

ANALISA BIAYA PEKERJAAN ERECTION JEMBATAN RANGKA BAJA SUNGAI CISADANE**MENGGUNAKAN METODE SEMI CANTILEVER****Septian Febriansyah¹, Brian Alfandi²**^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol, Kec. Tangerang, Kota Tangerang, Provinsi Banten* Co Responden Email: septianfebriansyah337@gmail.com**Abstrak**

Pertumbuhan infrastruktur merupakan bagian terpenting dalam menunjang perkembangan perekonomian pada suatu wilayah terutama dalam bidang industri. Perencanaan struktur utama jembatan ini menggunakan struktur baja dengan spesifikasi SM 490 YA/YB JIS G3106 or Equivalent ($F_y \text{ min } \pm 360 \text{ MPA}$). Panjang jembatan ini yaitu 80,04 meter melintang di atas sungai cisadane, dan terbagi menjadi 12 segmen, dimana masing masing segmen yaitu sepanjang 6,67 meter. Pemasangan atau erection jembatan ini menggunakan metode semi cantilever. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan erection struktur utama rangka baja secara spesifik biaya material, alat dan sumber daya manusia. Hasil perhitungan analisis biaya yang penulis lakukan yaitu untuk biaya material baja sebesar Rp. 5,930,265,571.20, sedangkan biaya Upah pekerja yaitu sebesar Rp. 2,883,775,952.00 dan biaya alat kerja sebesar Rp. 111,761,000.00, untuk biaya alat kerja yaitu sebesar Rp. 988,377,595.20, dan biaya overhead & Profit sebesar Rp. 494,188,797.60, maka total pekerjaan erection struktur utama rangka baja ini menggunakan metode semi cantilever yaitu sebesar Rp. 9,883,775,952.00 rupiah. Dari perhitungan tersebut yang pen terjadi perbedaan sebesar Rp. 755,909,083.00 rupiah dengan analisa yang dilakukan oleh kontraktor, karena perhitungan kontraktor menghabiskan biaya sebesar Rp. 10,639,685,035 rupiah. Analisis biaya ini hanya menunjukkan untuk erection menggunakan metode semi cantilever.

Kata kunci: analisa biaya erection, erection metode semi cantilever, jembatan rangka baja.

Abstract

Infrastructure development is a crucial part of supporting economic growth in a region, especially in the industrial sector. The main structure of the bridge is designed using steel with the specification SM 490 YA/YB JIS G3106 or Equivalent ($F_y \text{ min } \pm 360 \text{ MPa}$). The length of the bridge is 80.04 meters, spanning across the Cisadane River, and it is divided into 12 segments, each measuring 6.67 meters in length. The installation or erection of the bridge uses the semi-cantilever method. This study aims to determine the costs required for the erection work of the main steel truss structure, specifically for material, equipment, and manpower costs. The results of the cost analysis carried out by the author are as follows: the cost of steel material is IDR 5,930,265,571.20; labor costs are IDR 2,883,775,952.00; and work equipment costs are IDR 111,761,000.00. In addition, equipment costs total IDR 988,377,595.20, and overhead & profit costs amount to IDR 494,188,797.60. Thus, the total cost for the erection of the main steel truss structure using the semi-cantilever method is IDR 9,883,775,952.00. From these calculations, there is a difference of IDR 755,909,083.00 compared to the contractor's analysis, as the contractor's calculation reached a total cost of IDR 10,639,685,035. This cost analysis only covers erection using the semi-cantilever method.

Keywords: erection cost analysis, semi-cantilever erection method, steel truss bridge

I. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain, jalan air atau lalu lintas biasa (Struyk, 1995). Ada beberapa jenis jembatan di Indonesia salah satunya yaitu jembatan rangka baja, Dalam pembangunan jembatan baja, tahapan erection (pemasangan struktur baja di lokasi) merupakan salah satu proses yang krusial karena berdampak langsung pada stabilitas, keselamatan, biaya, dan waktu pelaksanaan proyek.

