Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil **ISSN Print 2685-7553**
Vol. 9 No. 2 Agustus 2025 **ISSN Online 2581-1134**

Analisis Kinerja Biaya Dan Waktu Pelaksanaan *Erection Girder* Dengan Metode *Crane* dan *Launcher*

Dimas Fauzi Prasetyo[1], Hamonangan Girsang[2*]
[1,2]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana, Jalan Meruya Selatan No. 1 Jakarta
e-mail: 1d.fauziprasetyo@gmail.com, *2hamonangan.girsang@mercubuana.ac.id

Abstract

The development of toll road infrastructure in Indonesia faces challenges due to variations in natural contours. The Ciawi–Sukabumi Toll Road Section 3, 14.4 km long, passes through many hills and valleys, so that girder erection with a crane requires additional access and runways, so that alternative girder erection methods are sought with other methods that may be less efficient. This study analyzes the comparison of the crane and launcher methods in girder erection on this project. The method used is quantitative by analyzing the time required and the costs required by calculating unit price analysis. The variables studied include time, costs, and the advantages and disadvantages of each method. Data were obtained from a case study of the erection of the Cimunjul Main Bridge with 72 girders, as well as historical data analysis of similar projects.Results show the crane method is faster, taking 51 days compared to the launcher's 73 days. However, the launcher method is more cost-efficient at IDR 4,989,319,040 versus the crane's IDR 6,308,296,800. The crane method excels in speed but requires extensive working space and has higher accident risks. Conversely, the launcher method is more cost-efficient and safer on uneven terrain, albeit with a longer execution time. This study concludes that selecting an erection method should consider project conditions, safety, and overall efficiency.

Keywords: Bridge, *Crane, Erection, Launcher*

Abstrak

Pembangunan infrastruktur jalan tol di Indonesia menghadapi tantangan akibat variasi kontur alam. Jalan Tol Ciawi–Sukabumi Seksi 3, sepanjang 14,4 km, melewati banyak bukit dan lembah, sehingga erection girder dengan crane memerlukan tambahan akses dan landasan, sehingga dicari alternatif erection girder dengan metode yang lain yang mungkin lebih efisien. Penelitian ini menganalisis perbandingan metode crane dan launcher dalam erection girder pada proyek ini.dengan metode yang digunakan kuantitatif dengan melakukan analisis waktu yang diperlukan juga biaya yang dibutuhkan dengan menghitung analisa harga satuan. Variabel yang diteliti mencakup waktu, biaya, serta kelebihan dan kekurangan masing-masing metode. Data diperoleh dari studi kasus erection Jembatan Utama Cimunjul dengan 72 girder, serta analisis data historis proyek sejenis.Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode crane lebih cepat dengan durasi 51 hari dibandingkan metode launcher yang memerlukan 73 hari. Namun, dari sisi biaya, metode launcher lebih ekonomis dengan total Rp 4.989.319.040 dibandingkan crane yang mencapai Rp 6.308.296.800. Metode crane unggul dalam kecepatan tetapi membutuhkan area kerja luas dan memiliki risiko kecelakaan lebih tinggi. Sebaliknya, metode launcher lebih efisien dalam biaya dan lebih aman untuk kondisi kontur tidak rata, meskipun durasi pengerjaannya lebih lama. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan metode erection harus mempertimbangkan kondisi proyek, aspek keamanan, serta efisiensi waktu dan biaya.

Kata kunci: *Erection, Crane, Jembatan, Launcher*

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan jaman, tingkat kemajuan ekonomi suatu negara dapat diukur dari adanya kesiapan dan ketersediaan infrastruktur yang baik dan layak. Dalam hal ini, jalan tol juga merupakan salah satu bagian dari infrastruktur jalan nasional yang berfungsi sebagai jalur transportasi utama dan memerlukan transaksi pembayaran dalam penggunaannya. Hingga tahun 2024, tercatat memiliki jalan tol sepanjang 2.816 Km tersebar di berbagai pulau besar di Indonesia (Badan Pengatur Jalan Tol, 2024). Konektivitas jalan tol penting untuk meningkatkan mobilitas penduduk serta distribusi barang dan jasa (Wijaya & Yudhistira, 2020).

Pengadaan jalan tol tidak hanya ditujukan untuk memperbaiki infrastruktur transportasi. Penyelenggaraan jalan tol dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil – hasilnya, serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah (Ahmad, 2022). Dengan demikian, jalan tol tidak hanya memberikan manfaat dalam hal mobilitas, tetapi juga sebagai instrumen untuk mencapai tujuan pembangunan yang lebih luas. Sebagaimana Jalan Ciawi – Sukabumi Seksi 3 yang menghubungkan wilayah Parung Kuda hingga ke Sukabumi Barat sepanjang 14,4 Km dimulai dari STA 26+300 s.d. STA 40+700. Jalan tol tersebut merupakan tol yang dilewati banyak bukit dan lembah dalam pembangunannya, sehingga terdapat banyak jembatan tinggi dan salah satunya adalah Jembatan Utama Cimunjul. Jembatan yang memiliki panjang 225 meter ini terdiri dari enam bentang PCI *Girder* 40,8 meter dengan struktur pilar tertingginya pada 24 meter.

