

DESAIN ALTERNATIF STRUKTUR ATAS JEMBATAN PEMBANGUNAN JALAN BEBAS HAMBATAN CISUMDAWU STA.0+630.300 - STA.0+692.200 MENGUNAKAN SOFTWARE BRIDGE DESIGNER 2016

Muhamad Syarifudin¹⁾, Sutrisno²⁾
Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung^{1),2)}
Email: muhamadsyarifudin393@gmail.com¹⁾, sutrisno@poltektedc.ac.id²⁾

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas wilayah yang cukup besar dan memiliki jumlah penduduk yang sangat besar di dunia. Kebutuhan akan infrastruktur untuk transportasi adalah salah satu kebutuhan utama yang harus disediakan oleh pemerintah. Salah satu pembangunan transportasi berskala nasional yaitu pembangunan Jalan Bebas Hambatan Cileunyi – Sumedang – Dawuan menjadi solusi alat transportasi umum bagi negara kita yang sedang berkembang ini. Panjang lintasan Jalan Bebas Hambatan ini, sepanjang 60.47 kilometer melewati perbukitan dan perkebunan di sepanjang lintasan, karena itu jembatan menjadi salah satu pilihan dalam pembangunan ini terutama di Fase Tiga. Jembatan Steel Box Girder dipilih sebagai studi kasus Desain Alternatif dengan menambahkan Struktur Atas menggunakan rangka baja guna mengetahui kekuatan jembatan di sepanjang titik pekerjaan (Sta.0+630.300 – Sta.0+692.200) dan diakhiri dengan pengujian berbentuk animasi pada *Software Bridge Designer 2016*. Metode penelitian yang dipilih menggunakan analisa perkembangan dan perencanaan. Hasil dari kajian dan uji animasi pada *Software Bridge Designer 2016* menunjukkan bahwa ukuran baja yang aman digunakan untuk Gelagar Memanjang = CS Bar 500x500, Gelagar Melintang = CS Bar 500x500, Rangka Batang Atas = CS Bar 300x300, Rangka Batang Vertikal = CS Bar 140x140, Rangka Batang Diagonal = CS Bar 140x140, Yield Stress = 25000 kN/m² dan Mass Density = 7850 Kg/m³ pada jembatan serta biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp 19,423,893.000.

Kata Kunci: Jembatan, Jenis Baja, *Software Bridge Designer 2016*, Uji Animasi.

Abstract

Indonesia is one of the countries with a large enough area and has a very large population in the world. The need for infrastructure in transportation is one of the main needs that must be provided by the government. One of the national transportation development is the construction of the Cileunyi – Sumedang – Dawuan Highway to be a solution for public transportation for our developing country. The length of this Highway track 60.47 kilometers through hills and plantations along the track, therefore the bridge becomes one of the options in this development, especially in Phase Three. The Steel Box Girder Bridge was selected as an Alternative Design case study by adding an Upper Receipt using a steel frame to determine the strength of the bridge along the work point (Sta.0+630,300 – Sta.0+692,200) and ended with an animation-shaped test in *Software Bridge Designer 2016*. The research methods selected use developmental analysis and planning. The results of the animation study and test at *Software Bridge Designer 2016* showed that the safe steel size used for Elongated Gelagar = CS Bar 500x500, Transverse Hashtag = CS Bar 500x500, Upper Rod Frame = CS Bar 300x300, Vertical Rod Frame = CS Bar 140x140, Diagonal Rod Frame = CS Bar 140x140, Yield Stress = 25000kN/m² and Mass Density = 7850 Kg/m³ on the bridge and costs to be spent at Rp 19,423,893.000.

Keywords: Bridge, Steel Type, Bridge Designer Software 2016, Animation Test

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan luas wilayah yang cukup besar dan memiliki jumlah penduduk yang sangat besar di dunia. Kebutuhan akan infrastruktur untuk transportasi adalah salah satu kebutuhan utama yang harus disediakan oleh pemerintah. Indonesia merupakan salah satu negara yang mana daerah – daerahnya memiliki risiko gempa yang cukup tinggi.

Dengan kondisi saat ini Indonesia sedang berbenah dalam sektor infrastruktur maka harus memperhitungkan risiko kerusakan akibat gempa. Infrastruktur menjadi fokus utama pembangunan saat ini untuk menyediakan akses seluas-luasnya untuk kebutuhan ekonomi. Sesuai pendapat Nugraha dan Chairulloh, Infrastruktur jalan dan jembatan sebagai salah satu prasarana transportasi

darat yang paling umum digunakan, perlu perhatian utama untuk dipercepat pembangunannya (Nugraha dan Chairulloh, 2018).

Dengan demikian Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol) sebagai suatu prasarana transportasi darat yang membentuk jaringan transportasi menghubungkan daerah-daerah, sehingga menunjang perkembangan ekonomi dan pembangunan. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas, sementara kapasitas jalan cenderung tetap. Hal ini akan menyebabkan terjadinya kepadatan lalu lintas yang berdampak pada biaya transportasi. Tingkat pelayanan jalan yang lebih baik akan dan menghasilkan biaya transportasi yang lebih murah.