Secara umum metode erection jembatan rangka baja ada empat metode, yaitu metode perancah, semi kantilever, kantilever dan metode launcher. Pemilihan sistem perakitan yang akan dipakai sangat bergantung pada situasi dan kondisi lokasi yang akan dibangun.

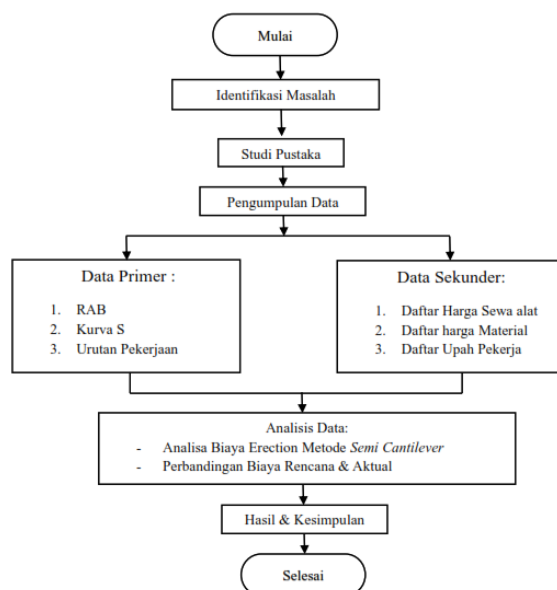
Di Indonesia erection menggunakan metode semi cantilever ini memungkinkan pemasangan elemen struktur baja secara bertahap dari salah satu sisi abutment ke tengah bentang, atau secara simetris dari kedua sisi.

Proyek pembangunan Jembatan Rangka Baja Cisadane ini dibangun guna untuk mempermudah akses keluar masuk

kendaraan proyek pembangunan perumahan yang akan dibangun di kecamatan sepatan timur. Dengan memahami kompoenen biaya yang dominan dan faktor-faktor yang memengaruhinya, maka pengambilan keputusan dalam perencanaan proyek dapat dilakukan secara lebih efektif.

II. METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana penelitian ini lebih berfokus pada Analisa biaya pekerjaan erection menggunakan metode semi cantilever. Berikut bagan alir penelitian ini:



2.1. Data Penelitian

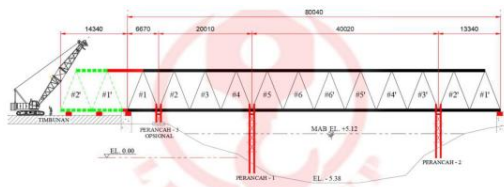
Penelitian ini membutuhkan dua data pendukung, yaitu data primer dan data

sekunder. Data primer diantaranya yaitu RAB, Kurva S dan Urutan metode pekerjaan. Kemudian untuk data sekunder yang terdiri dari Daftar harga sewa alat, daftar harga material dan daftar upah pekerja.

2.2. Metode Erection Semi Cantilever

1. Rencana Pekerjaan

Rencana pekerjaan pemasangan jembatan rangka baja ini menggunakan metode *semi cantilever* yang dihubungkan menggunakan link set yang mana pemberat tersesbut menggunakan batang / komponen rangka baja itu sendiri sebagai *counter* beban. Perancah -1 dan perancah -2 digunakan sebagai tumpuan pada saat proses konstruksi dengan mempertimbangkan letak yang mana beban cantilever harus lebih kecil atau sama dengan beban dibelakang dan juga mempertimbangkan momen pada buhul maupun batang bawah jembatan



Gambar 3. 1 Rencana Pekerjaan Jembatan
(sumber : Arsip Proyek)

