



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**KEPUTUSAN DEKAN**

Nomor: 120 Tahun 2023

Tentang:

**DOSEN PEMBIMBING SEMINAR TA**  
**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**  
**TAHUN AKADEMIK 2023/2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

- Menimbang : a. bahwa seminar TA merupakan mata kuliah wajib di dalam kurikulum Program Studi S1 Teknik Sipil, yang dalam pelaksanaannya melibatkan proses pembimbingan terhadap mahasiswa.  
b. bahwa berdasarkan butir a tersebut di atas, perlu ditetapkan dosen pembimbing untuk setiap mahasiswa.  
c. bahwa nama-nama yang tercantum pada lampiran keputusan ini dipandang mampu melaksanakan tugas sebagai dosen pembimbing seminar TA Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMJ.  
d. bahwa untuk itu perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang Republik Indonesia, Nomor: 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Undang-undang Nomor: 12 Tahun 2012 tanggal 10 Agustus 2012 tentang Pendidikan Tinggi;  
3. Peraturan Pemerintah Nomor: 04 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
4. Undang-undang Replublik Indonesia Nomor: 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.  
5. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;  
6. Pedoman Pimpinan Pusat Muhammadiyah Nomor: 02/PED/I.0/B/2012 tanggal 16 April 2012 tentang Perguruan Tinggi Muhammadiyah;  
7. Statuta Universitas Muhammadiyah Jakarta Tahun 2022;  
8. Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Jakarta Nomor: 364 Tahun 2020 tanggal 9 Juli 2020 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta masa jabatan 2020-2024.
- Memperhatikan : Surat dari Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil tentang dosen pembimbing seminar TA Prodi Teknik Sipil Tahun Akademik 2023/2024.

**MEMUTUSKAN:**

- Menetapkan : Keputusan Dekan tentang Dosen Pembimbing Seminar TA Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta Tahun Akademik 2023/2024.
- Pertama : Mengangkat nama-nama sebagaimana tercantum dalam lampiran keputusan ini sebagai dosen pembimbing Seminar TA Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Kedua : Salinan keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan dan pihak-pihak terkait untuk diketahui, dipedomani, dan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dan apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di: Jakarta

Pada tanggal: 26 Shafar 1445

11 September 2023



N. Rian Purnawan, S.T., M.Chem.Eng.

NID: 20.773



Tembusan:

1. Dekanat
2. Kaprodi Teknik Sipil

Lampiran Keputusan Dekan FT-UMJ  
Nomor : 120 Tahun 2023  
Tanggal : 26 Shafar 1445 / 11 September 2023

**DOSEN PEMBIMBING SEMINAR TA  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA  
TAHUN AKADEMIK 2023/2024**

No.	N a m a	Jabatan Akademik
1	Prof. Dr. Ir. Sarwono Hardjomuljadi, M.T., M.H.	Guru Besar
2	Dr. Ir. Saihul Anwar, M.Eng, M.M.	Lektor Kepala
3	Ir. Andi Maddeppungeng, M.T.	Lektor Kepala
4	Dr. Ir. Haryo Koco Buwono, M.T.	Lektor
5	Dr. Nurlaelah, S.T., M.T.	Lektor
6	Dr. Mohammad Imamuddin, S.T., M.T.	Lektor
7	Ir. Trijeti, M.T.	Lektor
8	Tanjung Rahayu Raswitaningrum, S.T., M.T.	Lektor
9	Ir. Harwidyo Eko Prasetyo, S.T., M.T.	Lektor
10	Dr. Ir. Heri Khoeri, M.T.	Asisten Ahli
11	Ir. Muhammad Aswanto, ST., M.T.	Asisten Ahli
12	Budi Satiawan, S.T., M.T.	Asisten Ahli
13	Ir. Hidayat Mughnie, M.T.	Asisten Ahli
14	Andika Setiawan, S.T., M.T.	Asisten Ahli
15	Ir. Basit Al Hanif, S.T., M.T.	Asisten Ahli
16	Budiman, S.T., M.T.	Asisten Ahli
17	Ir. Irvanda Satya Soerjatmodjo, S.T., M.Sc.	Asisten Ahli
18	Rachmad Irwanto, S.T., M.Sc., M.Pet.Eng.	Asisten Ahli

Dekan,  
  
Ir. Irfan Purnawan, S.T., M.Chem.Eng.   
NID: 20.773

**BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR  
PERIODE AGUSTUS 2024**

Ujian Sidang Tugas akhir yang telah diselenggarakan pada tanggal 14 Agustus 2024, berdasarkan musyawarah dari Tim Penguji Tugas Akhir perlu dilakukan perbaikan Tugas Akhir sebagai berikut :

**Nama : AMIRUL YANUAR IHSAN (20210410160001)**

**Pembimbing I : Dr. Nurlaelah, S.T., M.T**

**Penguji**

Verifikasi  
Koordinator TA :