Dalam proyek ini, metode *erection girder* awalnya direncanakan menggunakan 2 unit crawler *crane* 150 ton. Namun, setelah evaluasi lapangan, metode ini dinilai berisiko tinggi karena medan berbukit dan pilar yang tinggi. Selain itu, penggunaan *crane* memerlukan perbaikan akses kerja dan perkuatan jembatan sementara akibat aliran air di bawahnya, menambah kompleksitas pekerjaan dan aspek keselamatan. Oleh karena itu, metode *launcher* dipilih sebagai alternatif yang lebih aman dan efisien. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk membandingkan waktu dan biaya pelaksanaan *erection girder* antara metode *crane* dan metode *launcher* serta mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode.

2. Metode Penelitian

Berdasarkan studi pustaka terhadap penelitian terdahulu terdapat metode kuantitatif dimana diperlukan data produktivitas dan referensi harga satuan pekerjaan dalam pelaksanaan *erection girder* dari metode *crane* maupun *launcher* yang kemudian dari data produktivitas didapatkan waktu pelaksanaan dari masing – masing metode. Setelah didapat komponen waktu tersebut dilakukan analisis dengan hasil volume pekerjaan dari tiap komponen sumber daya yang dibutuhkan sebagai pembentuk analisis biaya pekerjaan. Adapun analisis waktu yang akan diteliti digunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dengan mempertimbangkan durasi *pesimistic*, *most likely* dan *optimistic*. Setelah itu, hasil dari analisis waktu digunakan dalam perhitungan analisis biaya.

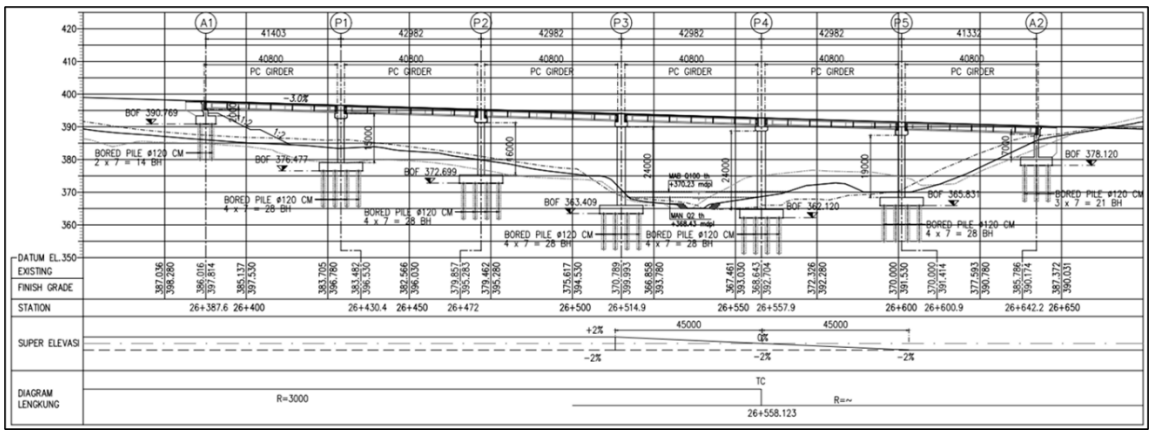
2.1 Lokasi Pekerjaan

Penelitian ini dilakukan pada Jembatan Utama Cimunjul yang berlokasi di STA 26+387 s.d. STA 26+642 Proyek Jalan Tol Ciawi – Sukabumi Seksi 3.



Gambar 1. Lokasi dan Dokumentasi Proyek

Jembatan ini terdiri dari 72 buah *girder* bentang 40,8 meter dengan struktur paling tinggi adalah 24 meter dimana terdapat aliran sungai yang melewati jembatan tersebut.



Gambar 2. Tampak Memanjang Jembatan

2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini didapat dari data historis proyek – proyek sebelumnya yang memiliki metode pekerjaan sejenis baik itu data durasi waktu dan harga satuan pekerjaan serta referensi tinjauan pustaka peneliti terdahulu.

2.3 Tahapan Penelitian

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan secara bertahap dimulai dari analisis perhitungan waktu. Selain itu, untuk mengetahui seberapa produktivitas dari seorang pekerja atau unit kerja perlu dilakukan perhitungan durasi waktu. Dimana semakin pendek durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan maka produktivitas semakin tinggi (Prakoso & Azhar, 2024). Metode analisis waktu yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *PERT* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = (O + (4 \times M) + P) \div 6 \quad (1)$$

Dimana:
E = Waktu estimasi
O = Waktu optimis
M = Waktu yang paling mungkin
P = Waktu pesimis

Setelah mendapatkan durasi *expected time*, jumlahkan durasi kegiatan dari setiap siklus hingga didapatkan total siklus durasi dimana total durasi tersebut merupakan durasi dari pelaksanaan *erection* tiap 1 *girder*. Kemudian untuk mendapatkan produktivitas per jam dari pelaksanaan *erection girder* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{1}{(Total\ durasi \div 60)} \quad (2)$$

Dari hasil produktivitas per jam, dengan jam kerja 8 jam per hari maka dapat dihitung produktivitas per hari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas per hari} = \text{Produktivitas per jam} \times 8 \text{ jam} \quad (3)$$

Sehingga untuk melaksanakan *erection girder* dalam 1 bentang (12 *girder*) yaitu:

$$\text{Durasi penyelesaian 1 bentang (12 } Girder\text{)} = 12 \text{ } girder \div \text{Produktivitas per hari} \quad (4)$$

Perhitungan tersebut dilakukan pada masing – masing analisis *erection girder* dengan metode *crane* dan metode *launcher* hingga didapatkan total keseluruhan waktu yang dibutuhkan.