2. Konfigurasi dan Durasi Pemasangan

Tabel 3. 1 konfigurasi dan durasi pemasangan

Uraian	Persia	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Finishing	Total
DAU							
Durasi Pekerjaan	10 Hari	10 Hari	15 Hari	20 Hari	5 Hari	30 Hari	90 Hari
Jumlah Pemasangan	-	1 segmen	3 segmen	6 segmen	2 segmen	-	12 Segmen
Segmen Truss							
Jumlah Volume /	-	+/- 25 Ton	+/- 75 Ton	+/- 150 Ton	+/- 50 Ton	+/- 5 Ton	+/- 305 Ton
Beban proses							

Keterangan:

Persiapan : Mobilisasi, Unloading material dan peralatan

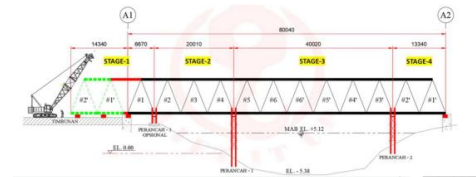
Stage 1 : Pemasangan C/W & Link set, pemasangan perancah -3

Stage 2 : Pemasangan segmen truss & pancang perancah -1

Stage 3 : Pemasangan segmen truss & pancang perancah -2

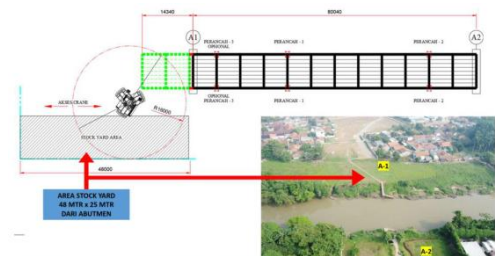
Stage 4 : Pemasangan segmen truss

Finishing : Torsi, Jacking, Handrail & Bondek, dismantling.



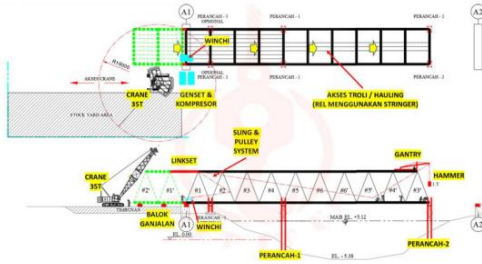
Gambar 3. 2 Konfigurasi erection
(sumber : Arsip Proyek)

3. Area Pekerjaan



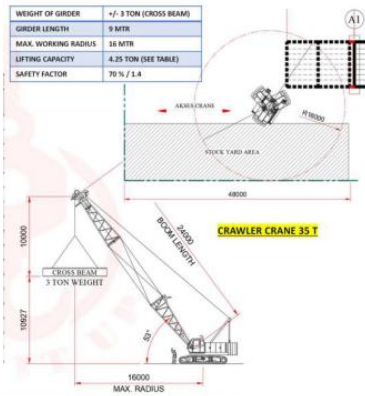
Gambar 3. 3 Area Pekerjaan
(sumber : Arsip Proyek)

4. Rencana Perletakan Peralatan



Gambar 3. 4 Rencana Perletakan Peralatan
(sumber : Arsip Proyek)

5. Lifting Plan Mobile Crane 35 Ton

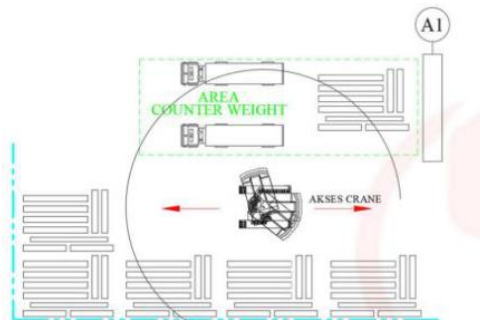


Gambar 3. 5 Lifting Plan Mobile Crane 35 ton
(sumber : Arsip Proyek)

6. Pekerjaan Persiapan

Tabel 3. 2 Pekerjaan persiapan

Uraian	Persiapan
Durasi Pekerjaan	10 hari
keterangan	Mobilisasi peralatan & Material, Unloading Material



Gambar 3. 6 Layout Pengiriman Material
(sumber : Arsip Proyek)