Menurut *insight.kontan.co.id*, Direktur Jenderal (Ditjen) Bina Marga Kementerian PUPR Sugiyartanto

menurunkan, pengerjaan Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol) di Jawa barat bagian Selatan akan di percepat seperti Ciawi-Sukabumi sepanjang 54 Km dan Cileunyi-Sumedang-Dawuan (Cisumdawu) sepanjang 60,47 Km. Pemerintah juga membahas rencana pembangunan ruas jalan tol Sukabumi-Padalarang dan Tol Cileunyi-Garut-Tasikmalaya (Cigatas).

Pada Pembangunan Jalan Bebas Hambatan yang menghubungkan beberapa kota seperti Cileunyi – Sumedang – Dawuan (Cisumdawu) berada pada 3 kabupaten, yaitu Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang, dan Kabupaten Majalengka.

Menurut Rizki Alimuddin (2020), Pembangunan Jalan tol tersebut dibagi dalam beberapa seksi yaitu seksi I Cileunyi – Tanjungsari (10,575 km), seksi II Tanjungsari – Sumedang (17,05 km), seksi III Sumedang – Cimalaka (3,7 km), seksi IV Cimalaka – Legok (8,2 km), seksi V Legok – Ujung Jaya (16,42 km), seksi VI Ujung Jaya – Dawuan (4,23 km). Pada pembangunan Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol) Cisumdawu Phase III Section 1 terdapat pengerjaan 2 jembatan yaitu:

1. Jatinangor *Bridge* dengan bentang 41,4 m
2. Jembatan *Steel Box Girder* dengan bentang 61,3 m.

Dari kedua jembatan pada pembangunan jalan tol tersebut jembatan dengan *Steel Box Girder* menarik untuk dirancang desain alternatif dan di analisis kembali.

Disamping itu, penulis juga ingin membuat desain alternatif dan menganalisis struktur atas jembatan steel box baja. Berdasarkan kenyataan di lapangan, proses pengerjaan struktur jembatan *Steel Box Girder* pada Sta.0+630.300-Sta.0+692.200 terkendala dengan keluar dan masuknya kendaraan di gerbang tol Cileunyi. Desain alternatif dan analisis struktur atas jembatan pada penelitian ini menggunakan Software Bridge Designer 2016.

Adapun tujuan dan manfaat penulisan berdasarkan masalah sebagai berikut:

1. Memperhitungkan besar gaya geser dan momen lentur yang terjadi di sepanjang jembatan jalan raya, memperhitungkan besar lendutan yang terjadi pada jembatan jalan raya, memperhitungkan risiko kerusakan. Di mana dalam hitungan tersebut mencakup penentuan dimensi sehingga didapatkan suatu struktur yang dapat memikul gaya – gaya yang terjadi pada bangunan.
2. Memberikan pengetahuan bagi mahasiswa agar memahami bentuk konstruksi yang memperhitungkan risiko kerusakan.
3. Memberikan masukan atau alternatif pemilihan metode pengerjaan yang lebih efektif dalam teknik perencanaan struktur jembatan jalan raya dari hasil uji animasi beserta dengan rancangan anggaran biayanya.

II. LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS Jembatan

Berdasarkan Pasal 86 ayat (3) PP No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan, definisi Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang dibangun untuk melewatkan suatu *massa* atau *traffic* lewat atas suatu penghalang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya.

Berdasarkan definisi diatas, jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain sebagainya. Selain menjadi penghubung, di Indonesia jembatan juga dijadikan ikon suatu kota.

Jenis – Jenis Jembatan

Menurut Agus Iqbal (1995:9), struktur jembatan dapat dibedakan menjadi berbagai macam jembatan sesuai dengan fungsi, lokasi, bahan konstruksi, dan tipe strukturnya. Berdasarkan fungsinya jembatan dibedakan menjadi tiga yaitu;

1. Jembatan jalan raya (*highway bridge*)
2. Jembatan jalan kereta api (*railway bridge*)
3. Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan (*pedestrian bridge*).

Jika ditinjau berdasarkan bahan konstruksinya, jembatan dibedakan menjadi;

1. Jembatan kayu (*log bridge*)
2. Jembatan beton (*concrete bridge*)
3. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)
4. Jembatan baja (*steel bridge*),
5. Jembatan komposit (*composite bridge*).

Berdasarkan tipe strukturnya, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain;

1. Jembatan plat berongga (*voided slab bridge*).
2. Jembatan plat (*slab bridge*).
3. Jembatan gelagar (*girder bridge*).
4. Jembatan rangka (*truss bridge*).
5. Jembatan pelengkung (*arch bridge*).
6. Jembatan gantung (*suspension bridge*).
7. Jembatan kabel (*cable stayed bridge*).
8. Jembatan cantilever (*cantilever bridge*).

