

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

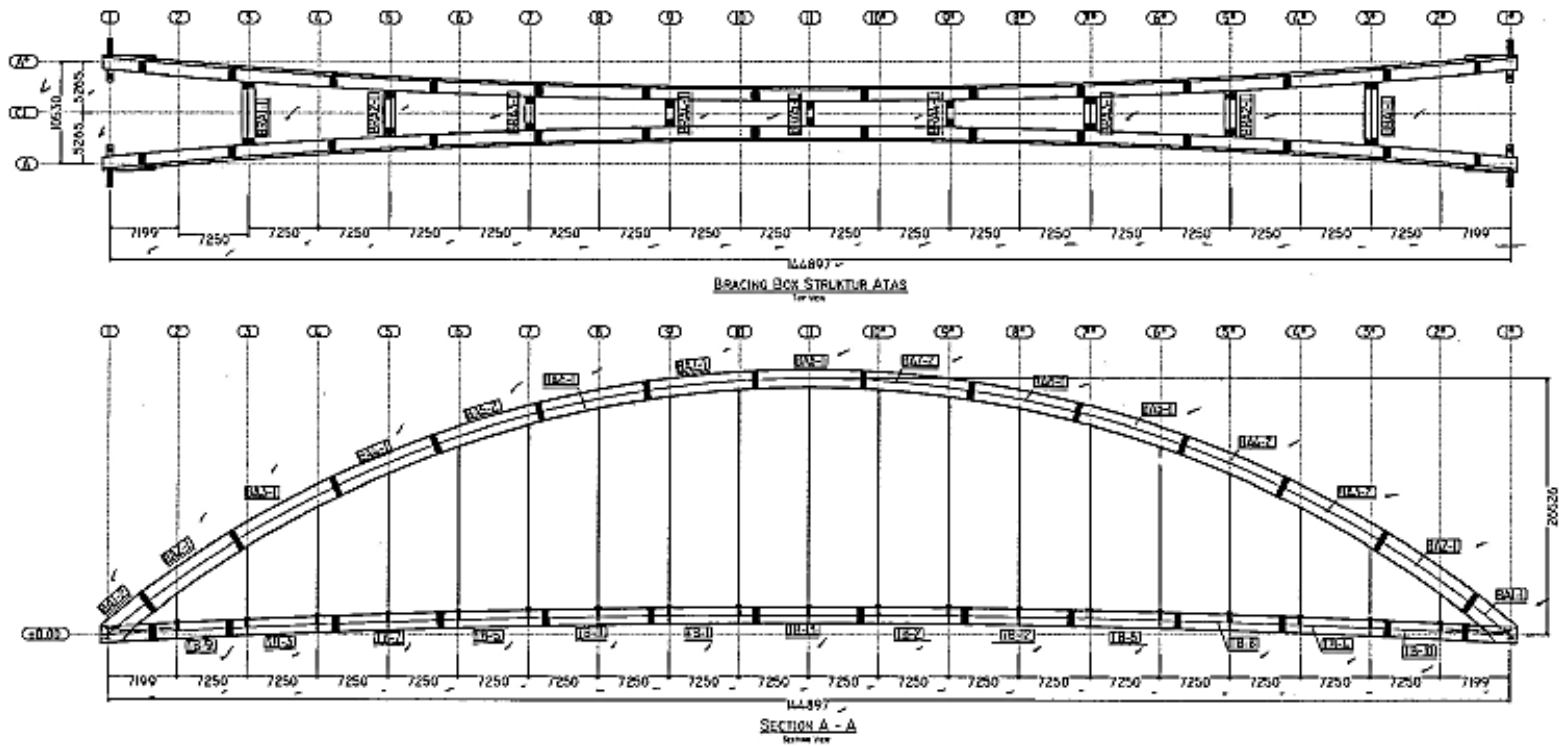
4.1. Analisis Data Jembatan

Dari data – data Primer dan Sekunder yang didapat, maka Baja Struktur Jembatan terdapat subtansi segmen secara umum sebagai berikut :

- Jumlah Box Baja : 30 buah
- Jumlah Bracing Box Baja : 9 buah
- Jumlah Tied Beam : 26 buah
- Jumlah Cross Girder : 21 buah
- Jumlah Stringer Lantai Kendaraan : 140 buah
- Jumlah Stringer Pejalan Kaki : 80 buah
- Jumlah Kabel Hanger : 38 buah
- Tinggi Struktur Jembatan : 27 m

4.2. Pelaksanaan Erection Baja Struktur Jembatan Bojonegoro Trucuk

Penyusunan Tahapan Erection ini didapatkan dari data sekunder, dengan hasil sebagaimana pada Gambar 4.1. dan tabel 4.1. Pada tabel tersebut di jelaskan urutan Pelaksanaan Erection, dengan dimulai erection pada kedua sisi beriringan antara Sisi Bojonegoro dan Sisi Trucuk. Dengan Rencana Menggunakan Crane pada kedua sisi maka akan didapatkan percepatan Progres pelaksanaan yang lebih besar. Posisi Crane pada Sisi Bojonegoro di tentukan pada hilir Jembatan, sehingga urutan Erection Baja Struktur dimulai pada sisi hulu dan dilanjutkan pada sisi hilir, sehingga pada Crane bermanuver membawa material baja tidak terhalang pada sisi terdekat area Crane. Begitu juga sebaliknya, untuk sisi Trucuk dilakukan pada sisi hulu jembatan. Dengan begitu erection dimulai pada sisi hilir dan dilanjutkan sisi hulu. Pada tahap Erection pada Segmen Box Baja (BA8) adalah tahapan Closure pada segmen atas jembatan, dengan mempertimbangkan lokasi dan area Crane maka erection tersebut dilakukan pada sisi trucuk. Setelah Tahap Closure Segmen atas dan Segmen bawah jembatan, Tahap Erection Segmen Crane akan Demobilisasikan dan dilanjutkan erection menggunakan Winch dan Manual.



Sumber : *Gambar Struktur Jembatan Bojonegoro – Trucuk*

Gambar 4.1. Gambar Struktur Baja Jembatan Bojonegoro - Trucuk

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro - Trucuk

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
1	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA1-1	BEAM PELENGKUNG	1	6,405	14325,34	III	✓	
			JB-TRBG-BA1-1-CG1	CONNECTION GIRDER	1	1,445	984,29			
			JB-TRBG-BA1-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
			JB-TRBG-BA1-1-K2	KANTILIVER PELENGKUNG	1	1,811	416,25			
2	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA1-2	BEAM PELENGKUNG	1	6,405	14325,34	III	✓	
			JB-TRBG-BA1-2-CG1	CONNECTION GIRDER	1	1,445	984,29			
			JB-TRBG-BA1-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
			JB-TRBG-BA1-2-K2	KANTILIVER PELENGKUNG	1	1,811	416,25			
3	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-1	CROSS GIRDER	1	6,520	2489,64	I	✓	
4	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-TB-10	TIED BEAM	1	8,005	5423,12	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
5	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-TB-10	TIED BEAM	1	8,005	5423,12	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
6	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
PEMASANGAN TOWER ERECTION (PYLON) DAN BACK STAY PADA COUNTER WEIGHT (SISI BJK)										
7	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA1-1	BEAM PELENGKUNG	1	6,405	14325,34	III	✓	
			JB-TRBG-BA1-1-CG1	CONNECTION GIRDER	1	1,445	984,29			
			JB-TRBG-BA1-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
			JB-TRBG-BA1-1-K2	KANTILIVER PELENGKUNG	1	1,811	416,25			
8	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA1-2	BEAM PELENGKUNG	1	6,405	14325,34	III	✓	
			JB-TRBG-BA1-2-CG1	CONNECTION GIRDER	1	1,445	984,29			
			JB-TRBG-BA1-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
			JB-TRBG-BA1-2-K2	KANTILIVER PELENGKUNG	1	1,811	416,25			
9	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-1	CROSS GIRDER	1	6,520	2489,64	I	✓	
10	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-9	TIED BEAM	1	8,005	5423,12	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
11	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-9	TIED BEAM	1	8,005	5423,12	II	✓	

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
12	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
PEMASANGAN TOWER ERECTION (PYLON) DAN BACK STAY PADA COUNTER WEIGHT (SISI TRUCUK)										
13	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA2-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,310	16694,47	III	✓	
14	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA2-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,310	16694,47	III	✓	
15	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA2-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,310	16694,47	III	✓	
16	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA2-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,310	16694,47	III	✓	
17	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA3-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,703	17174,31	III	✓	
18	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA3-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,703	17174,31	III	✓	
19	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-BRA1-1	BRACING BOX	1	5,704	2967,54	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 1-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
PEMASANGAN FRONT STAY 1 PADA SEGMENT KE - 3 (SISI BOJONEGORO)										
20	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA3-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,703	17174,31	III	✓	
21	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA3-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,703	17174,31	III	✓	
22	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-BRA1-1	BRACING BOX	1	5,704	2967,54	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 1-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
PEMASANGAN FRONT STAY 1 PADA SEGMENT KE - 3 (SISI TRUCUK)										
23	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA4-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,350	16017,42	III	✓	
24	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA4-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,350	16017,42	III	✓	
25	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-BRA2-1	BRACING BOX	1	3,700	1974,68	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 2-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
26	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA4-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,350	16017,42	III	✓	
27	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA4-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,350	16017,42	III	✓	
28	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-BRA2-1	BRACING BOX	1	3,700	1974,68	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 2-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
29	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA5-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,346	15897,23	III	✓	
30	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA5-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,346	15897,23	III	✓	
31	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-BRA3-1	BRACING BOX	1	2,600	1382,52	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 3-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
PEMASANGAN FRONT STAY 2 PADA SEGMENT KE - 5 (SISI BOJONEGORO)										
32	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA5-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,346	15897,23	III	✓	