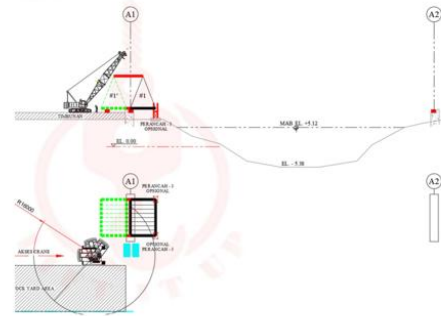
7. Pekerjaan Stage 1.1

Tabel 3. 3 Pekerjaan Stage 1.1

Uraian	Stage 1.1
Durasi Pekerjaan	8 hari
Jumlah pemasangan Segmen	1 Segmen
Jumlah Volume	+ / - 25 Ton
Keterangan	Perakitan Link Set

Stage 1.1

- Pemasangan Temperatur Support di abutment -1
- Perakitan segment #1, #1' & Link set



Gambar 3. 7 Pekerjaan Stage 1.1
(sumber : Arsip Proyek)

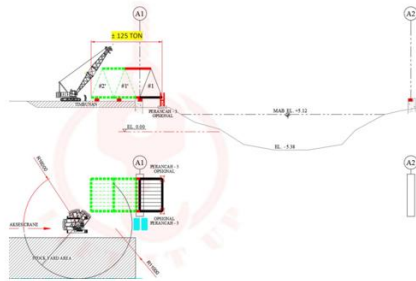
8. Pekerjaan Stage 1.2 (Perakitan C/W)

Tabel 3. 4 Pekerjaan stage 1.2

Uraian	Stage-1.2
Durasi Pekerjaan	2 hari
Jumlah Pemasangan segmen	1 segmen
Jumlah Volume	-
keterangan	Perakitan Counter Weight

Stage-1.2

- Lanjut perakitan Counter Weight segment #2'



Gambar 3. 8 Pekerjaan Stage 1.2
(sumber : Arsip Proyek)

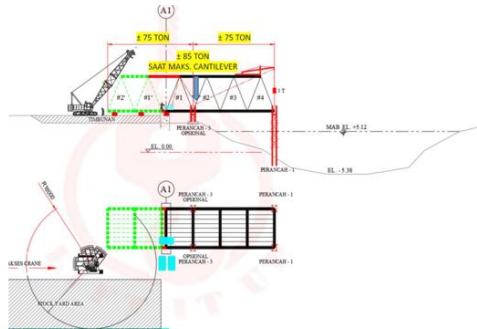
9. Pekerjaan Stage 2 (Pemasangan)

Tabel 3. 5 Pekerjaan stage 2

Uraian	Stage-2
Durasi Pekerjaan	15 hari
Jumlah Pemasangan segmen	4 segmen
Jumlah Volume	+ / - 75 Ton
keterangan	Pemasangan Lanjutan

Stage -2

- Pemasangan Gantry
- Pemasangan Segmen #2, #3 & #4
- Pemasangan Perancah -1



Gambar 3. 9 Pekerjaan Stage 2
(sumber : Arsip Proyek)

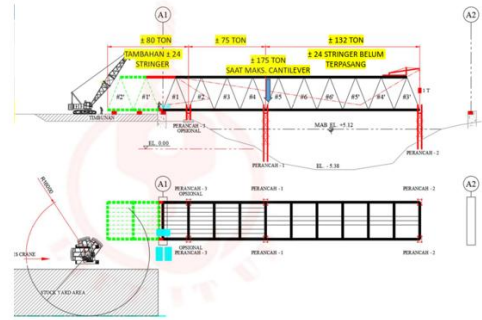
10. Pekerjaan Stage -3 (Pemasangan)

Tabel 3. 6 Pekerjaan stage 3

Uraian	Stage-3
Durasi Pekerjaan	20 hari
Jumlah Pemasangan segmen	6 segmen
Jumlah Volume	+ / - 150 Ton
keterangan	Pemasangan Lanjutan

