

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data Jembatan

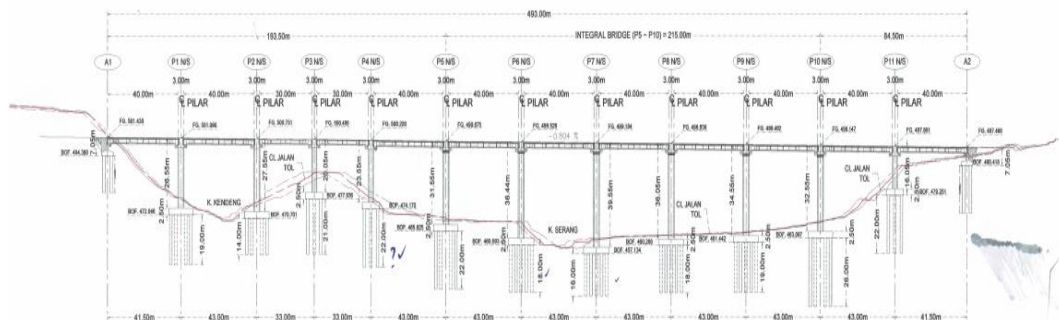
Perencanaan metode pelaksanaan struktur atas jembatan kali serang dan kali kenteng menggunakan beton pracetak pratekan (balok girder) Tipe I sebagai balok utama penyangga jembatan dengan ditambah plat diafragma, dan plat lantai kendaraan.

Data Konstruksi jembatan yang digunakan meliputi :

Lebar Jembatan	: 25,20 m (12,6 m + 12,6 m)
Panjang Jembatan	: 35 m (A1-P1)
	40 m (P1-P2)
	30 m (P2-P3)
	30 m (P3-P4)
	40 m (P4-P5)
	40 m (P5-P6)
	40 m (P6-P7)
	40 m (P7-P8)
	40 m (P8-P9)
	40 m (P9-P10)
	40 m (P10-P11)
	40 m (P11-A2)
Tinggi Jembatan	: 39,50 m (P7)
Jumlah Girder	: 12 buah pada satu span

4.2. Pelaksanaan *Erection Girder* Jembatan Kali Kenteng dan Kali Serang

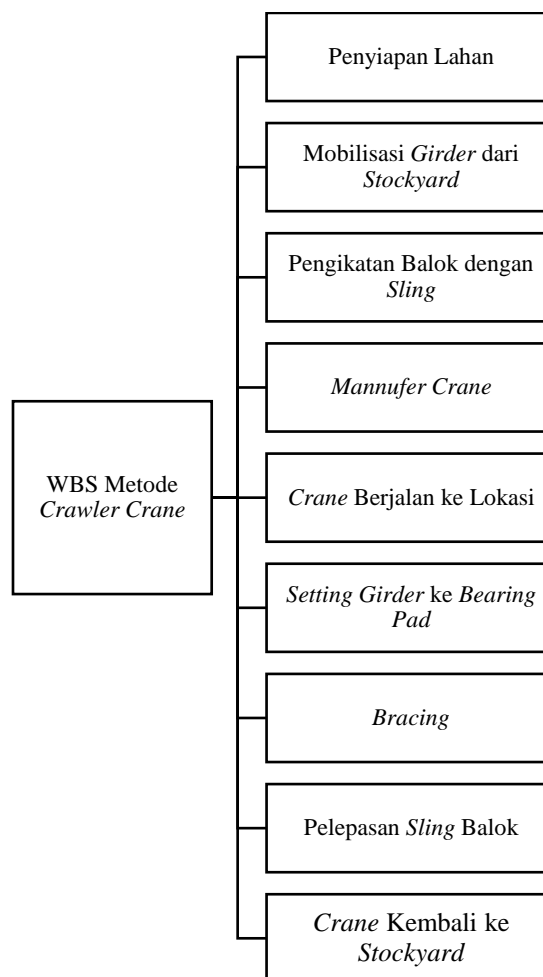
Pekerjaan *erection girder* ini perlu dilakukan terlebih dahulu analisis untuk kelancaran pekerjaan tersebut. Analisis yang dilakukan adalah analisis produktivitas dan durasi. Pada bab ini dilakukan analisis perbandingan dari dua metode yaitu metode satu *launching girder* dan metode kedua yaitu *crawler crane*. Tampak samping jembatan dapat dilihat pada Gambar 4.1, 4.2 dan 4.3 berikut ini.



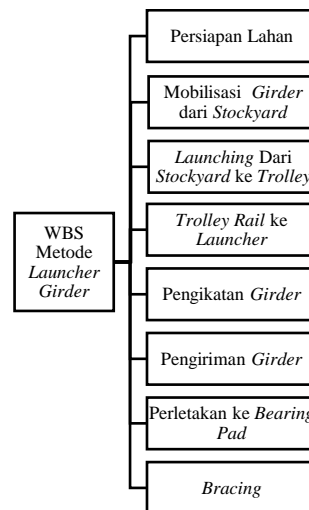
Gambar 4.1 Tampak samping jembatan Kali Kenteng dan Kali Serang A1–A2

a. *Work Breakdown Structure (WBS)*

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak kontraktor ada 9 kegiatan untuk metode *crawler crane* dan 5 kegiatan untuk metode *launcher girder* yang akan dijelaskan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 sebagai berikut ini.