Setelah didapatkan waktu pelaksanaan dari masing – masing pelaksanaan *erection girder*, dilakukan analisis biaya yang dimulai dari perhitungan volume pekerjaan dari setiap sumber daya yang dibutuhkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Volume Pekerjaan} = \text{Jumlah Unit} \times \text{Durasi Pelaksanaan} \div \text{Jumlah Total } Girder \quad (5)$$

Selanjutnya jumlah harga didapat dari data harga satuan dikalikan dengan volume pekerjaan tersebut. Pentingnya informasi biaya aktual memungkinkan untuk mendeteksi pembengkakan biaya dan menganalisis tren, sehingga manajemen dapat mengambil tindakan korektif sesuai kebutuhan. Sinkronisasi antara berbagai hal dan kepentingan dari beberapa pihak yang terlibat dalam suatu proyek merupakan hal sangat penting untuk diperhatikan (Hafsari & Zulfiar, 2019).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Waktu Pekerjaan *Erection Girder* dengan *Crane*

Dalam pelaksanaan metode ini, diperlukan tahapan untuk perbaikan dan perkuatan akses kerja yang dilaksanakan sebelum dan paralel bersamaan dengan pelaksanaan *erection girder*. Berikut hasil perhitungan durasi penyelesaian keseluruhan bentang metode *crane* sebagai berikut:

Tabel 1 Analisis Durasi Pekerjaan Awal Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
1.1	**Pekerjaan Pendahuluan**					
1.1.1	Purchase Order Material Sampai Barang Onsite	Hari	36	45	60	**46**
1.1.2	Survey dan Pengukuran	Hari	5	6	7	**6**
1.2	**Pekerjaan Persiapan**					
1.2.1	Mobilisasi Tenaga Kerja	Hari	1	2	3	**2**
1.2.2	Mobilisasi Alat untuk Persiapan Lahan	Hari	3	4	5	**4**
1.2.3	Mobilisasi Material untuk Persiapan Lahan	Hari	3	4	5	**4**
1.2.4	Akses Kerja	Hari	3	4	5	**4**
1.2.5	Pembersihan Lahan untuk Tempat Girder di Lokasi Erection	Hari	1	2	3	**2**
1.2.6	Pembuatan dan Perkuatan Landasan Alat Angkat	Hari	24	27	30	**27**
1.3	**Mantling Alat Crane**	**Hari**	**3**	**4**	**5**	**4**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 2 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 1 Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.1	**Pelaksanaan Span A1 - P1**					
2.1.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	**5**
2.1.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	**20**
2.1.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	20	25	30	**25**
2.1.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	**10**
2.1.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	17	22	27	**22**
2.1.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	**20**
2.1.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	**8**
2.1.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	6	8	10	**8**
	Total Siklus Durasi	menit/girder				118
	Produktivitas	girder/jam				0,51
	Produktivitas per hari	girder/hari				4,08
	Durasi penyelesaian Span A1-P1 (12 Girder)	hari				**3**
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				**1**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 3 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 2 Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.2	**Pelaksanaan Span P1 - P2**					
2.2.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.2.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.2.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	20	25	30	25
2.2.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.2.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	17	22	27	22
2.2.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.2.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.2.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	6	8	10	8
	Total Siklus Durasi	menit/girder				118
	Produktivitas	girder/jam				0,51
	Produktivitas per hari	girder/hari				4,08
	Durasi penyelesaian Span P1-P2 (12 Girder)	hari				**3**
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				**1**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 4 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 3 Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.3	**Pelaksanaan Span P2 - P3**					
2.3.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.3.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.3.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	25	30	35	30
2.3.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.3.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	17	22	27	22
2.3.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.3.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.3.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	6	8	10	8
	Total Siklus Durasi	menit/girder				123
	Produktivitas	girder/jam				0,49
	Produktivitas per hari	girder/hari				3,92
	Durasi penyelesaian Span P2-P3 (12 Girder)	hari				**4**
	Moving Crane ke Span berikutnya	Hari				**1**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 5 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 4 Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.4	**Pelaksanaan Span P3 - P4**					
2.4.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.4.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.4.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	30	35	40	35
2.4.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.4.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	17	22	27	22
2.4.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.4.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.4.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	6	8	10	8
	Total Siklus Durasi	menit/girder				128
	Produktivitas	girder/jam				0,47
	Produktivitas per hari	girder/hari				3,76
	Durasi penyelesaian Span P3-P4 (12 Girder)	hari				**4**
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				**1**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 6 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 5 Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.5	**Pelaksanaan Span P4 - P5**					
2.5.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.5.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.5.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	35	40	45	40
2.5.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.5.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	17	22	27	22
2.5.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.5.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.5.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	6	8	10	8
	Total Siklus Durasi	menit/girder				133
	Produktivitas	girder/jam				0,45
	Produktivitas per hari	girder/hari				3,6
	Durasi penyelesaian Span P4-P5 (12 Girder)	hari				**4**