Stage -3

- Menambahkan beban di area Counter wight segmen #1' & #2'
- Pemasangan segmen #5, #6, #6', #5', #4', #3'
- Pemasangan perancah -2



Gambar 3. 10 Pekerjaan Stage 3
(sumber : Arsip Proyek)

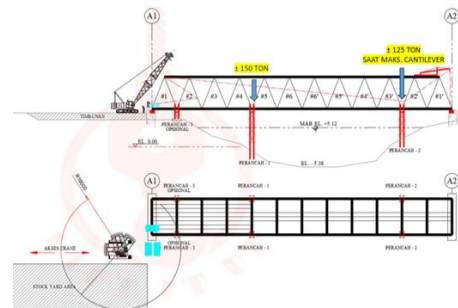
11. Pekerjaan Stage -4 (Pemasangan)

Tabel 3. 7 Pekerjaan stage 4

Uraian	Stage-3
Durasi Pekerjaan	5 hari
Jumlah Pemasangan segmen	2 segmen
Jumlah Volume	+ / - 50 Ton
keterangan	Pemasangan Lanjutan

Stage -4

- Pembongkaran Linkset
- Pembongkaran & pemasangan segmen #2' & #1'



Gambar 3. 11 Pekerjaan Stage 4
(sumber : Arsip Proyek)

12. Pekerjaan Finishing

Tabel 3. 8 Pekerjaan finishing

Uraian	Finishing
Durasi Pekerjaan	30 hari
Jumlah Pemasangan segmen	-
Jumlah Volume	+ / - 5 Ton
Keterangan	- Pemasangan Kelengkapan jembatan - Inspeksi chamber & Torsi - Pembongkaran Perancah - Penvelarasan & penurunan jembatan - Pemasangan temp. bearing / bearing pad

2.3. Tahap Penelitian

Tahap penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah ini meliputi perumusan masalah, penentuan topik penelitian, manfaat dan tujuan penelitian

2. Studi Pustaka

Tahap studi pustaka ini yaitu mengumpulkan informasi mengenai topik yang akan dijadikan penelitian seperti literatur, buku, jurnal dan laporan penelitian terdahulu.

3. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder untuk menunjang penelitian. Data yang dibutuhkan yaitu data RAB, harga sewa alat dan material, serta Analisa Harga Satuan

4. Analisis Data

Tahap analisis data yaitu menganalisis data yang telah didapatkan sebelumnya, yaitu menghitung kembali rencana anggaran biaya dengan biaya aktual dilapangan.

5. Hasil & Kesimpulan

Setelah melakukan perhitungan dan sudah diketahui berapa biaya rencana dan aktual.

6. Selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini penulis melakukan analisis biaya erection untuk mengetahui berapa biaya material alat dan upah pekerja untuk melaksanakan erection menggunakan metode semi cantilever. Analisis ini menggunakan AHSP dari bina marga Nomor 68/SE/DK/2024.

3.1. Analisa Harga Satuan

1. Pengadaan Material Baja

AHS pengadaan material baja ini didapatkan dari AHSP bina marga yang kemudian harga satuan didapatkan dari daerah proyek berlangsung yaitu Kabupaten Tangerang.

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA					
1	Pekerja	Jam	0.006	203.614	1.247.03
2	Tukang	Jam	0.001	203.614	207.84
3	Mandor	Jam	0.001	252.562	257.80
				JUMLAH TENAGA KERJA :	1,713
B BAHAN					
1	Baja Struktur fy ± 360 MPA	Kg	1.000	19.000	19.000
				JUMLAH HARGA BAHAN :	19,000
C PERALATAN					
	Semi Trailer 30 Ton	Jam	0.001	852.579	639.15
	Crane	Jam	0.001	623.534	636.47
	Alat Bantu	Ls	1.000	-	-
				JUMLAH HARGA PERALATAN :	1,276
D Jumlah (A+B+C)					21.988
E Overhead & Profit 11% X D					2.419
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					24,407
DIBULATKAN					24,000