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
33	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA5-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,346	15897,23	III	✓	
34	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-BRA3-1	BRACING BOX	1	2,600	1382,52	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 3-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
PEMASANGAN FRONT STAY 2 PADA SEGMENT KE - 5 (SISI TRUCUK)										
35	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA6-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,343	15453,20	III	✓	
36	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA6-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,343	15453,20	III	✓	
PEMASANGAN FRONT STAY 3 PADA SEGMENT KE - 6 (SISI BOJONEGORO)										
37	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA6-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,343	15453,20	III	✓	
38	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA6-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,343	15453,20	III	✓	
PEMASANGAN FRONT STAY 3 PADA SEGMENT KE - 6 (SISI TRUCUK)										
39	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-BA7-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,341	15508,18	III	✓	
40	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-BA7-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,341	15508,18	III	✓	
41	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-BRA4-1	BRACING BOX	1	1,800	986,24	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 4-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
42	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA7-2	BEAM PELENGKUNG	1	11,341	15508,18	III	✓	

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
43	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA7-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,341	15508,18	III	✓	
44	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-BRA4-1	BRACING BOX	1	1,800	986,24	II	✓	
			JB-TRBG-BRA 4-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
45	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-BA8-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,340	15758,37	III	✓	
46	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-BA8-1	BEAM PELENGKUNG	1	11,340	15758,37	III	✓	
47	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-BRA5-1	BRACING BOX	1	1,600	887,14	III	✓	
			JB-TRBG-BRA 5-1-MH1	MANHOLE	1	0,650	66,28			
48			H1	KABEL HANGER	4	3,722	746,12	II		✓
49			H2	KABEL HANGER	4	12,820	1035,04	II		✓
50			H3	KABEL HANGER	4	20,442	1277,12	II		✓
51			H4	KABEL HANGER	4	26,776	1478,28	II		✓
52			H5	KABEL HANGER	4	31,958	1642,88	II		✓
53			H6	KABEL HANGER	4	36,086	1774,00	II		✓
54			H7	KABEL HANGER	4	39,234	1873,96	II		✓
55			H8	KABEL HANGER	4	41,408	1943,00	II		✓

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
56			H9	KABEL HANGER	4	42,764	1986,08	II		✓
57			H10	KABEL HANGER	4	43,200	999,96	II		✓
58	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-3	TIED BEAM	1	10,882	6543,89	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
59	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-3	TIED BEAM	1	10,882	6543,89	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
60	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
61	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
62	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-TB-4	TIED BEAM	1	10,882	6543,90	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
63	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-TB-4	TIED BEAM	1	10,882	6543,90	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
64	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
65	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
66	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-7	TIED BEAM	1	10,879	6436,56	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
67	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-7	TIED BEAM	1	10,879	6436,56	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
68	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
69	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-TB-8	TIED BEAM	1	10,879	6436,57	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
70	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-TB-8	TIED BEAM	1	10,879	6436,57	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
71	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
72	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-5	TIED BEAM	1	10,876	6819,58	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
73	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-5	TIED BEAM	1	10,876	6819,58	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
74	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
75	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
76	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-TB-6	TIED BEAM	1	10,876	6819,59	II	✓	

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
77	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-TB-6	TIED BEAM	1	10,876	6819,59	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
78	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
79	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
80	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-11	TIED BEAM	1	10,874	6430,31	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
81	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-11	TIED BEAM	1	10,874	6430,31	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
82	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
83	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-TB-12	TIED BEAM	1	10,874	6430,31	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
84	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-TB-12	TIED BEAM	1	10,874	6430,31	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
85	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
86	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-1	TIED BEAM	1	10,873	6810,90	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
87	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-1	TIED BEAM	1	10,873	6810,9	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
88	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
89	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
90	Bojonegoro	Hulu	JB-TRBG-TB-2	TIED BEAM	1	10,873	6810,90	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
91	Bojonegoro	Hilir	JB-TRBG-TB-2	TIED BEAM	1	10,873	6810,9	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	2	2,303	450,82			
92	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
93	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
94	Trucuk	Hilir	JB-TRBG-TB-13	TIED BEAM	1	10,866	6427,96	II	✓	
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
95	Trucuk	Hulu	JB-TRBG-TB-13	TIED BEAM	1	10,866	6427,96	II	✓	

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
			JB-TRBG-K2-1	KANTILIVER	1	2,303	225,41			
96	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-CG1-2	CROSS GIRDER	1	9,371	2766,14	I	✓	
DEMobilisasi CRANE										
97	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-1	STRINGER	5	7,212	2886,05	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-9	STRINGER	2	7,205	1039,86			
		Samping	JB-TRBG-ST2-9	STRINGER	4	7,201	1629,08			
98	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-1	STRINGER	5	7,212	2886,05	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-9	STRINGER	2	7,205	1039,86			
		Samping	JB-TRBG-ST2-9	STRINGER	4	7,201	1629,08			
99	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-2	STRINGER	5	7,256	2923,2	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-1	STRINGER	2	7,253	1053,9			
		Samping	JB-TRBG-ST2-1	STRINGER	4	7,25	1651,48			
100	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-2	STRINGER	5	7,256	2923,2	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-1	STRINGER	2	7,253	1053,9			
		Samping	JB-TRBG-ST2-1	STRINGER	4	7,25	1651,48			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
101	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-3	STRINGER	5	7,252	2922,5	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-2	STRINGER	2	7,248	1053,64			
		Samping	JB-TRBG-ST2-2	STRINGER	4	7,247	1651,08			
102	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-3	STRINGER	5	7,252	2922,5	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-2	STRINGER	2	7,248	1053,64			
		Samping	JB-TRBG-ST2-2	STRINGER	4	7,247	1651,08			
103	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-4	STRINGER	5	7,247	2921,9	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-3	STRINGER	2	7,244	1053,42			
		Samping	JB-TRBG-ST2-3	STRINGER	4	7,243	1650,76			
104	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-4	STRINGER	5	7,247	2921,9	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-3	STRINGER	2	7,244	1053,42			
		Samping	JB-TRBG-ST2-3	STRINGER	4	7,243	1650,76			
105	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-5	STRINGER	5	7,242	2921,35	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-4	STRINGER	2	7,24	1053,24			
		Samping	JB-TRBG-ST2-4	STRINGER	4	7,24	1650,44			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
106	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-5	STRINGER	5	7,242	2921,35	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-4	STRINGER	2	7,24	1053,24			
		Samping	JB-TRBG-ST2-4	STRINGER	4	7,24	1650,44			
107	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-6	STRINGER	5	7,238	2920,95	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-5	STRINGER	2	7,236	1053,08			
		Samping	JB-TRBG-ST2-5	STRINGER	4	7,238	1650,2			
108	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-6	STRINGER	5	7,238	2920,95	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-5	STRINGER	2	7,236	1053,08			
		Samping	JB-TRBG-ST2-5	STRINGER	4	7,238	1650,2			
109	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-7	STRINGER	5	7,234	2920,6	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-6	STRINGER	2	7,233	1052,96			
		Samping	JB-TRBG-ST2-6	STRINGER	4	7,235	1650			
110	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-7	STRINGER	5	7,234	2920,6	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-6	STRINGER	2	7,233	1052,96			
		Samping	JB-TRBG-ST2-6	STRINGER	4	7,235	1650			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
111	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-8	STRINGER	5	7,23	2920,3	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-7	STRINGER	2	7,229	1052,86			
		Samping	JB-TRBG-ST2-7	STRINGER	4	7,233	1649,88			
112	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-8	STRINGER	5	7,23	2920,3	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-7	STRINGER	2	7,229	1052,86			
		Samping	JB-TRBG-ST2-7	STRINGER	4	7,233	1649,88			
113	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-9	STRINGER	5	7,227	2920,15	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-8	STRINGER	2	7,226	1052,8			
		Samping	JB-TRBG-ST2-8	STRINGER	4	7,231	1649,76			
114	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-9	STRINGER	5	7,227	2920,15	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST3-8	STRINGER	2	7,226	1052,8			
		Samping	JB-TRBG-ST2-8	STRINGER	4	7,231	1649,76			
115	Bojonegoro	Tengah	JB-TRBG-ST1-10	STRINGER	5	7,224	2920,05	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST2-10	STRINGER	4	7,229	1649,72			
		Samping	JB-TRBG-ST3-10	STRINGER	2	7,223	1052,76			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
116	Trucuk	Tengah	JB-TRBG-ST1-10	STRINGER	5	7,224	2920,05	I		✓
		Tepi	JB-TRBG-ST2-10	STRINGER	4	7,229	1649,72			
		Samping	JB-TRBG-ST3-10	STRINGER	2	7,223	1052,76			
117	Bojonegoro dan Trucuk		JB-TRBG-BD1-1	BONDEX	720	1,27	6480			
			JB-TRBG-BD1-2	BONDEX	60	1,27	345,6			
			JB-TRBG-BD1-3	BONDEX	60	1,27	345,6			
			JB-TRBG-BD1-4	BONDEX	36	1,27	208,08			
			JB-TRBG-BD1-5	BONDEX	18	1,27	104,04			
			JB-TRBG-BD1-6	BONDEX	12	1,27	69,6			
			JB-TRBG-BD1-7	BONDEX	12	1,27	69,6			
			JB-TRBG-BD1-8	BONDEX	12	1,27	78,36			
			JB-TRBG-BD1-9	BONDEX	12	1,27	42,36			
			JB-TRBG-BD2-1	BONDEX	240	1,38	2347,2			
			JB-TRBG-BD2-2	BONDEX	20	1,38	131,4			
			JB-TRBG-BD2-3	BONDEX	20	1,38	131,4			