Bangunan Atas (*Upper Structure*)

Bangunan atas jembatan adalah bagian konstruksi jembatan yang berfungsi menahan beban-beban hidup (bergerak) yang bekerja pada konstruksi bagian atas ditimbulkan oleh arus lalu lintas orang dan kendaraan maupun lalu lintas lainnya yang kemudian menyalurkannya kepada bangunan dibawahnya (*sub structure*). Konstruksi bagian atas jembatan terdiri dari ;

a) Lantai Kendaraan

Berfungsi untuk memikul beban lalu lintas yang melewati jembatan serta melimpahkan beban dan gaya-gaya tersebut ke gelagar memanjang melalui gelagar-gelagar melintang.

b) Balok Girder (Gelagar Memanjang)

Balok girder atau gelagar memanjang adalah bagian struktur atas yang berfungsi sebagai pendukung lantai kendaraan dan beban lalu lintas yang kemudian meneruskannya ke struktur bawah jembatan, sedangkan besarnya balok girder atau gelagar memanjang tergantung dari panjang bentang dan kelas jembatan.

Balok girder atau gelagar memanjang biasanya dibuat dari beberapa macam/jenis konstruksi, antara lain;

- Gelagar dari beton bertulang dengan lantai kendaraan dari beton bertulang (*monolith*) atau *T Beam Convensional*.
 - Gelagar beton bertulang dengan lantai dari kayu.
 - Gelagar dari baja dengan lantai kendaraan dari beton bertulang (komposit).
 - Gelagar dari baja dengan lantai kendaraan dari kayu.
 - Gelagar dari kayu dengan lantai kendaraan dari kayu. Pada penggunaan gelagar beton bertulang dapat dibuat di lapangan
 - Lokasi pekerjaan atau di pabrik (pabrikasi) seperti beton pratekan atau *prestessed*.
- c) Diafragma (Gelagar Melintang)

Diafragma adalah merupakan pengaku dari gelagar-gelagar memanjang dan meratakan beban yang diterima oleh gelagar memanjang. Gelagar melintang biasanya diletakkan diantara gelagar memanjang pada balok beton dan pada pertemuan antara batang diagonal satu dengan lainnya pada bagian bawah jembatan rangka baja.

d) Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap pada jembatan adalah bangunan yang dibangun dengan maksud untuk menambah keamanan konstruksi jembatan dan juga pejalan kaki. Bangunan pelengkap biasanya meliputi tiang sandaran (*railing*), saluran pembuangan (*drainase*), lampu jembatan, *joint* (sambungan) dan lain-lain

Software Bridge Designer 2016

Menurut *Bridgedesigner.org Software Bridge Designer 2016* merupakan Perangkat lunak yang menjadi alat untuk membuat model, menguji, dan mengoptimalkan jembatan jalan raya, berdasarkan spesifikasi, batasan, dan kriteria kinerja yang realistis.

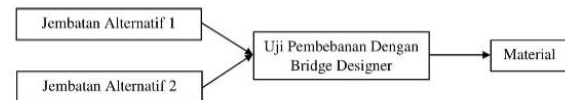
Software Bridge Designer yang memiliki fleksibilitas untuk membuat desain dengan menggunakan semua bentuk atau konfigurasi yang diinginkan. Sehingga membuat desain itu cepat dan mudah, serta memberi hasil berbagai konfigurasi alternatif memberi solusi yang optimal dalam sebuah perancangan dan lebih sederhana.

Perancang Jembatan sangat mirip dengan *Software* desain berbantuan komputer (CAD) yang sudah sering digunakan dan sama seperti *Software CAD*, *Software Bridge Designer* membantu melakukan semua perhitungan matematis yang diperlukan, sehingga dapat memodifikasi model dasar yang telah dibuat sebelumnya. Dalam hal ini memungkinkan karakteristik yang berbeda dari

elemen struktur, yaitu jenis penampang dan material penyusunnya, sehingga jembatan menjadi lebih efisien

Kerangka Berpikir

Sesuai dengan uraian tersebut diatas, maka kerangka berpikir



Gambar 1. Kerangka Berpikir

Hipotesis

Berdasarkan telaah teoritis, dan kerangka teoritis tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas hasil pemeriksaan yang dilaksanakan oleh pemeriksa internal, maka dikembangkan hipotesis dengan penjelasan sebagai berikut:

- H₁ : Ukuran baja berpengaruh terhadap kekuatan dari hasil uji beban jembatan akibat beban truk ringan dan beban truk berat.
- H₂ : Beban Ringan Jembatan berpengaruh terhadap uji beban jembatan untuk menentukan ukuran baja yang akan digunakan pada struktur atas rangka baja .
- H₃ : Beban Berat Jembatan berpengaruh terhadap uji beban jembatan untuk menentukan ukuran baja yang akan digunakan pada struktur atas rangka baja