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA					
1	Operator	Jam	0.003	252.562	760.73
2	Mandor	Jam	0.001	252.562	253.58
3	Pekerja	Jam	0.010	203.614	2.044.32
				JUMLAH TENAGA KERJA :	3,059
B BAHAN					
1	Kawat Las	Kg	0.020	33.500	670.00
2	Solar / Pelumas	Liter	0.010	6.800	68.00
3	Oksigen / LPG	Ls	0.005	115.000	575.00
				JUMLAH HARGA BAHAN :	1,313.00
C PERALATAN					
	Alat kerja pabrikasi	Jam	5% x C	219	218.58
				JUMLAH HARGA PERALATAN :	219
D Jumlah (A+B+C)					4,590
E Overhead & Profit 11% X D					505
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					5,095
DIBULATKAN					5,000

2. Pabrikasi Baja

AHS Pabrikasi baja ini didapatkan dari AHSP bina marga yang kemudian harga satuan didapatkan dari daerah proyek berlangsung yaitu Kabupaten Tangerang.

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA					
1	Operator	Jam	0.003	252.562	760.73
2	Mandor	Jam	0.001	252.562	253.58
3	Pekerja	Jam	0.010	203.614	2.044.32
				JUMLAH TENAGA KERJA :	3,059
B BAHAN					
1	Kawat Las	Kg	0.020	33.500	670.00
2	Solar / Pelumas	Liter	0.010	6.800	68.00
3	Oksigen / LPG	Ls	0.005	115.000	575.00
				JUMLAH HARGA BAHAN :	1,313.00
C PERALATAN					

3. Erection Metode Semi Cantilever

AHS Erection metode semi cantilever ini didapatkan dari AHSP bina marga yang kemudian harga satuan didapatkan dari daerah proyek berlangsung yaitu Kabupaten Tangerang.

Setelah mengetahui Analisa harga satuan tersebut yang kemudian dipakai untuk menghitung RAB yang volume pekerjaannya sudah ada dari data proyek, maka RAB erection dan material didapatkan seperti dibawah ini:

Tabel 4. 4 RAB

No	Item Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp.)	Total Harga (Rp.)
PEKERJAAN RANGKA					
I UTAMA JEMBATAN					
Pengadaan Material Baja dan pengiriman					
1	- Bottom Chord	kg	45.014.38	24.000	1.080.345.176
	- Top Chord	kg	49.196.44	24.000	1.180.714.536
	- Diagonal	kg	61.328.44	24.000	1.471.882.536
	- Stringer	kg	56.935.96	24.000	1.366.462.925
	- Gusset Plate	kg	30.711.32	24.000	737.071.652
	- Cross Girder	kg	29.949.25	24.000	718.782.079
	- Handrail	kg	2.165.36	24.000	51.968.640
	- End Portal	kg	1.909.82	24.000	45.835.730
	- Diaphragm & Wind Bracing	kg	10.132.79	24.000	243.186.960
	- Bolt & Nut	kg	12.164.60	24.000	291.950.458
2	Fabrikasi				
	- Bottom Chord	kg	45.014.38	5.000	225.071.912
	- Top Chord	kg	49.196.44	5.000	245.982.195
	- Diagonal	kg	61.328.44	5.000	306.642.195
	- Stringer	kg	56.935.96	5.000	284.679.776
	- Gusset Plate	kg	30.711.32	5.000	153.556.594
	- Cross Girder	kg	29.949.25	5.000	149.746.266
	- Handrail	kg	2.165.36	5.000	10.826.800
	- End Portal	kg	1.909.82	5.000	9.549.111
	- Diaphragm & Wind Bracing	kg	10.132.79	5.000	50.663.950
	- Bolt & Nut	kg	12.164.60	5.000	60.823.012
3	Pemasangan / Erection Jembatan				
	- Bottom Chord	kg	45.014.38	4.000	180.057.529
	- Top Chord	kg	49.196.44	4.000	196.785.756
	- Diagonal	kg	61.328.44	4.000	245.313.756
	- Stringer	kg	56.935.96	4.000	227.743.821
	- Gusset Plate	kg	30.711.32	4.000	122.845.275
	- Cross Girder	kg	29.949.25	4.000	119.797.013
	- Handrail	kg	2.165.36	4.000	8.661.440
	- End Portal	kg	1.909.82	4.000	7.639.288
	- Diaphragm & Wind Bracing	kg	10.132.79	4.000	40.531.160
	- Bolt & Nut	kg	12.164.60	4.000	48.658.410
Sub Total					9,883,775,952