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				**1**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 7 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 6 Metode *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.6	**Pelaksanaan Span P5 - A2**					
2.6.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.6.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.6.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	40	45	50	45
2.6.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.6.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	17	22	27	22
2.6.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.6.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.6.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	6	8	10	8
	Total Siklus Durasi	menit/girder				138
	Produktivitas	girder/jam				0,43
	Produktivitas per hari	girder/hari				3,44
	Durasi penyelesaian Span P5-A2 (12 Girder)	hari				**4**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Berdasarkan data – data tersebut dikelompokan menjadi:

a. Pekerjaan Pendahuluan : 6 hari
b. Pekerjaan Persiapan : 42 hari
c. Setting Alat Crane : 4 hari
d. Pelaksanaan Span A1 – P1 : 4 hari
e. Pelaksanaan Span P1 – P2 : 4 hari
f. Pelaksanaan Span P2 – P3 : 5 hari
g. Pelaksanaan Span P3 – P4 : 5 hari
h. Pelaksanaan Span P4 – P5 : 5 hari
i. Pelaksanaan Span P5 – A2 : 4 hari
j. Dismantling Crane : 4 hari

Maka, didapatkan jadwal pelaksanaan *erection girder* metode *crane* selama 51 hari mulai dari pekerjaan persiapan sampai dismantling alat crane dengan hasil sebagai berikut:

No	Uraian Pekerjaan	Hari ke																																				
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52											
1	Pekerjaan Pendahuluan																																					
2	Pekerjaan Persiapan																																					
3	Setting Alat Crane																																					
4	Pelaksanaan Span A1 - P1																																					
5	Pelaksanaan Span P1 - P2																																					
6	Pelaksanaan Span P2 - P3																																					
7	Pelaksanaan Span P3 - P4																																					
8	Pelaksanaan Span P4 - P5																																					
9	Pelaksanaan Span P5 - A2																																					
10	Dismantling Alat Crane																																					

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Gambar 3. Jadwal Pelaksanaan *Erection Girder* Metode *Crane*

3.2 Waktu Pekerjaan *Erection Girder* dengan *Launcher*

:Dalam pelaksanaan *erection girder* dengan metode ini, tidak diperlukan tahapan untuk perbaikan dan perkuatan akses kerja dikarenakan *launcher* akan diposisikan menumpu pada struktur pier head dari jembatan yang sudah terbangun terlebih dahulu, serta untuk pengiriman girder ke lokasi dapat dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan *erection girder*. Berikut hasil perhitungan durasi penyelesaian keseluruhan bentang metode *launcher* sebagai berikut:

Tabel 8 Analisis Durasi Pekerjaan Awal Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
1.1	**Pekerjaan Pendahuluan**					
1.1.1	Purchase Order Material Sampai Barang Onsite	Hari	36	45	60	46
1.1.2	Survey dan Pengukuran	Hari	5	6	7	6
1.2	**Pekerjaan Persiapan**					
1.2.1	Mobilisasi Tenaga Kerja	Hari	1	2	3	2
1.2.2	Mobilisasi Alat untuk Persiapan Lahan	Hari	3	4	5	4
1.2.3	Mobilisasi Material untuk Persiapan Lahan	Hari	3	4	5	4
1.2.4	Akses Kerja	Hari	3	4	5	4
1.2.5	Pembersihan Lahan untuk Tempat Girder di Lokasi Erection	Hari	1	2	3	2
1.2.6	Pembuatan dan Perkuatan Landasan Alat Angkat	Hari				
1.3	**Mantling Alat Launcher**	**Hari**	11	15	19	15

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 9 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 1 Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.1	**Pelaksanaan Span A1 - P1**					
2.1.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	-	-	-	-
2.1.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	-	-	-	-
2.1.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	-	-	-	-
2.1.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.1.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	30	35	40	35
2.1.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.1.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.1.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	12	15	17	14,83
	Total Siklus Durasi	menit/girder				87,83
	Produktivitas	girder/jam				0,68
	Produktivitas per hari	girder/hari				5,44
	Durasi penyelesaian Span A1-P1 (12 Girder)	hari				3
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				4

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 10 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 2 Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.2	**Pelaksanaan Span P1 - P2**					
2.2.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	-	-	-	-
2.2.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	-	-	-	-
2.2.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	-	-	-	-
2.2.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.2.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	30	35	40	35
2.2.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.2.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.2.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	12	15	17	14,83
	Total Siklus Durasi	menit/girder				87,83
	Produktivitas	girder/jam				0,68
	Produktivitas per hari	girder/hari				5,44
	Durasi penyelesaian Span P1-P2 (12 Girder)	hari				3
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				0

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 11 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 3 Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.3	**Pelaksanaan Span P2 - P3**					
2.3.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	-	-	-	-
2.3.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	-	-	-	-
2.3.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	-	-	-	-
2.3.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.3.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	40	45	50	45
2.3.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.3.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.3.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	12	15	17	14,83
	Total Siklus Durasi	menit/girder				97,83
	Produktivitas	girder/jam				0,61
	Produktivitas per hari	girder/hari				4,88
	Durasi penyelesaian Span P2-P3 (12 Girder)	hari				3
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				0