Gambar 4.2 *Work Breakdown Structure* Metode *Crawler Crane*



Gambar 4.3 *Work Breakdown Structure* Metode *Launcher Girder*

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 yang kita anggap tidak ada *lag*. Kegiatan tersebut juga tidak bisa dilakukan secara bersamaan karena kegiatan tersebut harus menunggu kegiatan tersebut selesai.

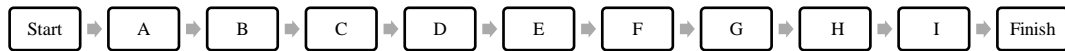
c. *Network Planning*

Setelah dibuat logika keterkaitan dari *work breakdown structure* maka bisa diidentifikasi kegiatan penjadwalan seperti pada Tabel 4.1 untuk metode *crawler crane* sebagai berikut ini.

Tabel 4. 1 Identifikasi kegiatan penjadwalan metode *crawler crane*

No	Nama Kegiatan	Kode Kegiatan	Predessor	Jenis
1	Penyiapan Lahan	Kegiatan A	Start	F-S
2	Mobilisasi <i>Girder</i> dari <i>Stockyard</i>	Kegiatan B	Kegiatan A	F-S
3	Pengikatan Balok dengan <i>Sling</i>	Kegiatan C	Kegiatan B	F-S
4	<i>Mannufer crane</i>	Kegiatan D	Kegiatan C	F-S
5	<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	Kegiatan E	Kegiatan D	F-S
6	<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	Kegiatan F	Kegiatan E	F-S
7	<i>Bracing</i>	Kegiatan G	Kegiatan F	F-S
8	Pelepasan <i>sling</i> Balok	Kegiatan H	Kegiatan G	F-S
9	<i>Crane</i> kembali ke <i>stressing bed</i>	Kegiatan I	Kegiatan H	F-S
10	<i>Finish</i>			

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



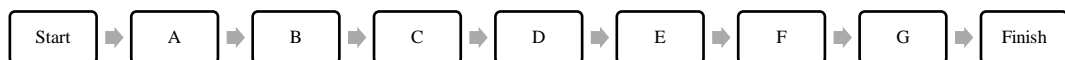
Gambar 4.4 *Network planning* metode *crawler crane*

Berikut adalah identifikasi kegiatan untuk metode *launcher girder* pada Tabel 4.2 sebagai berikut ini.

Tabel 4.2 Identifikasi kegiatan penjadwalan metode *launcher girder*

No	Nama Kegiatan	Kode Kegiatan	Predessor	Jenis
1	Penyiapan Lahan	Kegiatan A	Start	F-S
2	Mobilisasi <i>Girder</i> dari <i>Stockyard</i>	Kegiatan B	Kegiatan A	F-S
3	<i>Launching</i> Dari <i>Stockyard</i> ke <i>Trolley</i>	Kegiatan C	Kegiatan B	F-S
4	<i>Trolley Rail</i> ke <i>Launcher</i>	Kegiatan D	Kegiatan C	F-S
5	<i>Pengiriman Girder</i>	Kegiatan E	Kegiatan D	F-S
6	<i>Perletakan ke Bearing Pad</i>	Kegiatan F	Kegiatan E	F-S
7	<i>Bracing</i>	Kegiatan G	Kegiatan F	F-S
8	<i>Finish</i>			

Setelah itu langkah selanjutnya adalah pembuatan *Network Planning*, yang akan digambarkan pada Gambar 4.5 sebagai berikut ini.



Gambar 4.5 *Network planning* metode *launcher girder*

4.3. Metode *Erection Girder* Menggunakan *Crawler Crane*

Di awal perencanaan pembangunan jembatan kali Kenteng dan kali Serang yaitu menggunakan *launcher*. Pada metode ini, digunakan alat berat *Crawler Crane* merk Kobelco. *Setting* dan *install* dimulai dari A2–P11. Lokasi *stockyard*

berada diantara span dan berjarak 40 m dari tiap pilar. *Erection plan* dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut ini.



Gambar 4.6 *Erection plan* menggunakan *crawler crane*

Beberapa alat yang digunakan *erection girder* dan pelaksanaan metodenya sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) PT Waskita Karya (Persero) Tbk dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Kebutuhan alat dalam metode *crawler crane*

Kebutuhan alat berat dalam metode pertama yaitu pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Kebutuhan erection girder metode *crawler crane*

Nama	Jumlah
Crawler Crane A 180 ton	2 unit

Adapun spesifikasi masing-masing dari *crawler crane* yang dijelaskan pada Tabel 4.4 sebagai berikut ini.