III. METODE PENELITIAN

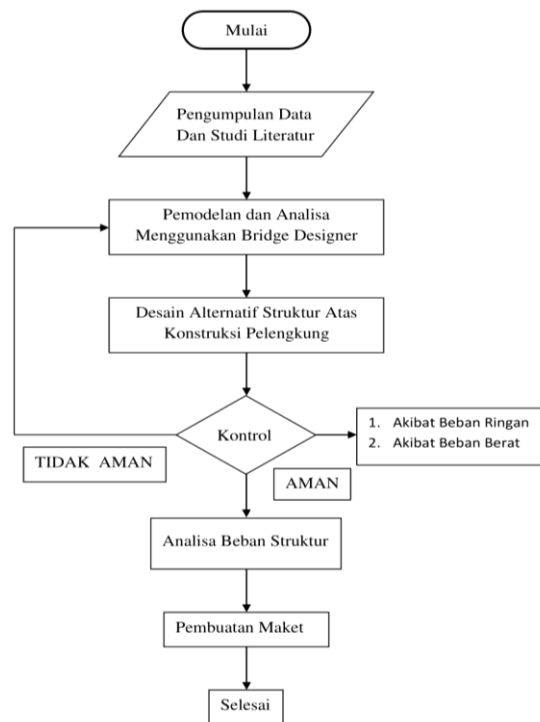
Jenis Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode analisis yaitu penelitian perkembangan dan perencanaan Struktur Atas Jembatan *Steel Box Girder* pada pembangunan Jalan Bebas Hambatan Cileunyi-Sumedang-Dawuan yang menggunakan *Software Bridge Designer 2016*.

Objek Penelitian

Yang menjadi obyek penelitian ini dari aspek ilmu teknik sipil adalah struktur atas jembatan, dengan menggunakan sistem rangka baja dengan tipe jembatan pelengkung pada jalan bebas hambatan Cileunyi-Sumedang-Dawuan Provinsi Jawa Barat. Hitungan Gaya yang bekerja pada struktur rangka baja jembatan pelengkung menggunakan bantuan *Software Bridge Designer 2016*

Diagram Alir Penelitian

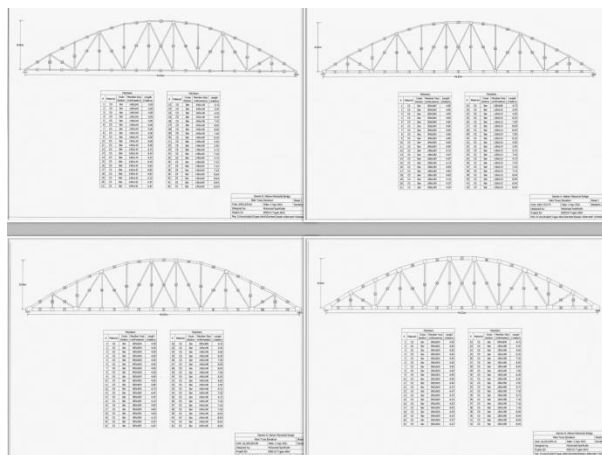


Gambar 2. Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan 1

Pemodelan desain alternatif jembatan dengan tipe pelengkung seperti pada Gambar 3.

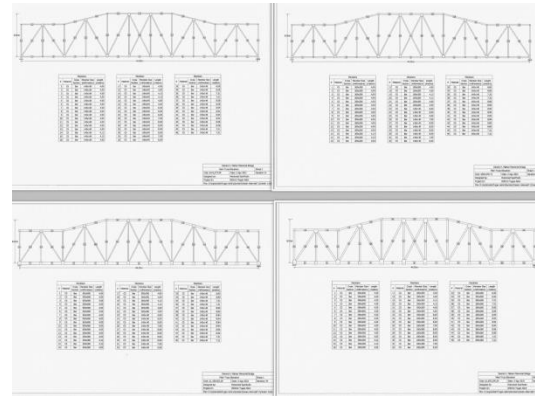


Sumber : Output Software Bridge Designer 2016

Gambar 3. Model Desain Alternatif Jembatan Tipe pelengkung

Pemodelan 2

Pemodelan desain alternatif jembatan dengan tipe truss seperti pada Gambar 3.

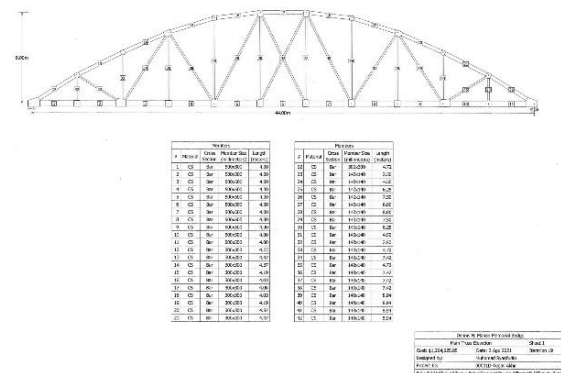


Sumber : Output Software Bridge Designer 2016

Gambar 4. Model Desain Alternatif Jembatan Tipe Truss

Hasil Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah hasil uji animasi pada *Software Bridge Designer 2016* dengan beban 480 kN serta menganalisis bagian – bagian baja yang tidak mampu menahan beban ketika uji animasi. Hasil analisa data diperoleh desain jembatan alternatif 1 terlihat pada Gambar 3.