Tabel 4.1. Tahapan Erection Material Baja Jembatan Bojonegoro – Trucuk (Lanjutan)

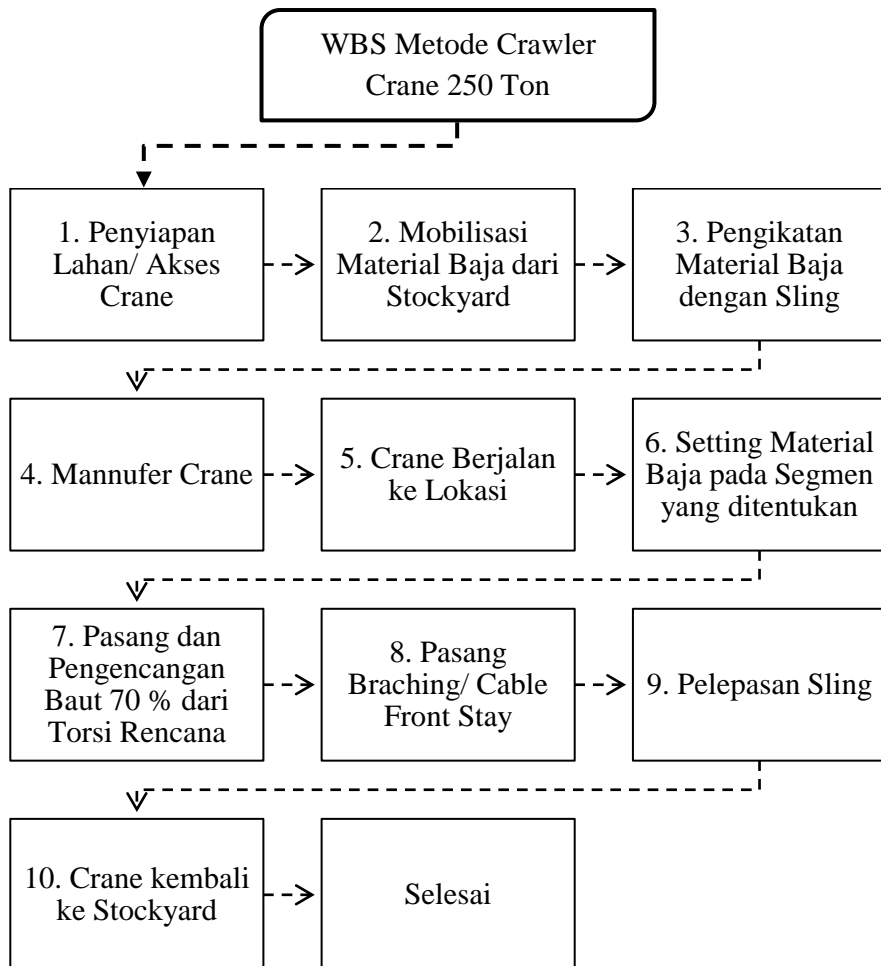
Tahap	Posisi Erection	Sisi	Kode Material	Nama Material	Jumlah Material	Panjang (m)	Berat (Kg)	Kategori Erection	Crane	Winch
			JB-TRBG-BD2-4	BONDEX	12	1,38	79,08			
			JB-TRBG-BD2-5	BONDEX	12	1,38	79,08			
			JB-TRBG-BD2-6	BONDEX	4	1,38	26,44			
			JB-TRBG-BD2-7	BONDEX	4	1,38	26,44			
			JB-TRBG-BD2-8	BONDEX	4	1,38	29,6			
			JB-TRBG-BD2-9	BONDEX	4	1,38	30,24			

Sumber : Hasil Olahan

Catatan :	Kategori	Tingkat Kesulitan	Jumlah Tahap	Rata2 Berat Material
	I	Mudah	41 Tahap	≤ 4 ton
	II	Sedang	44 Tahap	4 – 10 ton
	III	Sulit	31 Tahap	≥ 10 ton

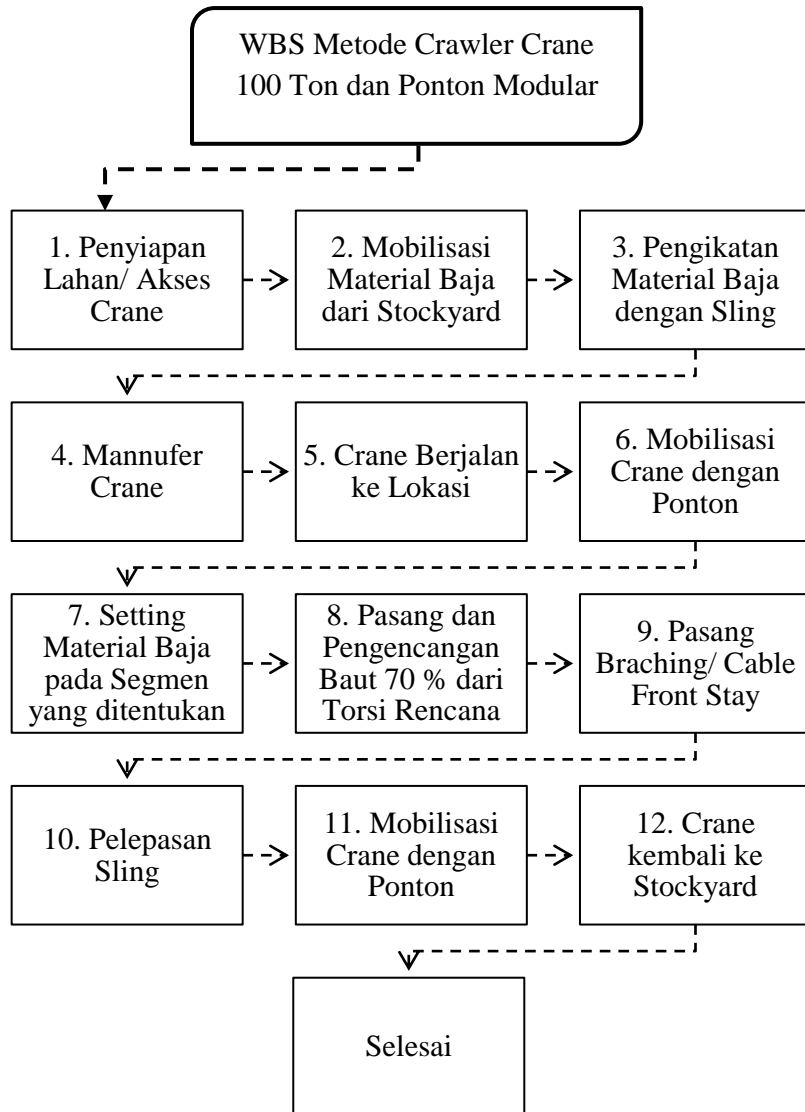
a. Work Breakdown Structur (WBS)

Dari hasil penyusunan tahapan Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk terdapat 10 kegiatan setiap tahapan Erection untuk metode Crawler Crane 250 ton dan 11 kegiatan untuk metode Crawler Crane 100 ton dengan ponton modular yang akan dijelaskan pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 sebagai berikut :



Sumber : Hasil Olahan

Gambar 4.2. Work Breakdown Structure Metode Crawler Crane 250 ton



Sumber : Hasil Olahan

Gambar 4.3. Work Breakdown Structure Metode Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

b. Logika Keterkaitan

Dari dua *Work Breakdown Structure* (WBS) tersebut bahwa setiap kegiatan dilakukan secara *Finish to Start* yang berarti setiap kegiatan selanjutnya dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai dan dianggap tidak ada *lag*. Kegiatan tersebut juga tidak bisa dilakukan bersamaan karena kegiatan tersebut harus menunggu kegiatan yang sebelumnya selesai terlebih dahulu.

c. Network Planning

Dengan dibuat logika keterkaitan dari hasil *work breakdown structure* maka selanjutnyadiidentifikasi kegiatan penjadwalan seperti tabel 4.2 untuk metode *Crawler Crane 250 ton* sebagai berikut ini :

Tabel 4.2. Identifikasi kegiatan penjadwalan metode *Crawler Crane 250 ton*

No	Nama Kegiatan	Kode Kegiatan	Predessor	Jenis
1	Penyiapan Lahan/ Akses Crane	Kegiatan A	Start	F - S
2	Mobilisasi Material Baja dari Stockyard	Kegiatan B	Kegiatan A	F - S
3	Pengikatan Material Baja dengan Sling	Kegiatan C	Kegiatan B	F - S
4	Mannufer Crane	Kegiatan D	Kegiatan C	F - S
5	Crane Berjalan ke Lokasi	Kegiatan E	Kegiatan D	F - S
6	Setting Material Baja pada Segmen yang ditentukan	Kegiatan F	Kegiatan E	F - S
7	Pasang dan Pengencangan Baut 70 % dari Torsi Rencana	Kegiatan G	Kegiatan F	F - S
8	Pasang Braching/ Cable Front Stay	Kegiatan H	Kegiatan G	F - S
9	Pelepasan Sling	Kegiatan I	Kegiatan H	F - S
10	Crane kembali ke Stockyard	Kegiatan J	Kegiatan I	F - S
11	Selesai			

Sumber : *Hasil Olahan*

Setelah itu langkah selanjutnya adalah pembuatan Network Planning, yang akan digambarkan pada gambar 4.4 sebagai berikut ini.