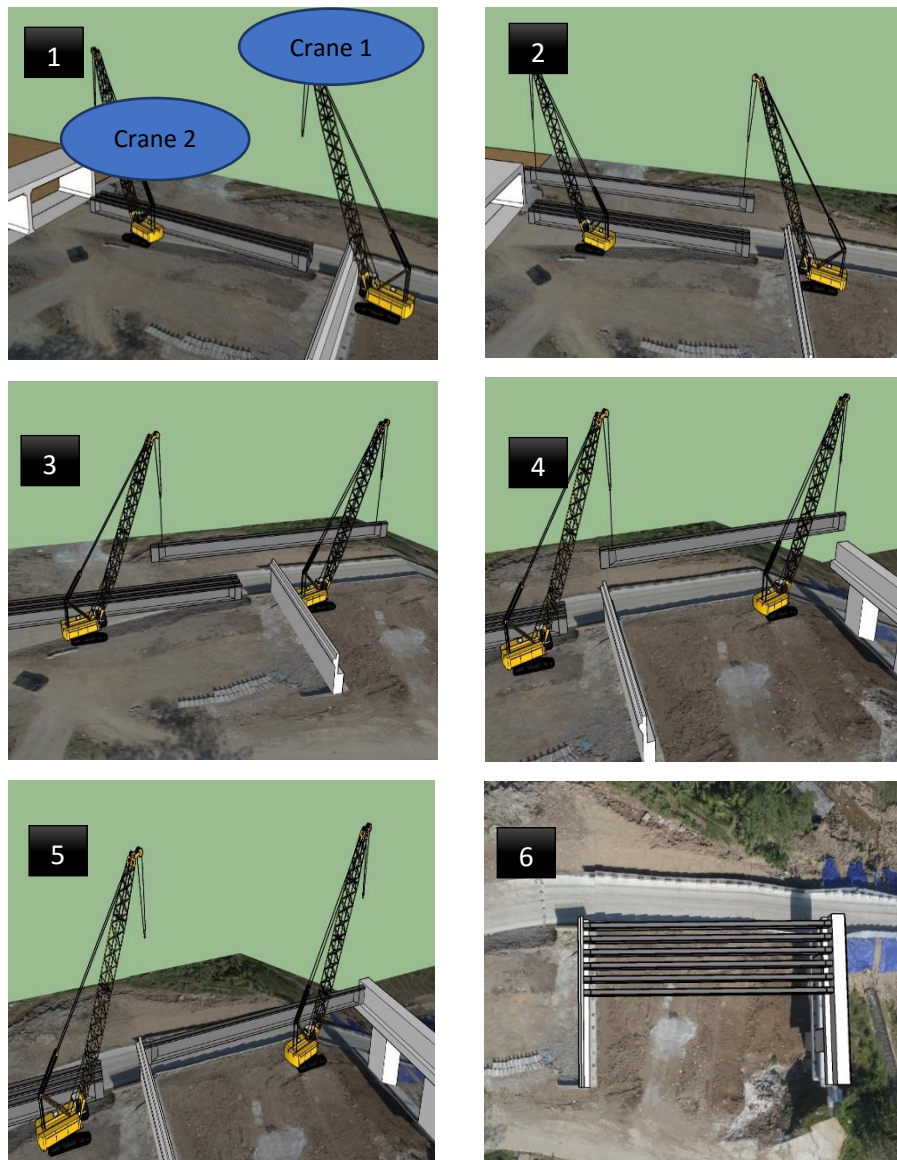
Tabel 4.4 Spesifikasi *crawler crane*

Spesifikasi <i>Crawler Crane</i>	<i>Crawler Crane A</i>	<i>Crawler Crane B</i>
Merk/Type	Kobelco	Kobelco
Model	CKE1800	CKE800
Kapasitas Angkat Maksimum	180 T/4,4 m	80 T/3,0 m
Kemampuan Jangkauan Boom Length	85,3 m	54,9 m
Kecepatan Swing (Maksimum)	2,6 min ⁻¹ (rpm)	4,0 min ⁻¹ (rpm)
Kecepatan Angkat (V)	26,17 m/menit	26,39 m/menit

2. Pelaksanaan metode *erection girder* menggunakan *crawler crane*

Berikut ini adalah penjelasan mengenai metode erection girder menggunakan Crawler Crane pada span A2-P11.

- Seperti pada Gambar 4.7 Proses pengangkatan girder menggunakan 2 buah Crane. Posisi Crane 1 berada disamping A2 dan Crane 2 berada diantara A2 dan P11. Sling dipasang sejauh 4 m dari tepi girder.
- Setelah Girder terangkat kedua Boom Crane diputar searah jarum jam.
- Kemudian Girder dipasang pada A2-P11, untuk pemasangan Girder 2 sampai 11 menggunakan metode yang sama.



Gambar 4.7 Pelaksanaan *erection girder* span A2-P11

4.3.1. Analisis Produktifitas dan Durasi Pekerjaan *Erection Girder*

Pada tahap ini analisis produktivitas dan durasi dilakukan berdasarkan pengamatan di lapangan. *Setting* dan *install crawler crane* dimulai dari A2–P11. Perhitungan produktifitas dan durasi pekerjaan diasumsikan *stockgirder* berada diantara span dan berjarak 40 m dari pilar, serta diasumsikan dengan keadaan lapangan yang tidak ada hambatan dan ketinggian yang dianggap sama.