Sumber : Output Software Bridge Designer 2016

Gambar 5. Desain Alternatif Struktur Atas Jembatan 1

Dari hasil analisis data diperoleh hasil tipe baja yang digunakan dan ukuran panjang betang baja digunakan dari *Software Bridge Designer 2016* seperti pada tabel 1

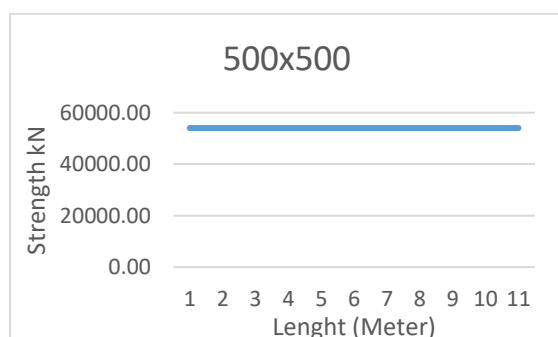
Tabel 1. Jenis material yang digunakan

No	Material Type	Cross Section	Size (mm)	Length (m)
1	CS	Solid Bar	500x500	4,00
2	CS	Solid Bar	500x500	4,00
3	CS	Solid Bar	500x500	4,00
4	CS	Solid Bar	500x500	4,00
5	CS	Solid Bar	500x500	4,00
6	CS	Solid Bar	500x500	4,00
7	CS	Solid Bar	500x500	4,00
8	CS	Solid Bar	500x500	4,00
9	CS	Solid Bar	500x500	4,00
10	CS	Solid Bar	500x500	4,00

11	CS	Solid Bar	500x500	4,00
12	CS	Solid Bar	300x300	4,72
13	CS	Solid Bar	300x300	4,47
14	CS	Solid Bar	300x300	4,37
15	CS	Solid Bar	300x300	4,19
16	CS	Solid Bar	300x300	4,03
17	CS	Solid Bar	300x300	4,00
18	CS	Solid Bar	300x300	4,03
19	CS	Solid Bar	300x300	4,19
20	CS	Solid Bar	300x300	4,37
21	CS	Solid Bar	300x300	4,47
22	CS	Solid Bar	300x300	4,72
23	CS	Solid Bar	140x140	2,50
24	CS	Solid Bar	140x140	4,50
25	CS	Solid Bar	140x140	6,25
26	CS	Solid Bar	140x140	7,50
27	CS	Solid Bar	140x140	8,00
28	CS	Solid Bar	140x140	8,00
29	CS	Solid Bar	140x140	7,50
30	CS	Solid Bar	140x140	6,25
31	CS	Solid Bar	140x140	4,50
32	CS	Solid Bar	140x140	2,50
33	CS	Solid Bar	140x140	4,72
34	CS	Solid Bar	140x140	7,42
35	CS	Solid Bar	140x140	4,72
36	CS	Solid Bar	140x140	7,42
37	CS	Solid Bar	140x140	7,42
38	CS	Solid Bar	140x140	7,42
39	CS	Solid Bar	140x140	8,94
40	CS	Solid Bar	140x140	8,94
41	CS	Solid Bar	140x140	8,94
42	CS	Solid Bar	140x140	8,94

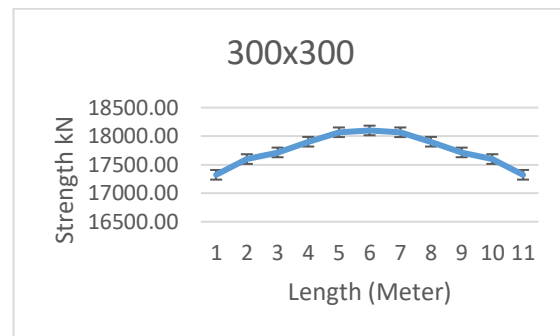
Sumber: Output Software Bridge Designer 2016

Diperoleh detail dan grafik regangan dan tegangan dari ukuran baja 500x500 terlihat pada Gambar 6, 300x300 terlihat pada Gambar 7, dan 140x140 terlihat pada Gambar 8.