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 12 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 4 Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.4	**Pelaksanaan Span P3 - P4**					
2.4.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	-	-	-	-
2.4.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	-	-	-	-
2.4.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	-	-	-	-
2.4.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.4.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	45	50	55	50
2.4.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.4.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.4.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	12	15	17	14,83
	Total Siklus Durasi	menit/girder				102,83
	Produktivitas	girder/jam				0,58
	Produktivitas per hari	girder/hari				4,64
	Durasi penyelesaian Span P3-P4 (12 Girder)	hari				3

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				4

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 13 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 5 Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.5	**Pelaksanaan Span P4 - P5**					
2.5.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.5.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.5.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	20	25	30	25
2.5.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.5.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	30	35	40	35
2.5.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.5.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.5.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	12	15	17	14,83
	Total Siklus Durasi	menit/girder				137,83
	Produktivitas	girder/jam				0,44
	Produktivitas per hari	girder/hari				3,52
	Durasi penyelesaian Span P4-P5 (12 Girder)	hari				4
	Moving Crane ke Span berikutnya	hari				0

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Tabel 14 Analisis Durasi Pekerjaan Bentang 6 Metode *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
2.6	**Pelaksanaan Span P5 - A2**					
2.6.1	Penentuan Posisi Boogie dan Prime Mover	menit	3	5	7	5
2.6.2	Penempatan dan Pengikatan Girder di Boogie	menit	15	20	25	20
2.6.3	Pengiriman dan Instalasi Girder ke Crane	menit	20	25	30	25
2.6.4	Pengecekan kesiapan dan Loading Test Girder	menit	5	10	15	10
2.6.5	Pengangkatan Girder sampai dengan Perletakan	menit	30	35	40	35
2.6.6	Pemasangan Bracing Girder	menit	15	20	25	20
2.6.7	Pelepasan Komponen Alat Angkat pada Girder	menit	5	8	11	8
2.6.8	Persiapan untuk Pemasangan Girder Selanjutnya	menit	12	15	17	14,83
	Total Siklus Durasi	menit/girder				137,83

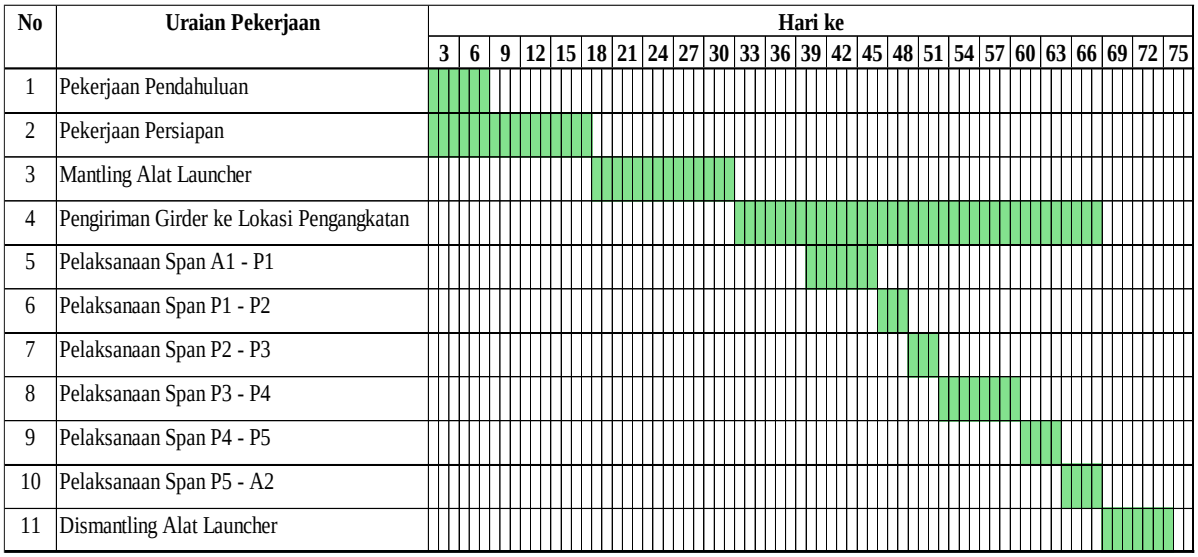
No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Durasi Waktu			Expected Time
			Optimistic	*Most Likely*	*Pesimistic*	
	Produktivitas	girder/jam				0,44
	Produktivitas per hari	girder/hari				3,52
	Durasi penyelesaian Span P5-A2 (12 Girder)	hari				4

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Berdasarkan data – data tersebut dikelompokan menjadi:

a. Pekerjaan Pendahuluan : 6 hari
b. Pekerjaan Persiapan : 16 hari
c. Mantling Alat Launcher : 15 hari
d. Pengiriman Girder ke Lokasi Pengangkatan : 34 hari
e. Pelaksanaan Span A1 – P1 : 7 hari
f. Pelaksanaan Span P1 – P2 : 3 hari
g. Pelaksanaan Span P2 – P3 : 3 hari
h. Pelaksanaan Span P3 – P4 : 7 hari
i. Pelaksanaan Span P4 – P5 : 4 hari
j. Pelaksanaan Span P5 – A2 : 4 hari
k. Dismantling Crane : 7 hari