3.2. Biaya Material

Material yang digunakan untuk struktur utama jembatan ini adalah:

Bottom chord : H 600.400.40.22
Top chord : H 600.400.30.22
Stringer : WF 450.200.9.14
Cross Girder : H 1050.300.16.28
Upper Bracing : WF 200.100.5,5.8
Diagonal : WF 400.400.13.21
Stringer : WF 450.200.9.14
Handrail : Pipa besi diameter 3"

Dari perhitungan RAB yang penulis buat untuk biaya material Baja Struktur utama jembatan ini adalah 60% dari total biaya pekerjaan ini sehingga didapatkan biaya untuk material yaitu sebesar Rp 5,30,265,571.20, dengan harga satuan perkilogram baja yaitu Rp. 19,000.00 rupiah.

3.3. Biaya SDM

Untuk mengerjakan pekerjaan erection menggunakan metode semi cantilever dibutuhkan 1 tim yang terdiri dari:

Operator Crane : 1 orang
Operator Winchi : 1 orang
Operator Genset : 1 orang
Mandor : 1 orang
Pekerja : 10 orang

Dari perhitungan RAB yang penulis buat untuk biaya Sumber Daya Manusia pekerjaan erection menggunakan metode semi cantilever adalah 25 % dari total biaya pekerjaan ini sehingga

didapatkan biaya untuk alat kerja yaitu sebesar Rp 2,470,943,998.00 rupiah.

3.4. Biaya Alat Kerja

Dari perhitungan RAB yang penulis buat untuk biaya alat pekerjaan erection menggunakan metode *semi cantilever* adalah 10 % dari total biaya pekerjaan ini sehingga didapatkan biaya untuk alat kerja yaitu sebesar Rp 988.377.595.20 rupiah.

3.5. Biaya Overhead & Profit

Overhead dan profit adalah biaya kebutuhan lain sebagai penunjang dari pekerjaan *erection* ini, besaran biayanya yaitu 5% dari total biaya pekerjaan *erection*. Maka didapatkan biaya *overhead & Profit* sebesar Rp. 494.188.797,60 rupiah.

3.6. Hasil Penelitian

Setelah melakukan Analisa biaya pekerjaan erection metode semi cantilever, maka dibutuhkan biaya sebesar Rp.9,883,775,952 rupiah untuk melaksanakan pekerjaan *erection* jembatan rangka baja menggunakan metode *semi cantilever*. Dengan rincian biaya seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4. 10 Perbandingan Biaya Erection Metode Semi Cantilever

Tabel Perbandingan Analisa Biaya Pekerjaan Erection			
Biaya Erection Analisa Penulis	Biaya	Biaya Erection dari Kontraktor	Biaya
1. Biaya Material Erection	Rp. 5,930,265,571.20	1. Biaya Material Erection	Rp. 6,383,811,021.00
2. Biaya Upah Pekerja	Rp. 2,883,775,952.00	2. Biaya Upah Pekerja	Rp. 2,659,921,258.75
3. Biaya Alat	Rp. 988,377,595.20	3. Biaya Alat	Rp. 1,063,968,503.50
4. Overhead dan Profit	Rp. 494,188,797.60	4. Overhead dan Profit	Rp. 531,984,251.75
Total Biaya	Rp. 9,883,775,952.00	Total Biaya	Rp. 10,639,685,035.00

