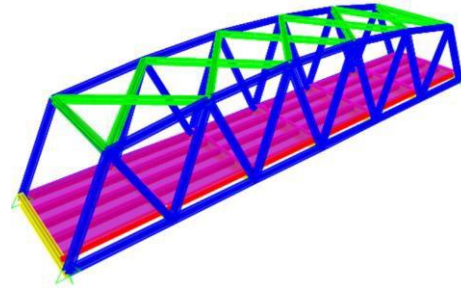
Dipakai tulangan D16 – 250, $As = 804,2 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 703,749 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$

Perencanaan beban sandaran mengacu pada SNI T-02 2005 tentang Pembebanan Untuk Jembatan. *Ralling* untuk pejalan kaki direncanakan sebesar $w = 0,75 \text{ kN/m}$.

3.4 Pemodelan Struktur

Perencanaan struktur model jembatan dilakukan dengan menggunakan program CSI Bridge 2016. Pada tahap ini diperlukan data ukuran jembatan dan dimensi elemen-elemen sebagai struktur jembatan, untuk datanya sebagai berikut:

Jenis jembatan	= Jembatan Rangka Baja
Panjang Jembatan	= 30 m
Tinggi jembatan	= 6 m
Lebar jembatan	= 6,5 m
Lebar trotoar	= 0,6 m x 2
Lebar lantai kendaraan	= 5,3 m
Gelagar melintang	= WF 600x300x12x20
Gelagar memanjang	= WF 150x150x7x10
Rangka Truss	= WF 300x300x10x15
Ikatan angin	= WF 300x300x10x15



Gambar 8. Pemodelan Struktur Tampak 3 Dimensi

Pada pemodelan struktur di program CSI Bridge 2016 digunakan material baja BJ41 dengan spesifikasi $f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 410 \text{ MPa}$. Kemudian untuk material beton menggunakan $f_c' = 30 \text{ MPa}$.

Pada perencanaan jembatan ini hanya menginput beberapa beban saja karena di sesuaikan dengan fungsi jembatan itu sendiri. Untuk beban yang dimasukkan adalah beban berat sendiri, beban hidup, beban lajur D, beban pedestrian pejalan kaki, beban gempa dan beban angin.

Pada beban angin dimasukkan nilai wind speed sebesar 101,744 mph, hasil dari perhitungan rencana beban angin sebesar 163,741 km/jam, kemudian untuk exposure type dimasukkan kategori C, karena jembatan tersebut dibangun di lahan terbuka.

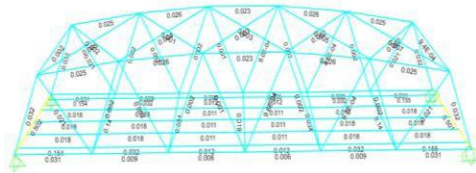
Untuk response spectrum menggunakan input data AASHTO 2006, kemudian untuk data response spectrum menggunakan hasil dari perhitungan aplikasi lini binamarga.

Kemudian untuk memeriksa beban yang sudah di input dapat dilihat pada Define Load Cases, selanjutnya bisa di periksa sesuai beban yang akan bekerja di struktur jembatan tersebut.

3.5 Hasil Output

Berdasarkan bahan dan material yang di modelkan pada software CSI Bridge 2016 di dapat beberapa hasil nilai rasio baja, momen, gaya geser, gaya aksial, dan gaya batang. Hasil yang didapat berupa beban kombinasi yang di input ke dalam software CSI Bridge, untuk kombinasi yang dipakai

mengacu pada SNI Pembebanan. Untuk hasil rasio dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Nilai Rasio

3.6 Penulangan Abutment

Pile Cap

Dari perhitungan kombinasi pembebanan pada pondasi pile cap diperoleh besarnya momen dan gaya ultimit maksimal dari hasil rekapitulasi gaya dan momen yang bekerja.