1. Erection Girder A2-P11

a. *Cycle time erection PCI girder*

Tabel 4. 5 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection PCI girder* dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (tr)}} \dots\dots\dots(4.1) \\
 &= \frac{60}{59,30} \\
 &= 1,01
 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.2) \\
 &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\
 &= 0,63 \text{ buah/jam}
 \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.3) \\
 &= 2,72 \text{ hari} \\
 &= 3 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

2. Erection Girder P11-P10

a. *Cycle time erection* PCI girder

Tabel 4. 6 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection* PCI girder dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T)} \dots\dots\dots(4.4) \\
 &= \frac{60}{59,30} \\
 &= 1.01
 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.5) \\
 &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\
 &= 0,63 \text{ buah/jam}
 \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.6) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

3. Erection Girder P10-P9

a. Cycle time erection PCI girder

Tabel 4. 7 cycle time erection

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas erection PCI girder dengan crawler crane

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (tr)}} \dots\dots\dots(4.7) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.8) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.9) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

4. Erection Girder P9-P8

a. Cycle time erection PCI girder

Tabel 4. 8 Cycle time erection

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas erection PCI girder dengan crawler crane

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.10) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times E_k \dots\dots\dots(4.11) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.12) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

5. Erection Girder P8-P7

a. *Cycle time erection PCI girder*

Tabel 4. 9 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection PCI girder* dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.13) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times E_k \dots\dots\dots(4.14) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.15) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

6. Erection Girder P7-P6

a. *Cycle time erection PCI girder*

Tabel 4. 10 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection PCI girder* dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.16) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.17) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.18) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

7. Erection Girder P6-P5

a. Cycle time erection PCI girder

Tabel 4. 11 Cycle time erection

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas erection PCI girder dengan crawler crane

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.19) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.20) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.21) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

8. Erection Girder P5-P4

a. Cycle time erection PCI girder

Tabel 4. 12 Cycle time erection

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas erection PCI girder dengan crawler crane

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.22) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.23) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.24) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

9. Erection Girder P4-P3

a. Cycle time erection PCI girder

Tabel 4. 13 Cycle time erection

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas erection PCI girder dengan crawler crane

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.25) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times E_k \dots\dots\dots(4.26) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.27) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

10. Erection Girder P3-P2

a. *Cycle time erection PCI girder*

Tabel 4. 14 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection PCI girder* dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.28) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.29) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.30) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

11. Erection Girder P2-P1

a. *Cycle time erection PCI girder*

Tabel 4. 15 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection PCI girder* dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.31) \\ &= \frac{60}{59,33} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.32) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.33) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

12. Erection Girder P1-A1

a. *Cycle time erection PCI girder*

Tabel 4. 16 *Cycle time erection*

Kegiatan	Durasi (Menit)
Pengikatan <i>Sling</i> ke Balok <i>Girder</i>	5,32
Pengangkatan <i>Girder</i> ke <i>crane</i>	4,34
<i>Mannufer Crane</i>	8,22
<i>Crane</i> berjalan ke lokasi	3,47
<i>Setting girder</i> ke <i>bearing pad</i>	12,18
<i>Bracing</i>	13,22
Pelepasan <i>sling</i>	6
<i>Mannufer Crane</i>	2,34
<i>Crane</i> kembali ke <i>stockyard</i>	3,01
Total	59,30

b. Produktivitas *erection PCI girder* dengan *crawler crane*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} &= \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.34) \\ &= \frac{60}{59,30} \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times Ek \dots\dots\dots(4.35) \\ &= 1 \times 1,01 \times (0,75 \times 0,83) \\ &= 0,63 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.36) \\ &= 2,72 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan rekapitulasi total waktu yang diperlukan untuk *erection girder* menggunakan *crawler crane* yaitu pada Tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4.17 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan *Erection Girder (Crawler Crane)*

NO	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	Penyiapan Lahan	4 Hari
2	Mobilisasi Girder dari Stock Girder	4 Hari
3	Erection Girder Span A2-P11	3 Hari
4	Erection Girder Span P11-P10	3 Hari
5	Erection Girder Span P10-P9	3 Hari
6	Erection Girder Span P9-P8	3 Hari
7	Erection Girder Span P8-P7	3 Hari
8	Erection Girder Span P7-P6	3 Hari
9	Erection Girder Span P6-P5	3 Hari
10	Erection Girder Span P5-P4	3 Hari
11	Erection Girder Span P4-P3	3 Hari
12	Erection Girder Span P3-P2	3 Hari
13	Erection Girder Span P2-P1	3 Hari
14	Erection Girder Span P1-A1	3 Hari
	Total Waktu Pekerjaan	44 Hari

Sehingga total waktu yang diperlukan untuk *erection girder* menggunakan *crawler crane* adalah 44 hari. Proses ini hanya untuk pekerjaan *erection* dan tidak termasuk pekerjaan *grouting*, *stressing* dan *cor*.

4.4. Metode *Erection Girder* Menggunakan *Launcher Girder*

Metode ini adalah metode perencanaan awal pada proyek Jembatan Kali Kenteng dan Kali Serang. Pada metode ini, digunakan alat berat *Launcher* merk Jatra. *Setting* dan *install launcher* dimulai dari A1 – P1. Lokasi *stock girder* berada di belakang *Abutment 1* dan *abutment 2*. Perhitungan produktifitas dan durasi pada metode ini diasumsikan pengerjaannya 2 span selesai baru dilanjutkan dengan *erection* span-span yang selanjutnya. *Erection plan* dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini.