Sumber : *Hasil Olahan*

Gambar 4.4. Network planning metode *crawler crane 250 ton*

Berikut ini adalah identifikasi kegiatan untuk metode Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular pada tabel 4.3 sebagaimana berikut ini :

Tabel 4.3. Identifikasi kegiatan penjadwalan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No	Nama Kegiatan	Kode Kegiatan	Predessor	Jenis
1	Penyiapan Lahan/ Akses Crane	Kegiatan A	Start	F - S
2	Mobilisasi Material Baja dari Stockyard	Kegiatan B	Kegiatan A	F - S
3	Pengikatan Material Baja dengan Sling	Kegiatan C	Kegiatan B	F - S
4	Mannufer Crane	Kegiatan D	Kegiatan C	F - S
5	Crane Berjalan ke Lokasi	Kegiatan E	Kegiatan D	F - S
6	Mobilisasi Crane dengan Ponton	Kegiatan F	Kegiatan E	F - S
7	Setting Material Baja pada Segmen yang ditentukan	Kegiatan G	Kegiatan F	F - S
8	Pasang dan Pengencangan Baut 70 % dari Torsi Rencana	Kegiatan H	Kegiatan G	F - S
9	Pasang Braching/ Cable Front Stay	Kegiatan I	Kegiatan H	F - S
10	Pelepasan Sling	Kegiatan J	Kegiatan I	F - S

11	Mobilisasi Crane dengan Ponton	Kegiatan K	Kegiatan J	F - S
12	Crane kembali ke Stockyard	Kegiatan L	Kegiatan K	F - S
13	Selesai			

Sumber : *Hasil Olahan*

Setelah itu langkah selanjutnya adalah pembuatan Network Planning, yang akan digambarkan pada gambar 4.4 sebagai berikut ini.



Sumber : *Hasil Olahan*

Gambar 4.5. Network planning metode *crawler crane 100 ton dan Ponton Modular*

4.3 Metode Erection Baja Struktur Jembatan dengan Crawler Crane 250 ton

Pada pelaksanaan Jembatan Bojonegoro – Trucuk metode yang digunakan adalah menggunakan *Mast Crane* dan di ganti dengan *Crawler Crane 100 ton* hingga pekerjaan selesai. Sedangkan pada metode ini digunakan *Crawler Crane 250 ton* merk Kobelco. Setting dan instal dimulai pada stockyard sisi Bojonegoro yang berada pada sisi hilir jembatan. Dan pada stockyard sisi Trucuk berada pada hulu jembatan, Erection Plan dapat dilihat sebagaimana pada Gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4.6. Erection Plan menggunakan *Crawler Crane 250 ton*

Beberapa alat yang digunakan untuk Pekerjaan Erection dan pelaksanaan metodenya sesuai dengan Standart Operasional Prosedur (SOP) dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Kebutuhan alat dan Tenaga Kerja dalam Metode Crawler Crane 250 ton
Kebutuhan alat berat dalam metode ini yaitu pada Tabel 4.4. dibawah ini.

Tabel 4.4. Kebutuhan alat dan Tenaga Kerja Erection Metode *Crawler Crane 250 ton*

Alat dan Tenaga Kerja	Jumlah	Posisi
Crawler Crane 250 ton	2 unit	Bojonegoro dan Trucuk
Winch Kapasitas 8 ton	2 Unit	Bojonegoro dan Trucuk
Mandor	1 Orang	
Tukang	4 Orang	
Pekerja	26 Orang	

Sumber : *Hasil Olahan*

Spesifikasi alat berat sebagaimana pada Tabel 4.5. berikut ini.

Tabel 4.5. Spesifikasi *Crawler Crane 250 ton*

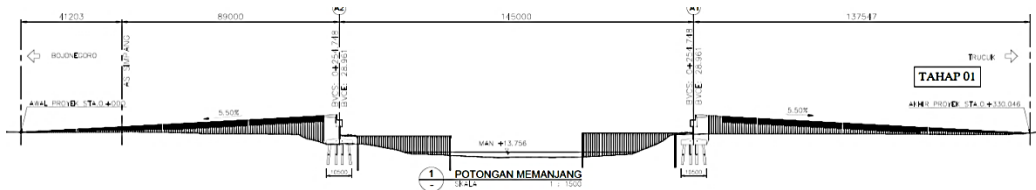
Spesifikasi Crawler Crane	
Merk/ Type	Kobelco
Model	CKE 2500
Kapasitas Angkat Maks.	250 t/4.6 m
Kemampuan Jangkauan (Maks. Length)	91.4 m
Kecepatan Swing Maks.	2.2 min ⁻¹ (rpm)
Kecepatan Angkat (V)	1.1/0.7 Km/h 26,19 m/menit

Sumber : *Hasil Olahan*

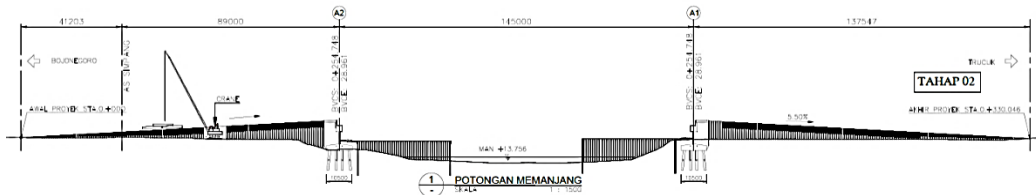
2. Pelaksanaan Metode Erection Crawler Crane 250 ton

Berikut ini adalah penjelasan mengenai metode erection material baja menggunakan Crawler Crane 250 ton.

1. Penyiapan Lahan/ Akses Crane



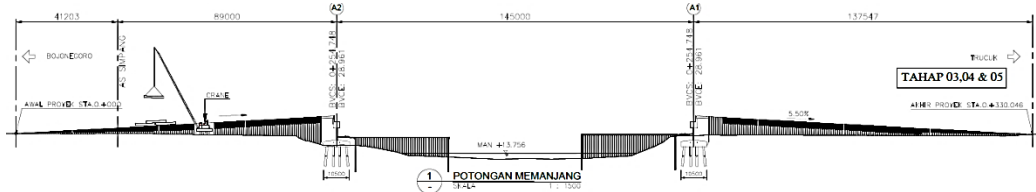
2. Mobilisasi Material Baja dari Stockyard



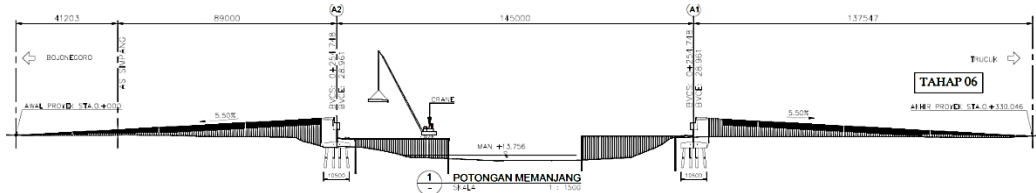
3. Pengikatan Material Baja dengan Sling

4. Manuver Crane

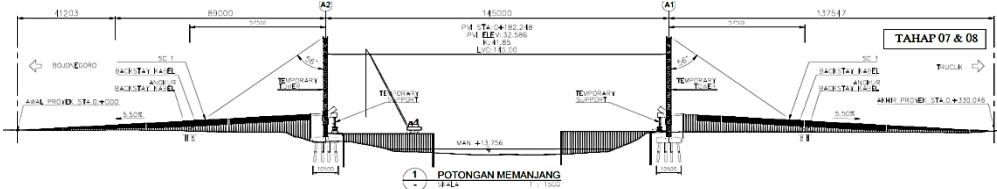
5. Crane Berjalan ke Lokasi



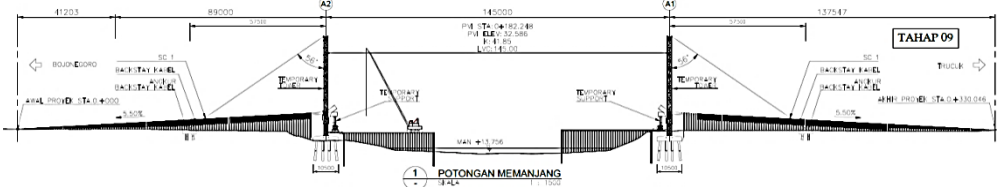
6. Setting Material Baja pada Segmen yang ditentukan