$$M_u = 5902,02 \text{ kN}$$

$$P_u = 4665,37 \text{ kN}$$

Luas tulangan pokok

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 1237,5 \\ &= 4331,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan D 25 – 110 mm

$$\begin{aligned} A_{s\text{susut}} &= \rho \cdot b \cdot h \\ &= 0,0018 \times 1000 \times 1300 \\ &= 2340 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan D 19 – 120 mm

$$\phi \cdot V_c = 0,6 \times 1129678 = 677806,7 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = 677806,7 \text{ N} \geq V_u = 572858 \text{ N}$$

Jadi dipakai tulangan geser D 16 – 200 mm

Breast Wall

Luas tulangan pokok

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 1237,5 \\ &= 4331,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan D 25 – 110 mm

Kepala Abutment

Luas tulangan pokok

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 1037,5 \\ &= 3631,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan D 25 – 130 mm

3.7 Volume Pekerjaan

Volume Pekerjaan untuk pekerjaan jembatan rangka baja dihitung terlebih dahulu sebelum menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB). Rincian volume

pekerjaan perencanaan jembatan rangka baja ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rincian Volume Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan
Abutment	307,405	m3
Plat Lantai	56,73	m3
Struktur Baja	14078,57	kg
Galian	1240,26	m3
Timbunan	961,8	m3
Lapisan Aspal	7,95	m3
Plat Sambungan	16971,822	m2
Baut	2448	bh
Cat	367572	m2
Besi Plat Lantai	5379,6	kg/m
Besi Abutment	12490,492	kg/m

3.8 Rencana Anggaran Biaya

Besarnya biaya yang dibutuhkan untuk membangun jembatan rangka baja di desa bumirejo, kecamatan mungkid, kabupaten magelang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL BIAYA
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 19.078.182,80
II	PEKERJAAN TANAH	Rp 120.259.581,75
III	PEKERJAAN BANGUNAN BAWAH/PON DASI	Rp 1.026.482.322,40
IV	PEKERJAAN BANGUNAN ATAS	Rp 3.082.503.956,98
V	PEKERJAAN LAIN-LAIN	Rp 10.502.057,14
TOTAL		Rp 4.258.826.101,07

PPN 11 %	Rp 468.470.871,12
JUMLAH TOTAL + PPN	Rp 4.727.296.972, 19
DIBULATKAN	Rp 4.747.297.000, 00

Standar Pembebanan Jembatan. 2016. SNI 1725-2016. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

4. KESIMPULAN

Struktur plat lantai memiliki tebal 200 mm dengan lapisan aspal 50 mm. plat lantai kendaraan menggunakan tulangan pokok D19-150 mm dan tulangan bagi dengan D 16-100 mm. Struktur jembatan menggunakan baja WF dengan ukuran gelagar melintang 600x300x12x20, gelagar memanjang menggunakan baja WF 150x150x7x10, ikatan angin dan truss menggunakan baja WF 300x300x10x15 dengan f_y 250 MPa dan f_u 410 MPa. Abutmen jembatan memiliki tinggi 9 m dan lebar 7 m dengan mutu beton f_c' 30 MPa. Pondasi struktur menggunakan tiang pancang dengan D 40 cm yang memiliki kedalaman 10. Jumlah tiang pancang yang dibutuhkan 18 buah.

Hasil perencanaan jembatan didapatkan nilai Volume pekerjaan abutment sebesar 307,405 m³, plat lantai 56,73 m³, struktur baja 14078,57 kg, galian 1240,26 m³, timbunan 967,82 m³, lapisan aspal 7,95 m³, plat sambungan 16971,822 m², baut 2448 buah, cat 3675,72 m², besi plat lantai 5379,6 kg/m, besi abutment 12490,492 kg/m.

Hasil analisis perencanaan jembatan rangka baja didapat biaya konstruksi sebesar Rp 4.747.297.000,00 (Empat Miliar Tujuh Ratus Empat Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Tujuh Ribu Rupiah)

DAFTAR PUSTAKA

- Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan.* 2016. SNI 1725-2016. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD.* PT Gelora Aksara Pratama: Semarang.