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis, diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Didapatkan total biaya pekerjaan erection struktur utama rangka baja yaitu sebesar Rp.9,883,775,952.00 rupiah. Dengan rincian yaitu biaya material Rp 5,930,265,571.20 rupiah, biaya Upah pekerja sebesar Rp.2,883,775,952.00 rupiah, biaya untuk alat kerja yaitu sebesar Rp. 988,377,595.20 rupiah, dan biaya Overhead & Profit sebesar Rp. 494,188,797.60.
2. Dari hasil analisis biaya yang penulis lakukan menggunakan AHS dari Bina Marga Nomor 68/SE/Dk/2024 didapatkan total biaya untuk pekerjaan erection yaitu sebesar Rp. 9,883,775,952.00 rupiah, dan yang dihitung oleh kontraktor dilapangan yaitu sebesar Rp. 10,639,685,035 rupiah, sehingga terjadi efisiensi biaya sebesar Rp.755,909,083.00 rupiah jika

menggunakan analisa biaya yang penulis buat.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Asri, m., sarjono, a. P., & djamro, i. D. A. (2024). Biaya dan waktu pekerjaan erection girder dengan metode launcher pada proyek pembangunan jembatan kereta api ct 406 di kabupaten maros. 4(2), 10–24.
- Chakim, a. I., & putra, i. N. D. P. (2024). Analisis waktu dan biaya erection girder dengan metode perancah dan launcher pada proyek penggantian jembatan perningkloji mojosarto. Jurnal rekayasa konstruksi mekanika sipil (jrkms), 7(1), 21–29.
- Edy sularno, n., & mokhtar, a. (2021). Analisis perbandingan biaya dan waktu erection jembatan kalirejo dengan metode cantilever dan perancah. Seminar keinsinyuran program studi program profesi insinyur, 1(1), 99–108. <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v1i0.423>
- Fortuna, b. I., sucita, i. K., & rizal, r. S. (2021). Analisis waktu dan biaya perbandingan erection box girder menggunakan metode crane dan launcher. Jurnal ilmiah rekayasa sipil, 18(2), 100–112. <https://doi.org/10.30630/jirs.v18i2.627>

- Kurniawan, w., nuryati, s., & prihesnanto, f. (2019). Analisa perbandingan metode erection girder segi waktu dan biaya pada proyek jalan bebas. Seminar nasional energi & teknologi (sinergi) 2019, 37–54. <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/sinergi/article/download/1696/1460/>
- Mahesa, p. W., arsjad, t. T., & walangitan, d. R. O. (2021). Rencana anggaran biaya pada jembatan latuppa - bastem kecamatan mungkajang, kota palopo. Jurnal sipil statik, 9(4), 763–770. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/39099>
- Riduan umar, a., & ranap tua naibaho, p. (2022). Analisa perbandingan pelaksanaan erection girder underpass pada jalan nasional dengan metode crane dan metode launcher. Asian journal of mechatronics, and electrical engineering (ajmee), 1(1), 1–12. <https://journal.formosapublisher.org/index.php/ajmee>
- Suci, r. A., wibawa, s. A., firdausi, a. A., & safarizki, h. A. (2025). Perbandingan biaya dan waktu erection pci girder dengan crawler crane dan gantry launcher (studi kasus: jembatan soran proyek jalan tol solo – yogyakarta – nyia kulon progo seksi 1 paket 1.2). Rekonstruksi tadulako: civil engineering journal on research and development, 1–12. <https://doi.org/10.22487/renstra.v6i1.698>
- catur prakoso, m. A. (2024). Analisis waktu dan biaya perbandingan erection steel box girder menggunakan metode skid launching dan launcher. Jurnal ilmiah rekayasa sipil.
- Nalienda, r. (2019). Retrieved from undip institutional repository: https://eprints.undip.ac.id/77542/3/bab_ii_tugas_akhir_nalienda_reitsanie.b.p_21010116060097.pdf