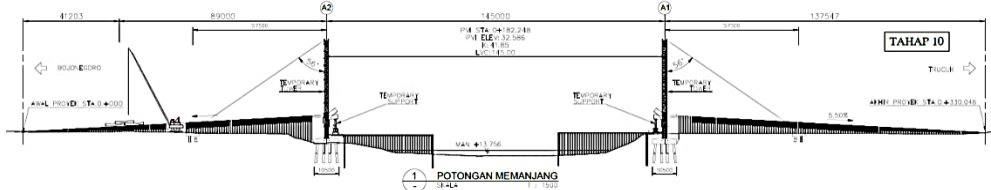
7. Pasang dan Pengencangan Baut 70 % dari Torsi Rencana
8. Pasang Bracing/ Cable Front Stay



9. Pelepasan Sling



10. Crane kembali ke Stockyard



11. Selesai

Sumber : Hasil Olahan

Gambar 4.7. Tahapan Pelaksanaan Erection Persegmen menggunakan Metode *Crawler Crane 250 ton*

4.3.1. Analisa Produktivitas dan Durasi Pekerjaan Erection dengan *Crawler Crane 250 ton*

Pada tahap ini analisis produktivitas dan durasi dilakukan berdasarkan pengamatan di lapangan. Setting dan instal crawler crane dimulai pada Stockyard sisi bojonegoro. Lokasi Stockyard diasumsi berjarak 70 m dari posisi Erection. Dengan diasumsikan akses crane mampu menopang berat crane dan ketinggian mampu mencukupi area manuver crane.

1. Erection Matrial Baja Struktur berdasarkan kategori kesulitan
 - a. Cycle time Erection Baja Sturktur

Dalam perhitungan ini diasumsikan ada 3 kategori kesulitan erection. Kategori I Mudah, Kategori II Sedang, Kategori III Sulit. Dengan pengkategorian tersebut maka dihitung cycle time erection sebagaimana pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Cycle Time Erection

Kegiatan	Durasi (Menit)		
	Kategori I	Kategori II	Kategori III
Penyiapan Lahan/ Akses Crane	30,00	60,00	120,00
Mobilisasi Material Baja dari Stockyard	2,67	2,94	3,21
Pengikatan Material Baja dengan Sling	4,20	4,20	4,20
Mannufer Crane	2,20	2,42	2,75
Crane Berjalan ke Lokasi	2,67	2,94	3,21
Setting Material Baja pada Segmen yang ditentukan	2,21	2,60	2,75
Pasang dan Pengencangan Baut 70 % dari Torsi Rencana	138,00	158,70	186,30
Pasang Braching/ Cable Front Stay	9,00	22,50	40,50
Pelepasan Sling	2,50	2,50	2,50
Crane kembali ke Stockyard	2,67	2,94	3,21
TOTAL (Menit)	196,13	261,74	368,62
TOTAL (Jam)	3,27	4,36	6,14

Sumber : Hasil Olahan

b. Produktivitas Erection Material Baja

$$\text{Jumlah siklus dalam 1 jam (N)} = \frac{60}{\text{Waktu Total (tT)}}$$

- Jumlah Siklus (Kategori I) = $\frac{60}{196,13} = 0,31$

- Jumlah Siklus (Kategori II) = $\frac{60}{261,74} = 0,23$

- Jumlah Siklus (Kategori III) = $\frac{60}{368,62} = 0,16$

Faktor waktu kerja efektif diasumsikan dalam kondisi baik dengan waktu kerja efektif 50 menit per jam dimana nilai efisiensi kerja tersebut adalah 0,83 sedangkan untuk nilai dari faktor keterampilan operator dan crew rata – rata baik dengan efisiensi kerja adalah 0,75 maka dapat ditentukan produksi per jam dari crawler crane adalah sebagai berikut ini.

- Q (Kategori I) = $q \times N \times Ek$
 = $1 \times 0,31 \times (0,75 \times 0,83)$
 = 0,19 buah/jam

- Q (Kategori II) = $q \times N \times Ek$
 = $1 \times 0,23 \times (0,75 \times 0,83)$
 = 0,14 buah/jam

- Q (Kategori III) = $q \times N \times Ek$
 = $1 \times 0,16 \times (0,75 \times 0,83)$
 = 0,10 buah/jam

Dengan acuan yang didapat pada Tabel 4.1, didapatkan Jumlah segmen/ tahap pada masing - masing kategori Erection, Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi erection sebagai berikut :

$$\text{Jumlah siklus dalam 1 jam (N)} = \frac{\text{Jumlah Segmen(tahap)}}{(Q \times 7) \text{ Hari}}$$

- N (Kategori I)
$$= \frac{41}{(0,19 \times 7) \text{ Hari}}$$

= 30,76 Hari
= 31 Hari
- N (Kategori II)
$$= \frac{42}{(0,14 \times 7) \text{ Hari}}$$

= 44,05 Hari
= 45 Hari
- N (Kategori III)
$$= \frac{31}{(0,10 \times 7) \text{ Hari}}$$

= 43,71 Hari
= 44 Hari

Berdasarkan Rekapitulasi Total Waktu yang diperlukan untuk Erection Material Baja Struktur Menggunakan metode Crawler Crane 250 ton yaitu pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7. Rekapitulasi total Waktu yang diperlukan untuk Erection dengan *Crawler Crane 250 ton*

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Penyiapan Lahan	14
2	Mobilisasi Material Baja Struktur	14
3	Pasang Pylon dan Backstay	14
4	Erection Material Baja Struktur Kategori III	44,00
5	Erection Material Baja Struktur Kategori II	45,00
6	Erection Material Baja Struktur Kategori I	31,00
7	Pemasangan Bondex	12
8	Bongkar Pylon, Front Stay dan BackStay	7
Total Waktu Pekerjaan		181

Sumber : Hasil Olahan

Sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk erection Material Baja Struktur Jembatan Bojonegoro – Trucuk

menggunakan Crawler Crane 250 ton adalah 181 hari. Proses ini hanya untuk pekerjaan erection dan tidak termasuk pekerjaan Grouting, Jacking, dan Pekerjaan Lantai Kendaraan.

4.4 Metode Erection Baja Struktur Jembatan dengan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Pada metode ini digunakan Crawler Crane 100 ton merk Kobelco dan Ponton Modular. Setting dan instal dimulai pada stockyard sisi Bojonegoro yang berada pada sisi hilir jembatan. Dan pada stockyard sisi Trucuk berada pada hulu jembatan, Erection Plan dapat dilihat sebagaimana pada Gambar 4.8. berikut ini :



Gambar 4.8. Erection Plan menggunakan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

Beberapa alat yang digunakan untuk Pekerjaan Erection dan pelaksanaan metodenya sesuai dengan Standart Operasional Prosedur (SOP) dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Kebutuhan alat dan Tenaga Kerja dalam Metode Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Kebutuhan alat berat dalam metode ini yaitu pada Tabel 4.8. dibawah ini.

Tabel 4.8. Kebutuhan alat dan Tenaga Kerja Erection Metode *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

Nama Alat	Jumlah	Posisi
Crawler Crane 100 ton	1 unit	Ponton
Crawler Crane 50 ton (Crane Servis)	2 unit	Bojonegoro dan Trucuk
Ponton Modular	1 Unit	
Winch Kapasitas 8 ton	4 Unit	Bojonegoro dan Trucuk dan 2 unit pada Ponton
Mandor	1 Orang	
Tukang	4 Orang	
Pekerja	26 Orang	

Sumber : *Hasil Olahan*

Spesifikasi alat berat sebagaimana pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9. Spesifikasi *Crawler Crane 100 ton dan 55 ton*

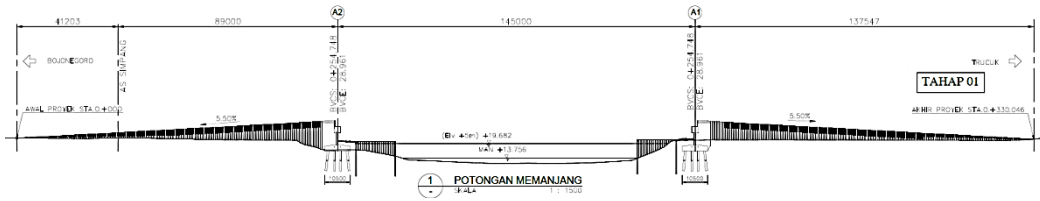
Spesifikasi Crawler Crane		
	Crane A	Crane B
Merk/ Type	Kobelco	Kobelco
Model	BMS 1000	7055-3F
Kapasitas Angkat Maks.	100 t/3.8 m	55 t/3.7 m
Kemampuan Jangkauan (Maks. Length)	62.6 m	51,8 m
Kecepatan Swing Maks.	3.2 min ⁻¹ (rpm)	4.0 min ⁻¹ (rpm)
Kecepatan Angkat (V)	1.4/1.0 Km/h 21,21 m/menit	2.2/1.5 Km/h 24,44 m/menit

Sumber : *Hasil Olahan*

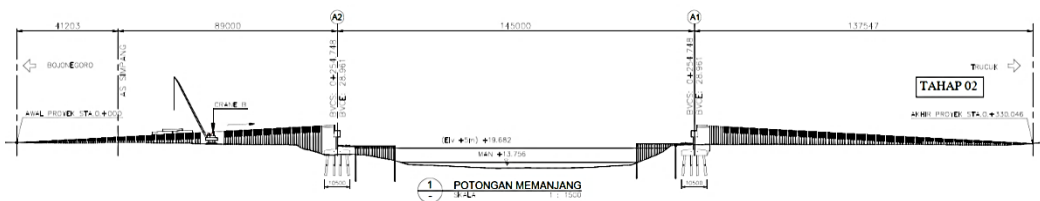
2. Pelaksanaan Metode Erection Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Berikut ini adalah penjelasan mengenai metode erection material baja menggunakan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular.