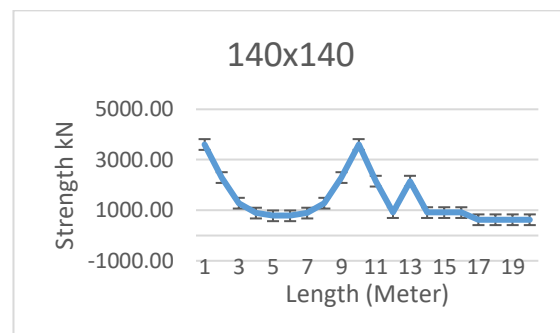
Sumber : Data Software yang diolah

Gambar 6. Compression Strength Steel Type 500 x500



Sumber : Data Software yang diolah

Gambar 7. Compression Strength Steel Type 300 x300



Sumber : Data Software yang diolah

Gambar 8. Compression Strength Steel Type 140 x140

Diperoleh member detail seperti dibawah ini :

Material = Carbon Steel
Yield Stress = 250000 kN/m²
Modulus Elastisitas = 2.00E+ kN/m²
Mass Density = 7850 kg/m³

Cost Pembiayaan diperoleh pada tabel

Tabel 2. Dalam jumlah mata uang USD

Type of Cost	Item	Cost Calculation	Cost
Material Cost (M)	Carbon Steel Solid Bar	(140317,0 kg) x (\$4.30 per kg) x (2 Trusses) =	\$1,206,725.85
Connection Cost (C)		(22 Joints) x (400.0 per joint) x (2 Trusses) =	\$17,600.00
Product Cost (P)	20 - 140x140 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	\$1,000.00
	11 - 300x300 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	\$1,000.00

	11 - 500x500 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	\$1,000.00
Site Cost (S)	Deck Cost	(11 4-meter panels) x (\$5,100.00 per panel) =	\$56,100.00
	Excavation Cost	(0 cubic meters) x (\$1.00 per cubic meter) =	\$0.00
	Abutment Cost	(2 standard abutments) x (\$5,750.00 per abutment) =	\$11,500.00
	Pier Cost	No pier =	\$0.00
	Cable Anchorage Cost	No anchorages =	\$0.00
Total Cost	M + C + P + S		\$1,294,925.85

Sumber : Output Software Bridge Designer 2016

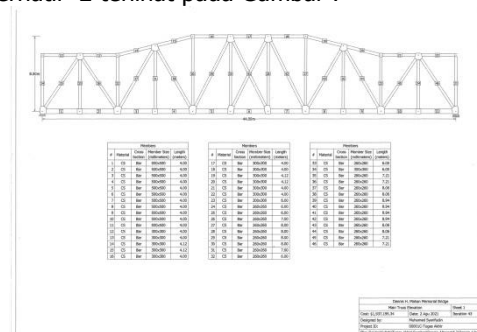
Tabel 3. Dalam jumlah Satuan Rupiah

Type of Cost	Item	Cost Calculation	Cost
Material Cost (M)	Carbon Steel Solid Bar	(140317,0 kg) x (Rp 64.500 per kg) x (2 Trusses) =	Rp 18.100.893.000
Connection Cost (C)		(22 Joints) x (Rp 6.000.000 per joint) x (2 Trusses) =	Rp 264.000.000
Product Cost (P)	20 - 140x140 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	Rp 15.000.000
	11 - 300x300 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	Rp 15.000.000
	11 - 500x500 mm Carbon	(%s per Product) =	Rp 15.000.000

	Steel Bar		
Site Cost (S)	Deck Cost	(11 4-meter panels) x (Rp 76.500.000 per panel) =	Rp 841.500.000
	Excavation Cost	(0 cubic meters) x (Rp 15.000 per cubic meter) =	Rp -
	Abutment Cost	(2 standard abutments) x (86.250.000 per abutment) =	Rp 172.500.000
	Pier Cost	No pier =	Rp -
	Cable Anchorage Cost	No anchorages =	Rp -
Total Cost	M + C + P + S		Rp 19.423.893.000

Sumber : Data Software yang diolah

Hasil analisa data diperoleh desain jembatan alternatif 2 terlihat pada Gambar 7



Sumber : Output Software Bridge Designer 2016

Gambar 9. Desain Alternatif Struktur Atas Jembatan 2

Dari hasil analisis data diperoleh hasil tipe baja yang digunakan dan ukuran panjang batang baja digunakan dari *Software Bridge Designer 2016* seperti pada tabel 4

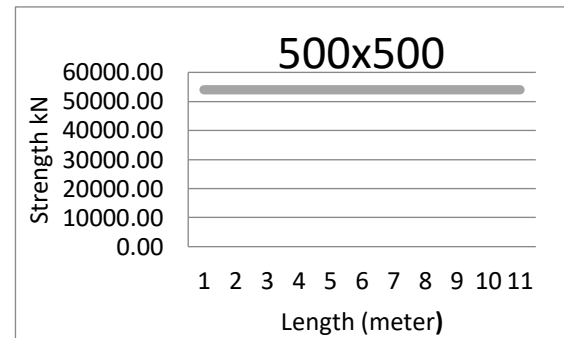
Table 4. Jenis material yang digunakan

No	Material Type	Cross Section	Size (mm)	Length (m)
1	CS	Solid Bar	500x500	4.00
2	CS	Solid Bar	500x500	4.00
3	CS	Solid Bar	500x500	4.00
4	CS	Solid Bar	500x500	4.00