Maka, didapatkan jadwal pelaksanaan *erection girder* metode *launcher* selama 73 hari dengan hasil sebagai berikut:



Sumber: Olahan Penulis (2025)

Gambar 4. Jadwal Pelaksanaan *Erection Girder* Metode *Launcher*

3.3 Biaya Pekerjaan *Erection Girder* dengan *Crane*

Pekerjaan Erection Girder dengan metode Crane membutuhkan persiapan pembuatan akses jalan crane menuju lokasi tempat erection girder dilakukan, hal ini merupakan salah satu pekerjaan yang harus dilakukan agar bisa si crane tersebut melakukan erection serta memerlukan area yang sangat luas untuk posisi penempatan crane serta untuk melakukan manuver tatkala konstruksi dilakukan maka pada pelaksanaan *erection girder* metode *crane* membutuhkan perbaikan dan perkuatan akses dan landasan untuk dudukan alat angkat, maka hasil analisis biayanya sebagai berikut:

Tabel 15 Analisis Biaya Metode Pelaksanaan *Crane*

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
1	**Biaya Langsung**				**74.658.600,00**
	Upah				
	Mandor	OH	0,71	280.000,00	198.240,00
	Tukang	OH	1,42	200.000,00	283.400,00
	Pekerja	OH	4,25	160.000,00	680.000,00
	Bahan				
	Besi beton	Kg	200,00	10.000,00	2.000.000,00
	Kawat Las	Kg	5,00	50.000,00	250.000,00
	Material untuk landasan Crane	m3	102,08	350.000,00	35.728.000,00
	Alat				
	Crane 150 Ton	hari	0,75	22.480.000,00	16.860.000,00
	Crane 100 Ton	hari	0,75	15.700.000,00	11.775.000,00
	Boogie Trailler	hari	0,38	4.566.000,00	1.735.080,00
	Excavator kap. 0.90 m3	hari	0,46	3.167.000,00	1.456.820,00
	Bulldozer	hari	0,46	3.175.000,00	1.460.500,00
	Vibro Roller	hari	0,46	2.786.000,00	1.281.560,00
	Welding Set / Mesin Las	hari	0,38	1.200.000,00	450.000,00
	Alat bantu (Palu, Linggis, Meteran)	LS	1,00	500.000,00	500.000,00
2	**Biaya Tak Langsung**				**4.623.300,00**
	Gaji Karyawan				
	Kepala Proyek	OH	0,708	1.000.000,00	708.000,00
	Kepala Bagian Teknik	OH	0,708	700.000,00	495.600,00
	Staf Teknik	OH	2,125	400.000,00	850.000,00
	Kepala Bagian Pelaksana	OH	0,708	800.000,00	566.400,00
	Pelaksana	OH	1,417	500.000,00	708.500,00
	Kepala Bagian Keuangan	OH	0,708	700.000,00	495.600,00
	Staf Keuangan	OH	0,708	400.000,00	283.200,00
	Sewa Kantor	Unit Bulan	0,024	7.000.000,00	168.000,00
	Sewa Kendaraan	Unit Bulan	0,024	10.000.000,00	240.000,00

No	Uraian Pekerjaan Metode Crane	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
	Sewa Mess Karyawan	Unit Bulan	0,024	3.000.000,00	72.000,00
	Peralatan Kerja Karyawan	Unit Bulan	0,024	1.500.000,00	36.000,00
	Total				**79.281.900,00**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Kemudian dari hasil analisis biaya per batang *erection girder* metode *crane*, total biaya yang dibutuhkan termasuk mobilisasi demobilisasi peralatan lainnya didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 16 Biaya Metode Pelaksanaan *Crane*

No	Uraian Pekerjaaan Metode Crane	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Mobilisasi Demobilisasi Crawler Crane 150 Ton	Unit	2	150.000.000,00	300.000.000,00
2	Mobilisasi Demobilisasi Crawler Crane 100 Ton	Unit	2	125.000.000,00	250.000.000,00
3	Mobilisasi Demobilisasi Boogie	Unit	1	50.000.000,00	50.000.000,00
4	Erection Girder L:40,80 m	btg	72	79.281.900,00	5.708.296.800,00
				Total	**6.308.296.800,00**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

3.4 Biaya Pekerjaan *Erection Girder* dengan *Launcher*

Berikut hasil perhitungan biaya *erection girder* metode *launcher* dengan memperhitungkan tenaga kerja, peralatan serta bahan yang digunakan, diuraikan dengan menganalisis berdasarkan Orang Hari (OH) terhadap *resources* dan hari terhadap satuan peralatan yang digunakan serta alat yang dipergunakan sebagai berikut:

Tabel 17 Analisis Biaya Metode Pelaksanaan *Launcher*

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
1	**Biaya Langsung**				**47.406.120,00**
	Upah				
	Mandor	OH	1,01	280.000,00	283.920,00
	Tukang	OH	4,06	200.000,00	811.200,00
	Pekerja	OH	8,11	160.000,00	1.297.760,00
	Bahan				