1. Penyiapan Lahan/ Akses Crane



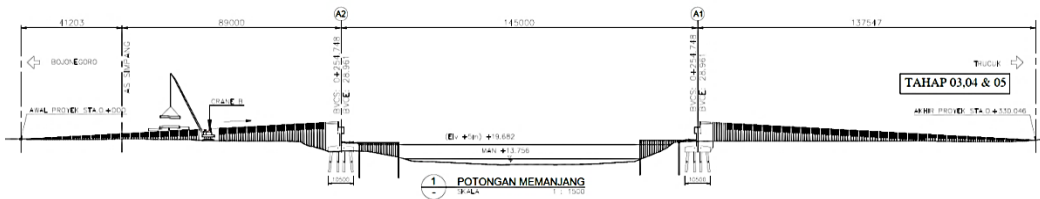
2. Mobilisasi Material Baja dari Stockyard (Crane B)



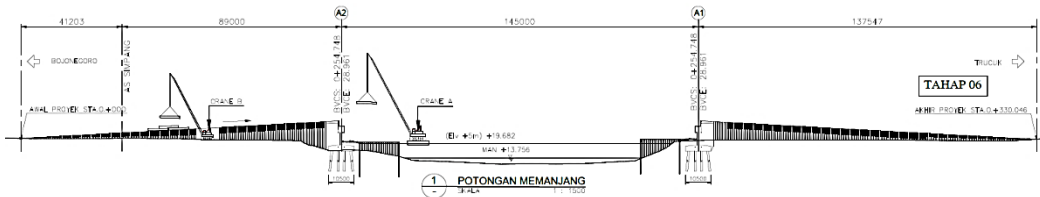
3. Pengikatan Material Baja dengan Sling (Crane B)

4. Mannufer Crane (Crane B)

5. Crane Berjalan ke Lokasi (Crane B)

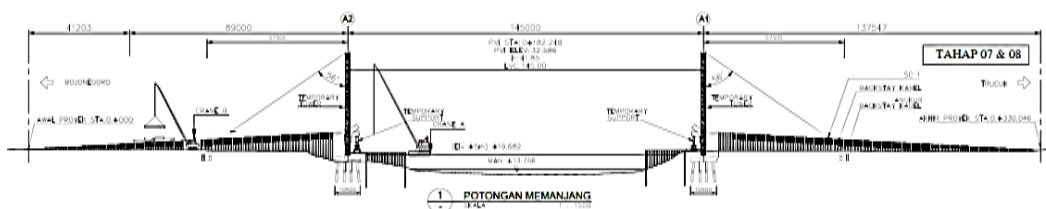


6. Mobilisasi Crane dengan Ponton (Crane A)

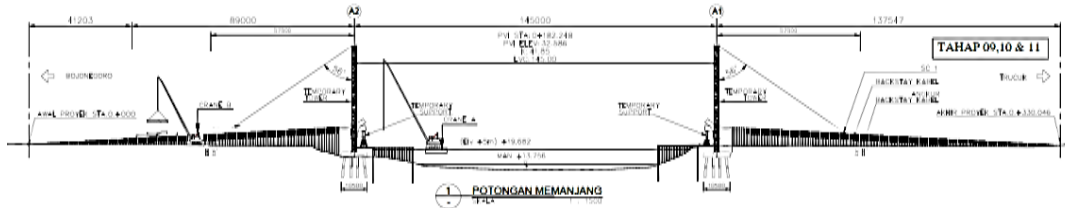


7. Setting Material Baja pada Segmen yang ditentukan (Crane A)

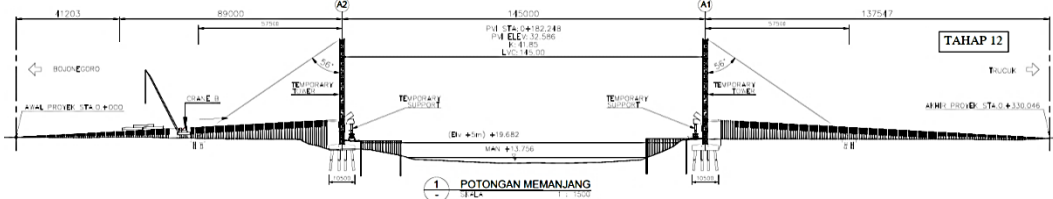
8. Pasang dan Pengencangan Baut 70 % dari Torsi Rencana



9. Pasang Bracing/ Cable Front Stay
10. Pelepasan Sling (Crane A)
11. Mobilisasi Crane dengan Ponton (Crane A)



12. Crane kembali ke Stockvard (Crane A dan B)



13. Selesai

Sumber : Hasil Olahan

Gambar 4.9. Tahapan Pelaksanaan Erection Persegmen menggunakan Metode *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

4.4.1. Analisa Produktivitas dan Durasi Pekerjaan Erection dengan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Pada tahap ini analisis produktivitas dan durasi dilakukan berdasarkan pengamatan di lapangan. Setting dan instal crawler crane dimulai pada Stockyard sisi bojonegoro dengan Crane B. Lokasi Stockyard diasumsi berjarak 70 m dari posisi Erection dan dilanjutkan dengan Crane A yang stand by diatas ponton untuk melakukan Erection. Dengan diasumsikan Ponton modular crane mampu menopang berat crane dan ketinggian mampu mencukupi area manuver crane serta debit air stabil.

1. Erection Matrial Baja Struktur berdasarkan kategori kesulitan

a. Cycle time Erection Baja Sturktur

Dalam perhitungan ini diasumsikan ada 3 kategori kesulitan erection. Kategori I Mudah, Kategori II Sedang, Kategori III Sulit. Dengan pengkategorian tersebut maka dihitung cycle time erection sebagaimana pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Cycle Time Erection

Kegiatan	Durasi (Menit)		
	Kategori I	Kategori II	Kategori III
Penyiapan Lahan/ Akses Crane	30,00	60,00	120,00
Mobilisasi Material Baja dari Stockyard	2,86	3,15	3,44
Pengikatan Material Baja dengan Sling	4,20	4,20	4,20
Mannufer Crane	3,60	4,40	5,00
Crane Berjalan ke Lokasi	2,86	3,15	3,44
Mobilisasi Crane dengan Ponton	12,50	18,75	37,50
Setting Material Baja pada Segmen yang ditentukan	4,79	5,61	5,94
Pasang dan Pengencangan Baut 70 % dari Torsi Rencana	138,00	158,70	186,30
Pasang Braching/ Cable Front Stay	9,00	22,50	40,50
Pelepasan Sling	2,50	2,50	2,50
Mobilisasi Crane dengan Ponton	12,50	18,75	37,50
Crane kembali ke Stockyard	2,86	3,15	3,44
TOTAL (Menit)	225,68	304,86	449,75
TOTAL (Jam)	3,76	5,08	7,50

Sumber : Hasil Olahan

b. Produktivitas Erection Material Baja

$$\text{Jumlah siklus dalam 1 jam (N)} = \frac{60}{\text{Waktu Total (tT)}}$$

- Jumlah Siklus (Kategori I) = $\frac{60}{225,68} = 0,27$

- Jumlah Siklus (Kategori II) = $\frac{60}{304,86} = 0,20$

- Jumlah Siklus (Kategori III) = $\frac{60}{449,75} = 0,13$

Faktor waktu kerja efektif diasumsikan dalam kondisi baik dengan waktu kerja efektif 50 menit per jam dimana nilai efisiensi kerja tersebut adalah 0,83 sedangkan untuk nilai dari faktor keterampilan operator dan crew rata – rata baik dengan efisiensi kerja adalah 0,75 maka dapat ditentukan produksi per jam dari crawler crane adalah sebagai berikut ini.