5	CS	Solid Bar	500x500	4.00
6	CS	Solid Bar	500x500	4.00
7	CS	Solid Bar	500x500	4.00
8	CS	Solid Bar	500x500	4.00
9	CS	Solid Bar	500x500	4.00
10	CS	Solid Bar	500x500	4.00
11	CS	Solid Bar	500x500	4.00
12	CS	Solid Bar	300x300	4.00
13	CS	Solid Bar	300x300	4.00
14	CS	Solid Bar	300x300	4.12
15	CS	Solid Bar	300x300	4.12
16	CS	Solid Bar	300x300	4.00
17	CS	Solid Bar	300x300	4.00
18	CS	Solid Bar	300x300	4.00
19	CS	Solid Bar	300x300	4.12
20	CS	Solid Bar	300x300	4.12
21	CS	Solid Bar	300x300	4.00
22	CS	Solid Bar	300x300	4.00
23	CS	Solid Bar	300x300	6.00
24	CS	Solid Bar	260x260	6.00
25	CS	Solid Bar	260x260	6.00
26	CS	Solid Bar	260x260	7.00
27	CS	Solid Bar	260x260	8.00
28	CS	Solid Bar	260x260	8.00
29	CS	Solid Bar	260x260	8.00
30	CS	Solid Bar	260x260	8.00
31	CS	Solid Bar	260x260	7.00
32	CS	Solid Bar	260x260	6.00
33	CS	Solid Bar	260x260	6.00
34	CS	Solid Bar	300x300	6.00
35	CS	Solid Bar	260x260	7.21
36	CS	Solid Bar	260x260	7.21
37	CS	Solid Bar	260x260	8.06
38	CS	Solid Bar	260x260	8.06
39	CS	Solid Bar	260x260	8.94
40	CS	Solid Bar	260x260	8.94
41	CS	Solid Bar	260x260	8.94
42	CS	Solid Bar	260x260	8.94
43	CS	Solid Bar	260x260	8.06
44	CS	Solid Bar	260x260	8.06
45	CS	Solid Bar	260x260	7.21
46	CS	Solid Bar	260x260	7.21

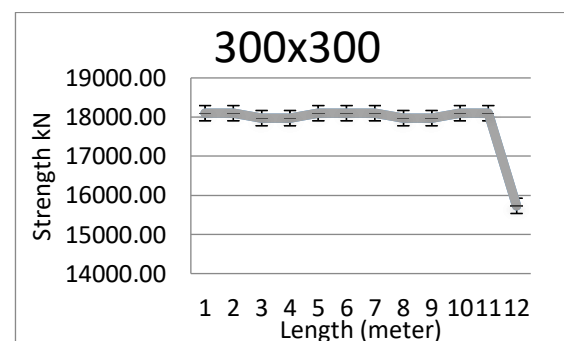
Sumber: Output Software Bridge Designer 2016

Diperoleh detail dan grafik regangan dan tegangan dari ukuran baja 500x500 terlihat pada Gambar 6, 300x300 terlihat pada Gambar 7, dan 140x140 terlihat pada Gambar 8.



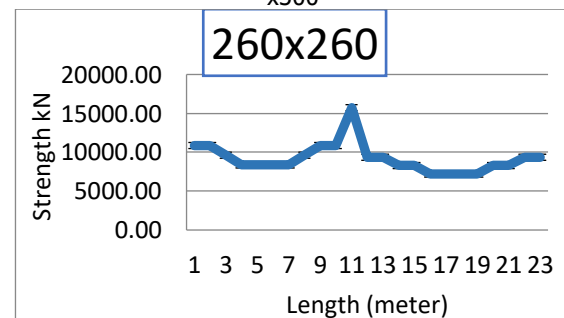
Sumber : Data Software yang diolah

Gambar 10. Compression Strength Steel Type 500 x500



Sumber : Data Software yang diolah

Gambar 11 Compression Strength Steel Type 300 x300



Sumber : Data Software yang diolah

Gambar 12. Compression Strength Steel Type 260 x260

Diperoleh member detail seperti dibawah ini :

Material = Carbon Steel
Yield Stress = 250000 kN/m²
Modulus Elastisitas = 2.00E+ kN/m²
Mass Density = 7850 kg/m³