Gambar 4.8 Erection plan menggunakan launcher girder

1. Kebutuhan alat dalam metode *launcher girder*

Kebutuhan alat berat metode *launcher girder* yaitu pada Tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4.18 Kebutuhan erection girder metode *launcher girder*

Nama	Jumlah
Launcher Girder	1 unit
Crawler Crane 80 ton	4 unit

Adapun spesifikasi masing-masing dari *launcher girder* yang dijelaskan pada Tabel 4.19 sebagai berikut ini.

Tabel 4.19 Spesifikasi *launcher girder*

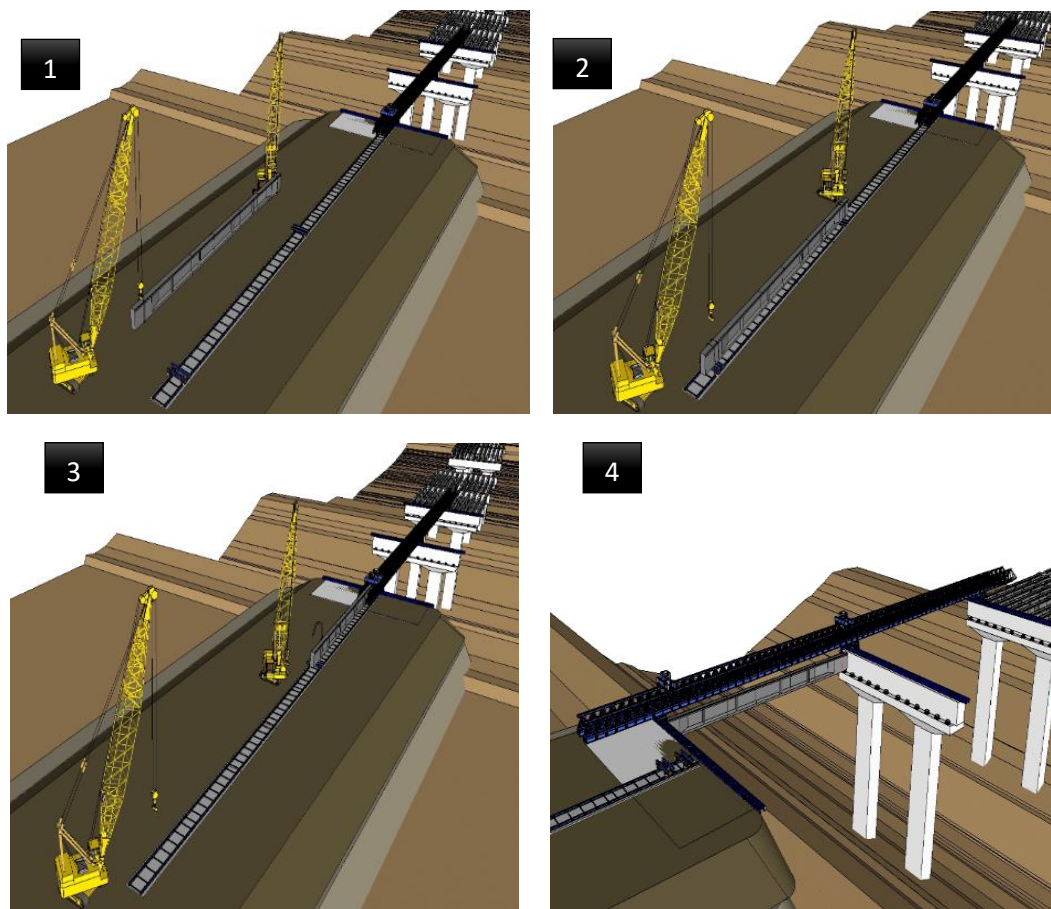
Spesifikasi <i>Launcher</i>	<i>Launcher</i>
Merk/Type	Jatra
Model	LC240
Kapasitas	138 T/50 m
Berat	106,3 t
Kecepatan Trolley	6 min/min
Kecepatan Angkut (V)	0,75 m/min
Lendutan Maksimum	208,33 mm

2. Pelaksanaan metode *erection* menggunakan *launcher girder*

Berikut penjelasan pelaksanaan metode *erection* menggunakan *Launching Girder* pada span P11-P10 dengan panjang 40 m.

a. Pengambilan *girder* pada *stressing bed* menggunakan *service crane*

- b. Kemudian *girder* diletakan diatas rel *launcher*, langkah selanjutnya *girder* akan di *setting* dan *lauching* dengan kedua *Hoist*
- c. Kemudian Girder digeser dan diletakan diatas Mortar pad dan dilakukan pengamanan sementara menggunakan bracing
- d. Proses *launching girder* menuju lokasi
- e. Setelah sampai di lokasi *girder* diletakan pada lokasi yang sudah diberi patok/tanda untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pelaksanaan erection girder span A2-P11

4.4.1. Analisis Produktifitas dan Durasi Pekerjaan *Erection Girder*

Pada metode kali ini tidak seperti metode yang pertama yaitu melalui pengamatan di lapangan, metode kali ini menggunakan data-data sekunder dari pihak jasa kontraktor. Untuk tahap yang pertama dimulai dari *stockyard* ke span A1-P1 menggunakan 2 *service crane* dengan waktu *cycle time* sebagai berikut:

1. Erection girder A1-P1

a. Cycle time erection PCI girder

$$1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) = \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots (4.37)$$

$$= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$$

$$= 3,19 \text{ menit}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots (4.38)$$

$$= \frac{80}{6}$$

$$= 13,3 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots (4.39)$$

$$= \frac{35}{0,75}$$

$$= 47,07 \text{ menit}$$

$$4) \text{ Peletakan ke bearingpad } (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$6) \text{ Waktu Total } (t_T) = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots (4.40)$$

$$= 95,49 \text{ menit}$$

b. Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder

$$1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) = \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots (4.41)$$

$$= 0,63$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi erection sebagai berikut :

$$2) \text{ Total Durasi Erection} = \frac{12 \text{ buah}}{(0,68 \times 7) / \text{hari}} \dots (4.42)$$

$$= 2,72 \text{ hari}$$

$$= 3 \text{ hari/span}$$

2. Erection girder P1-P2

a. Cycle time erection PCI girder

$$1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) = \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots (4.43)$$

$$= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$$

$$= 3,19 \text{ menit}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.44)$$

$$= \frac{80}{6}$$

$$= 13,3 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.45)$$

$$= \frac{75}{0,75}$$

$$= 100 \text{ menit}$$

$$4) \text{ Peletakan ke bearingpad } (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$6) \text{ Waktu Total } (t_T) = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.46)$$

$$= 141,49 \text{ menit}$$

b. Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder

$$1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) = \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots\dots\dots(4.47)$$

$$= 0,42$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi erection sebagai berikut :

$$2) \text{ Total Durasi Erection} = \frac{12 \text{ buah}}{(0,42 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.48)$$

$$= 4,08 \text{ hari}$$

$$= 5 \text{ hari/span}$$

3. Erection girder P2-P3

a. Cycle time erection PCI girder

$$1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) = \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots\dots(4.49)$$

$$= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$$

$$= 3,19 \text{ menit}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.50)$$

$$= \frac{155}{6}$$

$$= 26,23 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.51)$$

$$= \frac{30}{0,75}$$

$$= 40 \text{ menit}$$

$$4) \text{ Peletakan ke } bearingpad (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$6) \text{ Waktu Total } (t_T) = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.52)$$

$$= 94,42 \text{ menit}$$

b. Produktivitas *erection* PCI girder dengan *launcher girder*

$$1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) = \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots\dots\dots(4.53)$$

$$= 0,64$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut :

$$2) \text{ Total Durasi } Erection = \frac{12 \text{ buah}}{(0,64 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.54)$$

$$= 2,68 \text{ hari}$$

$$= 3 \text{ hari/span}$$

4. *Erection girder* P3-P4

a. *Cycle time erection* PCI girder

$$1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) = \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots\dots(4.55)$$

$$= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$$

$$= 3,19 \text{ menit}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.56)$$

$$= \frac{155}{6}$$

$$= 26,23 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman } Girder (t_3) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.57)$$

$$= \frac{60}{0,75}$$

$$= 80 \text{ menit}$$

$$4) \text{ Peletakan ke } bearingpad (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$6) \text{ Waktu Total } (t_T) = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.58)$$

$$= 134,42 \text{ menit}$$

b. Produktivitas *erection* PCI girder dengan *launcher girder*

$$1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} = \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.59)$$

$$= 0,45$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

$$2) \text{ Total Durasi Erection} = \frac{12 \text{ buah}}{(0,45 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.60)$$

$$= 3,81 \text{ hari}$$

$$= 4 \text{ hari/span}$$

5. *Erection girder* P4-P5

a. *Cycle time erection* PCI girder

$$1) \text{ Stockyard - Trolley (t}_1\text{)} = \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots\dots(4.61)$$

$$= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$$

$$= 3,19 \text{ menit}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher (t}_2\text{)} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.62)$$

$$= \frac{215}{6}$$

$$= 36,23 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman Girder (t}_3\text{)} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.63)$$

$$= \frac{40}{0,75}$$

$$= 53,33 \text{ menit}$$

$$4) \text{ Peletakan ke bearingpad (t}_4\text{)} = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing (t}_5\text{)} = 15 \text{ menit}$$

$$6) \text{ Waktu Total (t}_T\text{)} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.64)$$

$$= 118,15 \text{ menit}$$

b. Produktivitas *erection* PCI girder dengan *launcher girder*

$$1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam (N)} = \frac{60}{\text{Waktu Total (t}_T\text{)}} \dots\dots\dots(4.65)$$

$$= 0,51$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Total Durasi } \textit{Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,51 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.66) \\
 &= 3,36 \text{ hari} \\
 &= 4 \text{ hari/span}
 \end{aligned}$$

6. *Erection girder P5-P6*

a. *Cycle time erection PCI girder*

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) &= \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots\dots(4.67) \\
 &= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5 \\
 &= 3,19 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.68) \\
 &= \frac{215}{6} \\
 &= 36,23 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Pengiriman } \textit{Girder} (t_3) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.69) \\
 &= \frac{80}{0,75} \\
 &= 107,07 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$4) \text{ Peletakan ke } \textit{bearingpad} (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 6) \text{ Waktu Total } (t_T) &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.70) \\
 &= 171,49 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

b. *Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder*

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) &= \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots\dots\dots(4.71) \\
 &= 0,35
 \end{aligned}$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Total Durasi } \textit{Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,34 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.72) \\
 &= 4,90 \text{ hari} \\
 &= 5 \text{ hari/span}
 \end{aligned}$$