No	Uraian Pekerjaan Metode Launcher	Satuan	Volume Pekerjaan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
	Besi beton	Kg	200,00	10.000,00	2.000.000,00
	Kawat Las	Kg	5,00	50.000,00	250.000,00
	Alat				
	Launcher 160 Ton	hari	0,50	46.200.000,00	23.100.000,00
	Crane Service 100 Ton	hari	1,00	15.700.000,00	15.700.000,00
	Boogie Trailler	hari	0,50	4.566.000,00	2.283.000,00
	Excavator kap. 0.90 m3	hari	0,08	3.167.000,00	253.360,00
	Bulldozer	hari	0,08	3.175.000,00	254.000,00
	Vibro Roller	hari	0,08	2.786.000,00	222.880,00
	Welding Set / Mesin Las	hari	0,38	1.200.000,00	450.000,00
	Alat bantu (Palu, Linggis, Meteran)	LS	1,00	500.000,00	500.000,00
2	**Biaya Tak Langsung**				**6.612.200,00**
	Gaji Karyawan				
	Kepala Proyek	OH	1,014	1.000.000,00	1.014.000,00
	Kepala Bagian Teknik	OH	1,014	700.000,00	709.800,00
	Staf Teknik	OH	3,042	400.000,00	1.216.800,00
	Kepala Bagian Pelaksana	OH	1,014	800.000,00	811.200,00
	Pelaksana	OH	2,028	500.000,00	1.014.000,00
	Kepala Bagian Keuangan	OH	1,014	700.000,00	709.800,00
	Staf Keuangan	OH	1,014	400.000,00	405.600,00
	Sewa Kantor	Unit Bulan	0,034	7.000.000,00	238.000,00
	Sewa Kendaraan	Unit Bulan	0,034	10.000.000,00	340.000,00
	Sewa Mess Karyawan	Unit Bulan	0,034	3.000.000,00	102.000,00
	Peralatan Kerja Karyawan	Unit Bulan	0,034	1.500.000,00	51.000,00
	Total				**54.018.320,00**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

Kemudian dari hasil analisis biaya per batang *erection girder* metode *crane*, total biaya yang dibutuhkan termasuk mobilisasi demobilisasi peralatan lainnya didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 18 Biaya Metode Pelaksanaan *Launcher*

No	Uraian Pekerjaaan Metode Launcher	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Mobilisasi Demobilisasi	LS	1	700.000.000,00	700.000.000,00
2	Mantling Dismantling	LS	1	400.000.000,00	400.000.000,00
3	Erection Girder L:40,80 m	btg	72	54.018.320,00	3.889.319.040,00
				Total	**4.989.319.040,00**

Sumber: Olahan Penulis (2025)

3.5 Kelebihan dan Kekurangan Metode Erection

Mengambil keputusan dalam pemilihan metode yang digunakan perlu dilakukan pendalaman, analisis kelebihan dan kekurangan, analisis risiko dan keterkaitan dengan lingkungan dan juga sebagai rekomendasi proyek yang berkelanjutan yang sejenis dikemudian hari. Maka berikut ini setelah dilakukan analisis perbandingan terhadap biaya dan waktu, dibuat matriks untuk kelebihan dan kekurangan untuk aspek waktu, biaya, lokasi pekerjaan, dan risiko atas masing - masing metode crane dan metode launcher, sehingga terpotret analisis serta antisipasi dan keputusan yang akan dilakukan, seperti ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 19 Kelebihan Kekurangan Metode *Erection Girder*

No	Uraian	Metode Crane	Metode Launcher
1	Waktu	Proses pelaksanaan untuk bentang 6 bentang relatif lebih cepat, yaitu **51 hari**	Proses pelaksanaan untuk bentang 6 bentang lebih lama dikarenakan membutuhkan waktu mobilisasi dan mantling relatif lebih lama, yaitu **73 hari**
2	Biaya	Dikarenakan lokasi berkontur sehingga perlu membuat landasan yang rata untuk menumpu alat beserta material girder yang akan diangkat, sehingga biaya yang dibutuhkan untuk erection girder 72 girder adalah **Rp 6.308.296.800**	Biaya yang dibutuhkan untuk erection girder 72 girder adalah **Rp 4.989.319.040**
3	Lokasi Pekerjaan	**Membutuhkan area luas**, rata dan mampu menahan beban alat beserta material girder yang akan diangkat.	**Tidak membutuhkan area luas** karena alat bertumpu pada struktur pierhead
4	Risiko	Tingkat risiko kecelakaan **tinggi** dikarenakan lokasi yang berkontur dan terbatas untuk radius angkatnya	Tingkat risiko kecelakaan **rendah** dikarenakan tidak terlalu terpengaruh lokasi yang berkontur dan pergerakan untuk erection mudah

Sumber: Olahan Penulis (2025)