Cost Pembiayaan diperoleh pada tabel

Table 5. Dalam jumlah mata uang USD

Type of Cost	Item	Cost Calculation	Cost
Material Cost (M)	Carbon Steel Solid Bar	(214813,4 kg) x (\$4.30 per kg) x (2 Trusses) =	\$1,847,395.34
Connection Cost (C)		(24 Joints) x (400.0 per joint) x (2 Trusses) =	\$19,200.00
Product Cost (P)	22 - 260x260 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	\$1,000.00
	13 - 300x300 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	\$1,000.00
	11 - 500x500 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	\$1,000.00
Site Cost (S)	Deck Cost	(11 4-meter panels) x (\$5,100.00 per panel) =	\$56,100.00
	Excavation Cost	(0 cubic meters) x (\$1.00 per cubic meter) =	\$0.00
	Abutment Cost	(2 standard abutments) x (\$5,750.00 per abutment) =	\$11,500.00
	Pier Cost	No pier =	\$0.00
	Cable Anchorage Cost	No anchorages =	\$0.00
Total Cost	M + C + P + S		\$1,937,195.34

Output Software Bridge Designer 2016

Table 6. Dalam jumlah Satuan Rupiah

Type of Cost	Item	Cost Calculation	Cost
Material Cost (M)	Carbon Steel Solid Bar	(214813,4 kg) x (Rp 64.500 per kg) x (2 Trusses) =	Rp 27.710.928.600
Connection Cost (C)		(24 Joints) x (Rp 6.000.000 per joint) x (2 Trusses) =	Rp 288.000.000

Product Cost (P)	22 - 260x260 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	Rp 15.000.000
	13 - 300x300 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	Rp 15.000.000
	11 - 500x500 mm Carbon Steel Bar	(%s per Product) =	Rp 15.000.000
Site Cost (S)	Deck Cost	(11 4-meter panels) x (Rp 76.500.000 per panel) =	Rp 841.500.000
	Excavation Cost	(0 cubic meters) x ((Rp 15.000 per cubic meter) =	Rp -
	Abutment Cost	(2 standard abutments) x (Rp 86.250.000 per abutment) =	Rp 172.500.000
	Pier Cost	No pier =	Rp -
	Cable Anchorage Cost	No anchorages =	Rp -
Total Cost	M + C + P + S		Rp 29.057.928.600

Sumber : Data Software yang diolah

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan Gambar 3 lebih efisien dari Gambar 7 maka dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan *software* pada uji beban truk dengan berat untuk struktur atas, ukuran baja yang aman digunakan pada jembatan serta biaya yang harus dikeluarkan berdasarkan adalah sebagai berikut :

- Gelagar Memanjang = CS Bar 500x500
- Gelagar Melintang = CS Bar 500x500
- Rangka Batang Atas = CS Bar 300x300
- Rangka Batang Vertikal = CS Bar 140x140
- Rangka Batang Diagonal = CS Bar 140x140
- Yield Stress = 250000 kN/m²
- Mass Density = 7850 Kg/m³
- Total Cost Biaya = Rp. 19.423.893.000

SARAN

Saran yang berkaitan dengan Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Pembangunan Jalan Bebas Hambatan Cismudawu Sta.0+630.300 - Sta.0+692.200 Menggunakan Software Bridge Designer 2016, dalam perencanaan struktur atas

jembatan ini menggunakan rangka baja, untuk alternatif lain yang bisa digunakan. Penulis menyarankan agar dilakukan peninjauan lebih dalam lagi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Arif, H., & Rachmawati, A. (2019). *Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Sriwedari Dengan Menggunakan Rangka Baja 3 Bentang Sungai Bengawan Solo Kabupaten Ngawi*. Jurnal Rekayasa Sipil, 5(2), 103–113.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia (2016) 'Pembebanan untuk Jembatan', Badan Standardisasi Nasional, pp. 1–63.
- Handayasari, I. and Maulana, A. (2015) 'Desain Alternatif Jembatan Menggunakan Plat Girder (Studi Kasus Jembatan Rsud Kota Tangerang)', *Teknik Sipil*, 4(April), pp. 70–81.
- Hilal, H. S (2020) 'Laporan Kerja Praktek Pembangunan Proyek Tol Cisumdawu (Cileunyi- Sumedang-Dawuan) Section 1 Phase 3 (Perencanaan Pilar Overpass Interchange Cileunyi)'. Tasikmalaya: Universitas Siliwangi.
- Jesus, J. De (2016) 'Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Menggunakan Tipe Lengkung Dengan Metode Lrfd Pada Jembatan Desa Tagul Kecamatan Sembakung Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara'. Malang : Institut Teknologi Nasional
- Manua, A. I. (1995) 'Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang'. PT.Media Saptakarya.
- Pusat, P. (2006) 'Peraturan Pemerintah (PP)', 34.
- Supriyadi, B. and Muntohar, A. S. (2007) 'Jembatan (Edisi Pertama)', pp. 1–34.
- Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung : Alfabet
- Rahmani, H., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Islam, U., & Banjarmasin, K. (2019). *Studi Alternatif Perencanaan Konstruksi Atas Dengan Sistem Beton Pratekan (Prestress) Jembatan Kuin Kota*. 111–118.
- Ressler, S, J, 2017. *The Bridge Designer*. Diambil pada 10 Februari 2021 dari <https://bridgedesigner.org/>