7. *Erection girder A2-P11*

a. *Cycle time erection PCI girder*

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) &= \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots(4.73) \\
 &= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5 \\
 &= 3,19 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.74) \\
 &= \frac{80}{6} \\
 &= 13,3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.75) \\
 &= \frac{40}{0,75} \\
 &= 53,33 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$4) \text{ Peletakan ke bearingpad } (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 6) \text{ Waktu Total } (t_T) &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.76) \\
 &= 95,22 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

b. Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) &= \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots\dots\dots(4.77) \\
 &= 0,63
 \end{aligned}$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi erection sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Total Durasi Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,63 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.78) \\
 &= 2,72 \text{ hari} \\
 &= 3 \text{ hari/span}
 \end{aligned}$$

8. Erection girder P11-P10

a. Cycle time erection PCI girder

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) &= \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots(4.79) \\
 &= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5 \\
 &= 3,19 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.80)$$

$$= \frac{80}{6}$$

$$= 13,3 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.81)$$

$$= \frac{80}{0,75}$$

$$= 107,07 \text{ menit}$$

$$4) \text{ Peletakan ke bearingpad } (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$6) \text{ Waktu Total } (t_T) = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.82)$$

$$= 149,19 \text{ menit}$$

b. Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder

$$1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) = \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots\dots\dots(4.83)$$

$$= 0,40$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi erection sebagai berikut:

$$2) \text{ Total Durasi Erection} = \frac{12 \text{ buah}}{(0,40 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.84)$$

$$= 4,29 \text{ hari}$$

$$= 5 \text{ hari/span}$$

9. Erection girder P10-P9

a. Cycle time erection PCI girder

$$1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) = \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots\dots(4.85)$$

$$= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$$

$$= 3,19 \text{ menit}$$

$$2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.86)$$

$$= \frac{160}{6}$$

$$= 27,07 \text{ menit}$$

$$3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots\dots\dots(4.87)$$

$$= \frac{40}{0,75}$$

$$= 53,33 \text{ menit}$$

- 4) Peletakan ke *bearingpad* (t_4) = 10 menit
 5) Bracing (t_5) = 15 menit
 6) Waktu Total (t_T) = $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ (4.88)
 = 108,59 menit

b. Produktivitas *erection* PCI girder dengan *launcher girder*

1) Jumlah Siklus dalam 1 jam (N) = $\frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)}$ (4.89)
 = 0,55

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

2) Total Durasi *Erection* = $\frac{12 \text{ buah}}{(0,55 \times 7) / \text{hari}}$ (4.90)
 = 3,12 hari
 = 4 hari/span

10. *Erection girder* P9-P8

a. *Cycle time erection* PCI girder

1) *Stockyard - Trolley* (t_1) = $\frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5$ (4.91)
 = $\frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5$
 = 3,19 menit

2) *Trolley Rail - Launcher* (t_2) = $\frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}}$ (4.92)
 = $\frac{160}{6}$
 = 27,07 menit

3) Pengiriman *Girder* (t_3) = $\frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}}$ (4.93)
 = $\frac{80}{0,75}$
 = 107,07 menit

4) Peletakan ke *bearingpad* (t_4) = 10 menit
 5) *Bracing* (t_5) = 15 menit
 6) Waktu Total (t_T) = $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ (4.94)
 = 162,33 menit

b. Produktivitas *erection* PCI girder dengan *launcher girder*

1) Jumlah Siklus dalam 1 jam (N) = $\frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)}$ (4.95)

$$= 0,56$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 2) \text{ Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,19 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.96) \\ &= 3,06 \text{ hari} \\ &= 4 \text{ hari/span} \end{aligned}$$

11. *Erection girder P8-P7*

a. *Cycle time erection PCI girder*

$$\begin{aligned} 1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) &= \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots(4.97) \\ &= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5 \\ &= 3,19 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \\ &= \frac{240}{6} \\ &= 40 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \\ &= \frac{40}{0,75} \\ &= 53,33 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$4) \text{ Peletakan ke } bearingpad (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} 6) \text{ Waktu Total } (t_T) &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots\dots\dots(4.98) \\ &= 121,52 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. *Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder*

$$\begin{aligned} 1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) &= \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots\dots\dots(4.99) \\ &= 0,49 \end{aligned}$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 2) \text{ Total Durasi } Erection &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,49 \times 7) / \text{hari}} \dots\dots\dots(4.100) \\ &= 3,5 \text{ hari} \\ &= 4 \text{ hari/span} \end{aligned}$$