- Q (Kategori I) = $q \times N \times Ek$
 $= 1 \times 0,27 \times (0,75 \times 0,83)$
 $= 0,17 \text{ buah/jam}$

- Q (Kategori II) = $q \times N \times Ek$
 $= 1 \times 0,20 \times (0,75 \times 0,83)$
 $= 0,12 \text{ buah/jam}$

- Q (Kategori III) = $q \times N \times Ek$
 $= 1 \times 0,13 \times (0,75 \times 0,83)$
 $= 0,08 \text{ buah/jam}$

Dengan acuan yang didapat pada Tabel 4.1, didapatkan Jumlah segmen/ tahap pada masing - masing kategori Erection, Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi erection sebagai berikut :

$$\text{Jumlah siklus dalam 1 jam (N)} = \frac{\text{Jumlah Segmen(tahap)}}{(Q \times 7) \text{ Hari}}$$

- N (Kategori I) $= \frac{41}{(0,17 \times 7) \text{ Hari}}$
 $= 35,39 \text{ Hari}$
 $= 36 \text{ Hari}$
- N (Kategori II) $= \frac{42}{(0,12 \times 7) \text{ Hari}}$
 $= 51,31 \text{ Hari}$
 $= 52 \text{ Hari}$
- N (Kategori III) $= \frac{31}{(0,08 \times 7) \text{ Hari}}$
 $= 53,33 \text{ Hari}$
 $= 54 \text{ Hari}$

Berdasarkan Rekapitulasi Total Waktu yang diperlukan untuk Erection Material Baja Struktur Menggunakan metode Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular yaitu pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11. Rekapitulasi total Waktu yang diperlukan untuk Erection dengan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Penyiapan Lahan	14
2	Mobilisasi Material Baja Struktur	14
3	Pasang Pylon dan Backstay	14
4	Erection Material Baja Struktur Kategori III	54,00
5	Erection Material Baja Struktur Kategori II	52,00
6	Erection Material Baja Struktur Kategori I	36,00
7	Pemasangan Bondex	12
8	Bongkar Pylon, Front Stay dan BackStay	7
Total Waktu Pekerjaan		203

Sumber : *Hasil Olahan*

Sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk erection Material Baja Struktur Jembatan Bojonegoro – Trucuk

menggunakan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular adalah 203 hari. Proses ini hanya untuk pekerjaan erection dan tidak termasuk pekerjaan Grouting, Jacking, dan Pekerjaan Lantai Kendaraan.

4.5 Estimasi Anggaran Metode Pelaksanaan Erection

Dengan telah ditentukan alat, bahan, Tenaga Kerja dan durasi waktu yang telah dianalisis sebelumnya maka estimasi anggaran metode pelaksanaan erection dapat dilakukan. Dengan beberapa data sekunder yang telah didapatkan maka Estimasi Anggaran Metode pelaksanaan Erection sebagai berikut ini :

4.5.1. Estimasi Anggaran Metode Crawler Crane 250 ton

Berikut ini adalah penyusunan estimasi anggaran pelaksanaan erection yang di bagi dalam 3 (tiga) Divisi. Penelitian ini diasumsikan material sudah berada dalam lokasi (stockyard). Karena dalam pekerjaan ini adalah bagian atau substansi dari berbagai macam pekerjaan yang dikerjakan maka, estimasi ini hanya mencakup lingkup pekerjaan erection dengan pertimbangan alat, Bahan, Tenaga dan durasi waktu.

Tabel 4.12. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Divisi I – Umum, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 250 ton*

No. Mata Pembayaran a	Uraian Pekerjaan b	Sat. c	Perkiraan Kuantitas d	Harga Satuan (Rupiah) e	Jumlah Harga (Rupiah) f = d x e
	DIVISI 1. UMUM				
1.2	Mobilisasi	Ls	1	Rp 78.000.000	Rp 78.000.000
1.19	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	Ls	1	Rp 23.400.000	Rp 23.400.000
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI I (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					Rp 101.400.000

Sumber : *Hasil Olahan*

Penjelasan singkat analisa harga satuan pada Tabel 4.12 mengenai Divisi I – Umum sebagai berikut :

- 1.2 Mobilisasi : Biaya mobilisasi 2 unit Crawler Crane 250 ton dan Tower Erection (pylon)
- 1.19 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) : Penyiapan RK3K, Sosialisasi dan promosi K3, Alat Pelindung Kerja, Alat Pelindung Diri, Asuransi dan perijinan, Personil K3, Fasilitas Sarana Kesehatan, Rambu-rambu, Lain-lain terkait pengendalian risiko K3.

Tabel 4.13. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Divisi III – Pekerjaan Tanah, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 250 ton*

No. Mata Pembayaran a	Uraian Pekerjaan b	Sat. c	Perkiraan Kuantitas d	Harga Satuan (Rupiah) e	Jumlah Harga (Rupiah) f = d x e
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH				
3.2.(2b)	Urugan Tanah Pudel sisi Trucuk (akses crane)	m3	3682	Rp 184.160	Rp 678.077.120
3.2.(2b)	Urugan Tanah Pudel sisi bojonegoro (akses crane)	m3	3248	Rp 184.160	Rp 598.151.680
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI III (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					Rp 1.276.228.800

Sumber : *Hasil Olahan*

Penjelasan singkat analisa harga satuan pada Tabel 4.13 mengenai Divisi 3 – Pekerjaan Tanah :

- 3.2.(2b) Urugan Tanah Pudel sisi Trucuk (akses crane) : Merupakan prakiraan volume dan biaya untuk timbunan akses crane dalam melakukan erection jembatan pada sisi Trucuk.
- 3.2.(2b) Urugan Tanah Pudel sisi Bojonegoro (akses crane) : Merupakan prakiraan volume dan biaya untuk timbunan akses crane dalam melakukan erection jembatan pada sisi Bojonegoro. Volume berbeda karena menyesuaikan kondisi bantaran bengawan antara sisi Bojonegoro dan sisi Trucuk.

Tabel 4.14. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Divisi VII – Struktur,
Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane*
250 ton

No. Mata Pembayaran a	Uraian Pekerjaan b	Sat. c	Perkiraan Kuantitas d	Harga Satuan (Rupiah) e	Jumlah Harga (Rupiah) f = d x e
	DIVISI 7. STRUKTUR				
7.4 (2)c	Pemasangan Baja Struktur BJ 49 (Titik Leleh 490 MPa) (bentang utama pelengkung)				
	Alat				
	- Sewa Crawler Crane 250 ton (sisi Bojonegoro)	Hari	181	Rp 12.400.000	Rp 2.244.400.000
	- Sewa Crawler Crane 250 ton (sisi Trucuk)	Hari	181	Rp 12.400.000	Rp 2.244.400.000
	- Sewa Tower Erection (Pylon)	Hari	181	Rp 2.500.000	Rp 452.500.000
	- Sewa Alat - Alat Pendukung (Winch dan Kabel Strand)	Hari	181	Rp 1.000.000	Rp 181.000.000
	Tenaga Kerja Erection	Hari	181	Rp 2.670.000	Rp 483.270.000
	Perkuatan Akses Crane (Temporary)				
	Sewa Sheet Pile Baja Type SP II	Btg	500	Rp 2.204.000	Rp 1.102.000.000
7.6 (16).b	Pemancangan Sheet Pile	m	3000	Rp 200.000	Rp 600.000.000
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI VII (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					Rp 7.307.570.000

Sumber : Hasil Olahan

Penjelasan singkat analisa harga satuan pada Tabel 4.14 mengenai Divisi 7 – Struktur :

7.4(2)c Pemasangan Baja Struktur BJ 49 (Titik Leleh 490 Mpa) Bentang utama pelengkung) : Perhitungan pada point tersebut hasil *breakdown* durasi waktu yang didapat dan kebutuhan sewa alat, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan diasumsi Mandor 1 orang, Tukang 4 orang, Pekerja 26 orang. Dan harga Satuan tersebut didapatkan dari data sekunder.

7.6(16).b Perkuatan Akses Crane (*Temporary*) : Merupakan prakiraan volume dan biaya untuk membuat pengaman akses crane yang terdiri sewa sheet pile baja Type SP II dan pemancangannya.

Setelah dilakukan estimasi volume dan analisa harga satuan seperti pada tabel – tabel diatas, maka dapat ditarik Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan sebagaimana berikut ini :

Tabel 4.15. Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 250 ton*

No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rupiah)
1	DIVISI 1. UMUM	Rp 101.400.000
2	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	Rp 1.276.228.800
3	DIVISI 7. STRUKTUR	Rp 7.307.570.000
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan	Rp 8.685.198.800
(B)	PPN = 10% x (A)	Rp 868.519.880
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	Rp 9.553.718.680
(D)	DIBULATKAN	Rp 9.554.000.000
Terbilang :		<i>Sembilan Milyar Lima Ratus Lima Puluh Empat Juta Rupiah</i>

Sumber : *Hasil Olahan*

Dari Tabel 4.15 diatas didapatkan hasil Estimasi Anggaran Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan Crawler Crane 250 ton Sebesar Rp. 9.554.000.000,00 (termasuk PPN 10% dan Pembulatan) terbilang Sembilan Milyar Lima Ratus Puluh Empat Juta Rupiah.