4. Kesimpulan

Metode *erection girder* dengan menggunakan *launcher* lebih unggul dalam aspek waktu dengan penyelesaian *erection* 6 bentang dalam 51 hari, dibandingkan metode *crane* yang memerlukan 73 hari akibat tambahan waktu untuk mobilisasi dan pemasangan alat. Namun, dari segi biaya, metode *launcher* lebih ekonomis dengan total biaya Rp 4.989.319.040 dibandingkan metode *crane* yang mencapai Rp 6.308.296.800, terutama karena *crane* membutuhkan landasan yang rata pada lokasi berkontur. Meskipun metode *crane* lebih cepat, kekurangannya mencakup kebutuhan area kerja yang luas, tanah yang kuat, dan risiko kecelakaan yang lebih tinggi. Sebaliknya, metode *launcher* lebih efisien secara biaya, membutuhkan area yang lebih kecil, serta memiliki risiko kecelakaan lebih rendah, tetapi memerlukan waktu pelaksanaan yang lebih lama. Melihat kinerja biaya dan waktu yang telah diuraikan diatas untuk pengerjaan proyek berkelanjutan yang sejenis di kemudian hari perlu diperhatikan oleh pemangku jasa konstruksi secara lebih spesifik dalam hal ini pihak Manajemen sebelum mengambil keputusan untuk melakukan potret penilaian terhadap aspek risiko metode *launcher* dan metode *crane* pelaksanaan proyek yang menyeluruh terhadap semua aspek sehingga memudahkan untuk memutuskan serta langkah antisipasi yang diambil termasuk didalam safety dan lingkungan.

Daftar Pustaka

Ahmad, F. S. (2022). Dampak Pembangunan Jalan Tol Trans Jawa terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Jawa Tengah. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Pembangunan*, *11*(1), 1–18.

Badan Pengatur Jalan Tol. (2024). *Jalan Tol Beroperasi di Indonesia Telah mencapai 2.816 Km*. KemenPUPR. https://bpjt.pu.go.id/berita/jalan-tol-beroperasi-di-indonesia-telah-mencapai-2816-km

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 Mojokerto. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, *7*(1), 21–29.

Hadiyatmoko, D., Hatmoko, J. U. D., & Wibowo, M. A. (2023). Analysis of *Launcher*'s Productivity in *Erection Girder* Using Time Motion Study Method. *Civil Engineering Journal (Iran)*, *9*(8), 1897–1911.

Hafsari, A. A., & Zulfiar, H. (2019). *Perbandingan Waktu Metode Erection Girder Menggunakan Crawler Launcher dan Launcher Girder Pada Jembatan Bentang Panjang*.

Hasdian, E., Arief Maulana, M., Candra Fertilia, N., & Lutfiansyah, Y. (2021). Analysis Comparisons of Erection *Girder* Implementations Methods Using Laucher Gantry and Crawler *Launcher* Based on Cost and Time (Case Study: Cimanggis-Cibitung Toll Road Project Section II Cibubur Area). *International Journal of Sciences, Engineering and Technology*, *6*(2), 78–88.

Izza, F. K., Praditama, M. A., Kirana, C. N., Setiyono, K. J., & Sudarmono. (2019). Kajian Waktu Penyelesaian Metode *Launcher* dan Metode *Launcher* Dalam Pelaksanaan *Erection Girder* Jembatan (Studi Kasus Pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo Ruas Salatiga – Boyolali STA 40+409 – STA 71+785). *Wahana Teknik Sipil*, *24*(1), 47–59.

Kusumowardani, G. W. (2024). *Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Erection Pc-I Girder Bentang 40 Meter Menggunakan Metode Crawler Launcher 250 Ton dan Launcher Gantry (Studi Kasus: Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Indralaya – Prabumulih STA 6+250)* [Universitas Mercu Buana].

Pandji, D. G., & Purnomo, F. (2021). Perbandingan *Erection* PCI *Girder* Menggunakan Crawler *Launcher* dan Gantry *Launcher* Pada Proyek Jembatan Teluk Kendari. *Jurnal Online Skripsi*, *2*(2), 105–110.

Prakoso, C., & Azhar, M. (2024). Analisis Waktu dan Biaya Perbandingan *Erection* Steel Box *Girder* Menggunakan Metode Skid Launching dan *Launcher*. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, *21*, 2124–2655.

Purwanto, H., & Hariadi, G. (2018). Analisis Perbandingan Jembatan Tipe Parker Dan Tipe Warren Dengan Bentang 50 Meter. *Jurnal Deformasi*, *3*(1), 67.

Sila, O. R., & Romadhon, E. S. (2023). Perbandingan Metode *Erection* Pierhead Segmental Menggunakan Beam Lifter dan Crawler *Launcher* dari Segi Waktu dan Biaya. *Jurnal Teknik Sipil - Arsitektur*, *Volume 22*(1), 71–82.

Siswanto, A. B., Salim, M. A., & Nurwidiyanti, A. (2022). Analisis Perbandingan Pekerjaan *Erection Girder* Beam dengan Metode *Launcher* dan Crawler *Launcher* Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang. *Jurnal Teknik Sipil*, *15*(2), 23–36.

Umar, A. R., & Naibaho, P. R. T. (2022). Analisa Perbandingan Pelaksanaan *Erection Girder* Underpass pada Jalan Nasional dengan Metode *Launcher* dan Metode *Launcher*. *Asian Journal of Mechatronics, and Electrical Engineering (AJMEE)*, *1*(1), 1–12.

Wijaya, I. ., & Yudhistira, M. H. (2020). Dampak Pembangunan Jalan Tol Trans Jawa terhadap Perekonomian Daerah Kabupaten/Kota. In *Jurnal Kebijakan Ekonomi* (Vol. 15, Issue 2).

Witriyatna, C., Purnomo, D. A., W, A. B., & Marinda, M. (2018). Analisis Perbandingan Modul Jembatan Gelagar I Sebagai Fungsi Jembatan Jalan Raya. *Jurnal M.I.P.I.*, *12*(2), 115–126.