12. Erection girder P7-P6

a. Cycle time erection PCI girder

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Stockyard - Trolley } (t_1) &= \frac{\text{Tinggi Angkat}}{\text{Kecepatan Angkat}} + \frac{\text{Jarak swing}}{\text{Kecepatan swing}} + 0,5 \dots (4.101) \\
 &= \frac{5}{26,39} + \frac{10}{4} + 0,5 \\
 &= 3,19 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Trolley Rail - Launcher } (t_2) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots (4.102) \\
 &= \frac{240}{6} \\
 &= 40 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Pengiriman Girder } (t_3) &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}} \dots (4.103) \\
 &= \frac{80}{0,75} \\
 &= 107,07 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$4) \text{ Peletakan ke bearingpad } (t_4) = 10 \text{ menit}$$

$$5) \text{ Bracing } (t_5) = 15 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 6) \text{ Waktu Total } (t_T) &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \dots (4.104) \\
 &= 175,26 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

b. Produktivitas erection PCI girder dengan launcher girder

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Jumlah Siklus dalam 1 jam } (N) &= \frac{60}{\text{Waktu Total } (t_T)} \dots (4.105) \\
 &= 0,34
 \end{aligned}$$

Sehingga, jika dalam 1 hari jam kerja selama 7 jam, maka perhitungan durasi *erection* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Total Durasi Erection} &= \frac{12 \text{ buah}}{(0,34 \times 7) / \text{hari}} \dots (4.106) \\
 &= 5 \text{ hari/span}
 \end{aligned}$$

Jadi, total waktu yang diperlukan untuk *erection girder* menggunakan *launching girder* pada masing-masing bentang yaitu pada Tabel 4.20 berikut ini.

Tabel 4.20 Rekapitulasi waktu pelaksanaan *erection girder (Launcher girder)*

NO	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	<i>Installing Launching Girder</i>	11 Hari
2	<i>Installing LCB (rel) dan roll</i>	4 Hari
3	Persiapan Lahan	4 Hari
4	Erection Girder Span A2-P11	3 Hari
5	Erection Girder Span P11-P10	5 Hari
6	Erection Girder Span P10-P9	4 Hari
7	Erection Girder Span P9-P8	4 Hari
8	Erection Girder Span P8-P7	4 Hari
9	Erection Girder Span P7-P6	5 Hari
10	Erection Girder Span P6-P5	5 Hari
11	Erection Girder Span P5-P4	4 Hari
12	Erection Girder Span P4-P3	4 Hari
13	Erection Girder Span P3-P2	3 Hari
14	Erection Girder Span P2-P1	5 Hari
15	Erection Girder Span P1-A1	3 Hari
	Total Waktu Pekerjaan	68 Hari

Sehingga total waktu yang diperlukan untuk *erection girder* menggunakan *launcher girder* adalah 68 hari. Proses ini hanya untuk pekerjaan *erection* dan tidak termasuk pekerjaan *grouting*, *stressing* dan cor.

4.5. Perbandingan Metode yang Digunakan

Dari hasil perhitungan analisis produktifitas alat pada *crawler crane* dan *launcher girder* disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Rekapitulasi waktu pelaksanaan

No	Metode yang digunakan	Waktu Pelaksanaan	
		Total Keseluruhan	Waktu rata-rata tiap girder
1	<i>Crawler Crane</i>	44 Hari	1 Jam
2	<i>Launching Girder</i>	68 Hari	2,5 Jam

Berdasarkan rekapitulasi waktu pelaksanaan masing-masing metode, maka dapat diketahui metode *crawler crane* memiliki waktu pelaksanaan total 44 hari dan metode *launching girder* memiliki waktu pelaksanaan total 68 hari. Data tersebut memperlihatkan bahwa metode *crawler crane* lebih cepat 24 hari daripada metode *launcher girder*.

Adapun, aspek lain yaitu resiko pelaksanaan dari setiap metode *erection girder* pada Tabel 4.22 sebagai berikut:

Tabel 4.22 Kelebihan dan kekurangan metode *erection girder*

Deskripsi	<i>Crawler Crane</i>	<i>Launcher Girder</i>
Lokasi	Dari segi lokasi membutuhkan lahan yang cukup luas	Dari segi lokasi membutuhkan lahan yang relatif lebih kecil
Biaya	Dari sewa alat lebih murah daripada <i>launcher</i> akan tetapi Biaya persiapan lahan lebih mahal daripada sewa alat dilihat dari kondisi geografis	Biaya sewa alat lebih mahal daripada <i>crawler crane</i> tetapi Biaya persiapan lahan lebih murah daripada <i>crawler crane</i> dilihat dari kondisi geografis
Waktu	Dari segi waktu lebih cepat	Dari segi waktu lebih lama daripada <i>crawler crane</i>
Cuaca	Beresiko tinggi apabila musim hujan	Beresiko tinggi apabila musim hujan
SDM	Mebutuhkan pekerja lebih banyak daripada metode <i>launcher girder</i>	Mebutuhkan pekerja lebih sedikit daripada metode <i>crawler crane</i>
Peralatan	Mobilisasi alat lebih mudah daripada <i>launcher girder</i>	Mobilisasi alat lebih sulit dan butuh waktu agak lama daripada <i>crawler crane</i>
Material	Posisi material harus dekat dengan alat.	Posisi material bisa jauh dari material
Risiko K3	Memiliki resiko kecelakaan kerja lebih tinggi daripada <i>launcher</i>	Memiliki resiko kecelakaan kerja lebih rendah daripada <i>crawler crane</i>