4.5.2. Estimasi Anggaran Metode Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Berikut ini adalah penyusunan estimasi anggaran pelaksanaan erection yang di bagi dalam 3 (tiga) Divisi. Penelitian ini diasumsikan material sudah berada dalam lokasi (stockyard). Karena dalam pekerjaan ini adalah bagian atau substansi dari berbagai macam pekerjaan yang dikerjakan maka, estimasi ini hanya mencakup lingkup pekerjaan erection dengan pertimbangan alat, Bahan, Tenaga dan durasi waktu.

Tabel 4.16. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Divisi I – Umum, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No. Mata Pembayaran a	Uraian Pekerjaan b	Sat. c	Perkiraan Kuantitas d	Harga Satuan (Rupiah) e	Jumlah Harga (Rupiah) f = d x e
	DIVISI 1. UMUM				
1.2	Mobilisasi	Ls	1	Rp 68.000.000	Rp 68.000.000
1.19	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	Ls	1	Rp 23.400.000	Rp 23.400.000
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI I (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					Rp 91.400.000

Sumber : *Hasil Olahan*

Penjelasan singkat analisa harga satuan pada Tabel 4.16 mengenai Divisi I – Umum sebagai berikut :

- 1.2 Mobilisasi : biaya mobilisasi 1 unit Crawler Crane 100 ton, 2 unit Crawler Crane 55 ton dan Tower Erection (pylon).
- 1.19 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) : Penyiapan RK3K, Sosialisasi dan promosi K3, Alat Pelindung Kerja, Alat Pelindung Diri, Asuransi dan perijinan, Personil K3, Fasilitas Sarana Kesehatan, Rambu-rambu, Lain-lain terkait pengendalian risiko K3.

Tabel 4.17. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Divisi III – Pekerjaan Tanah, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No. Mata Pembayaran a	Uraian Pekerjaan b	Sat. c	Perkiraan Kuantitas d	Harga Satuan (Rupiah) e	Jumlah Harga (Rupiah) f = d x e
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH				
3.2.(2b)	Urugan Tanah Pudel sisi Trucuk (akses crane)	m ³	966	Rp 184.160	Rp 177.898.560
3.2.(2b)	Urugan Tanah Pudel sisi bojonegoro (akses crane)	m ³	980	Rp 184.160	Rp 180.476.800
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI III (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					Rp 358.375.360

Sumber : *Hasil Olahan*

Penjelasan singkat analisa harga satuan pada Tabel 4.17 mengenai Divisi 3 – Pekerjaan Tanah :

3.2.(2b) Urugan Tanah Pudel sisi Trucuk (akses crane) : Merupakan prakiraan volume dan biaya untuk timbunan akses crane dalam melakukan erection jembatan dan mempermudah mobilisasi crane ke ponton modular pada sisi Trucuk.

3.2.(2b) Urugan Tanah Pudel sisi Bojonegoro (akses crane) : Merupakan prakiraan volume dan biaya untuk timbunan akses crane dalam melakukan erection jembatan dan mempermudah mobilisasi crane ke ponton modular pada sisi Bojonegoro. Volume berbeda karena menyesuaikan kondisi bantaran bengawan antara sisi Bojonegoro dan sisi Trucuk.

Tabel 4.18. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Divisi VII – Struktur, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No. Mata Pembayaran a	Uraian Pekerjaan b	Sat. c	Perkiraan Kuantitas d	Harga Satuan (Rupiah) e	Jumlah Harga (Rupiah) f = d x e
	DIVISI 7. STRUKTUR				
7.4 (2)c	Pemasangan Baja Struktur BJ 49 (Titik Leleh 490 MPa) (bentang utama pelengkung)				
	Alat				
	- Sewa Crawler Crane 100 ton	Hari	203	Rp 7.920.000	Rp 1.607.760.000
	- Sewa Crawler Crane 55 ton crane service (Sisi Bojonegoro)	Hari	203	Rp 5.430.000	Rp 1.102.290.000
	- Sewa Crawler Crane 55 ton crane service (Sisi Trucuk)	Hari	203	Rp 5.430.000	Rp 1.102.290.000
	- Sewa Ponton Modular	Hari	203	Rp 2.320.000	Rp 470.960.000
	- Sewa Tower Erection (Pylon)	Hari	203	Rp 2.500.000	Rp 507.500.000
	- Sewa Alat - Alat Pendukung (Winch dan Kabel Strand)	Hari	203	Rp 4.000.000	Rp 812.000.000
	Tenaga Kerja Erection	Hari	203	Rp 2.670.000	Rp 542.010.000
	Perkuatan Akses Crane (Temporary)				
	Sewa Sheet Pile Baja Type SP II	Btg	260	Rp 2.204.000	Rp 573.040.000
7.6 (16).b	Pemancangan Sheet Pile	mI	1560	Rp 200.000	Rp 312.000.000
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI VII (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					Rp 7.029.850.000

Sumber : Hasil Analisa

Penjelasan singkat analisa harga satuan pada Tabel 4.18. mengenai Divisi 7 – Struktur:

- 7.4(2)c Pemasangan Baja Struktur BJ 49 (Titik Leleh 490 Mpa) Bentang utama pelengkung) : Perhitungan pada point tersebut hasil *breakdown* diantaranya kebutuhan sewa alat, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan diasumsi Mandor 1 orang, Tukang 4 orang, Pekerja 26 orang. Dan harga Satuan tersebut didapatkan dari data sekunder.
- 7.6(16).b Perkuatan Akses Crane (*Temporary*) : Merupakan prakiraan volume dan biaya untuk membuat pengaman akses crane dan sandaran untuk mobilisasi ponton yang terdiri sewa sheet pile baja Type SP II dan pemancangannya.

Setelah dilakukan estimasi volume dan analisa harga satuan seperti pada tabel – tabel diatas, maka dapat ditarik Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan sebagaimana berikut ini :

Tabel 4.19. Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan, Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rupiah)
1	DIVISI 1. UMUM	Rp 91.400.000
2	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	Rp 358.375.360
3	DIVISI 7. STRUKTUR	Rp 7.029.850.000
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan	Rp 7.479.625.360
(B)	PPN = 10% x (A)	Rp 747.962.536
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	Rp 8.227.587.896
(D)	DIBULATKAN	Rp 8.228.000.000
Terbilang :		<i>Delapan Milyar Dua Ratus Dua Puluh Delapan Juta Rupiah</i>

Sumber : Hasil Analisa

Dari Tabel 4.19. diatas didapatkan hasil Estimasi Anggaran Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk dengan Crawler Crane

100 ton dan Ponton Modular Sebesar Rp. 8.228.000.000,00 (termasuk PPN 10% dan Pembulatan) terbilang Delapan Milyar Dua Ratus Dua Puluh Delapan Juta Rupiah.

4.6 Perbandingan Waktu dan Biaya

Dari Tabel 4.20. dan Tabel 4.21. merupakan hasil perbandingan Waktu dan Biaya kontruksi Jembatan dengan menggunakan Metode Crawler Crane 250 ton dengan Crawler Crane 100 ton dan Ponto modular :

Tabel 4.20. Rasio Perbandingan Waktu Pelaksanaan Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk antara *Crawler Crane 250 ton dengan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*

No.	Uraian Pekerjaan	Metode A	Metode B
1	Penyiapan Lahan	14	14
2	Mobilisasi Material Baja Struktur	14	14
3	Pasang Pylon dan Backstay	14	14
4	Erection Material Baja Struktur Kategori III	44,00	54,00
5	Erection Material Baja Struktur Kategori II	45,00	52,00
6	Erection Material Baja Struktur Kategori I	31,00	36,00
7	Pemasangan Bondex	12	12
8	Bongkar Pylon, Front Stay dan BackStay	7	7
Total Waktu Pekerjaan		181	203
Selisih Waktu Pekerjaan		22	
Efisiensi Waktu		10,84%	

Catatan :

Metode A : Crawler Crane 250 ton

Metode B : Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Sumber : Hasil Analisa

Dari Analisis perbandingan waktu pelaksanaan Pekerjaan Erection pada Tabel 4.19 diatas, *Metode Crawler Crane 250 ton* lebih cepat 22 Hari dengan *Prosentase 10,84%* dibandingkan dengan *Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular*.

Tabel 4.21. Perbandingan Biaya Metode Erection Jembatan Bojonegoro – Trucuk antara Crawler Crane 250 ton dengan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

No.	Uraian Pekerjaan	Metode A	Metode B
1	Estimasi Metode Pelaksanaan	Rp 9.554.000.000,00	Rp 8.228.000.000,00
2	Beban Denda Pelaksanaan		Rp 414.743.897,89
	Total Pekerjaan	Rp 9.554.000.000,00	Rp 8.642.743.897,89
Selisih Biaya		Rp911.256.102,11	
Efisiensi Biaya		9,54%	

Catatan :

Metode A : Crawler Crane 250 ton

Metode B : Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel 4.20 di atas menjelaskan bahwa Metode B ditambahkan beban denda pelaksanaan karena metode B lebih lambat 22 hari dibandingkan metode A, sehingga didapatkan hasil Metode Pelaksanaan Erection Menggunakan Crawler Crane 100 ton dan Ponton Modular lebih ekonomis yaitu Rp. 911.256.102,11 dengan Prosentase 9,54%. Hasil tersebut lebih ekonomis walaupun waktu pelaksanaan erection lebih lama 22 hari.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)