**Ketua : Andika Setiawan, S.T., M.T**

**Anggota : Ir. Harwidyo Eko Prasetyo, S.T., M.T**

**Ir. Basit Al Hanif, S.T., M.T**

**Perbaikan Skripsi :**

- Tambahkan sub bab 2.1, Perbaiki bab V, Perbaiki diagram alir;
- Tambahkan spesifikasi tiap crane untuk menentukan kapasitas angkut dalam tabel;
- Isi laporan disesuaikan dengan format penulisan laporan tugas akhir;
- Validasi pertanyaan dalam pengumpulan data, Tidak terdapat instrumen pengumpulan data, Pada tujuan ditambahkan erection eksisting untuk tahu perbandingannya;
- Revisi total kesimpulan. Kesimpulan merupakan intisari dari penelitian. Bukan diskusi ataupun penjelasan. Kesimpulan merujuk pada penelitian yang ditinjau;
- Revisi judul. Jika yang dibandingkan berat maka ada kata berat untuk memahami isi dari penelitian yang ditinjau;
- Hipotesis sesuaikan dengan tujuan, Pada bab 3 revisi flow chart untuk ada decision;
- Berkaitan pengumpulan direvisi narasi berkaitan wawancara. Penelitian ini apakah data produktivitas berdasarkan kuesioner atau kemampuan alat ? Sesuaikan;

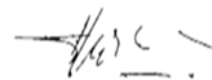
Jakarta, 14 Agustus 2024

Ketua Tim Penguji



**Andika Setiawan, S.T., M.T**

Telah diperiksa & disetujui oleh



**Dr. Nurlaelah, S.T., M.T**

## HASIL UJIAN SIDANG S1 PERIODE AGUSTUS 2024

Hasil ujian sidang S1 yang dilaksanakan pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, tanggal 14 Agustus 2024, pukul 15.00 WIB, menyatakan bahwa:

Nama : **AMIRUL YANUAR IHSAN**  
NIM : **20210410160001**  
Dengan Nilai : **(B) 73.66**

Hasil ini adalah hasil musyawarah Dewan Sidang S1 Periode Agustus 2024 dan sebagai salah satu syarat kelulusan. Surat kelulusan resmi berupa Ijazah akan dikeluarkan oleh Rektor Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Jakarta, 14 Agustus 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil  
  
Ir. Trijeti, MT

Koordinator Tugas Akhir

Teknik Sipil  
  
Andika Setiawan, ST, MT

Informasi Pasca Sidang  
Silahkan scan QR Code  
berikut



Laporan Tugas Akhir

**PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS PERALATAN CRANE  
PADA *ERECTION GIRDER* BENTANG 31,6 METER  
BERDASARKAN *ONE CYCLE TIME* DAN *MULTI CYCLE  
TIME* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol  
Cimanggis-Cibitung seksi 2)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Sipil



DISUSUN OLEH:

**NAMA : AMIRUL YANUAR IHSAN**

**NIM : 20210410160001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA**

**2023**

# Kata Pengantar

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

*Alhamdulillah* rabbi'l'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena atas Rahmat serta Karunia-Nya, Penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Produktivitas Peralatan *crane* pada *erection girder* bentang 31,6 meter (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2)" dengan lancar dan tidak terkendala suatu apapun.

Sholawat serta salam tak lupa penyusun haturkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW, semoga penyusun dan yang membaca laporan ini diberikan ilmu yang bermanfaat.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Jakarta

Pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ma'mun Murod, S.Sos., M.Si. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Jakarta.
2. Bapak Irfan Purnawan, S.T., M.Chem.Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
3. Ibu Ir. Trijeti, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta.
4. Ibu Tanjung Rahayu Raswitaningrum, ST., MT Selaku Dosen dan Pembimbing Akademik.
5. Ibu Dr. Nurlaelah, ST., MT Selaku dosen pembimbing pada tugas akhir.
6. Bapak Rachmad Irwanto, ST., M.Sc., M.Pet.Eng. selaku dosen pembimbing pada tugas akhir.
7. Bapak Hardiansyah Selaku *Project Manager* Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2 dari PT. Waskita Karya (Persero) Tbk., yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.

8. Bapak Surya Handoko selaku *Engineering Manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) TBK., yang telah membantu penyusun dalam menjawab pertanyaan wawancara untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bapak Simon selaku *Assistant Engineering* dari PT. Waskita Karya (Persero) TBK, yang telah membantu penyusun selama melakukan penelitian di lapangan.
10. Kedua Orang Tua saya yang selalu memberikan support, serta do'a sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
11. Imran Setiadi dan Ahmad Yulian Dinata.
12. Uwak Tio dan Uwak Dani, Om Jajang dan Bi Ita, Om Firman dan Bi Pepih, Bi Elis, Om Rahmat dan Bi Reni, Om Iskandar dan Bi Yeti yang telah memberikan nasihat dan semangat agar saya menyelesaikan tugas akhir.
13. Teman-teman di kampus, khususnya mahasiswa dan mahasiswi dari Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
14. Semua Pihak yang telah membantu tugas akhir ini sampai selesai.

Semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan yang telah kalian semua berikan.

Penyusun memohon maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan ini yang jauh dari sempurna, dan memohon masukan dan koreksi agar tugas akhir ini bisa menjadi lebih baik.

Akhir kata penyusun ucapkan terimakasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Jakarta,

Penyusun



## ABSTRAK

Dalam pelaksanaannya, *erection girder* Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis Cibitung seksi 2 ini menggunakan metode crane. Dan metode ini digunakan pada *Overpass* Supratman yang berada di Sta. 46+043 dan memiliki 3 Span dengan berbagai ukuran yaitu Span A1-P1 memiliki bentang girder 41,4 meter dengan tinggi 2,3 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, Span P1-P2 memiliki bentang girder 31,6 meter dengan tinggi 1,85 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, Span P2-A2 memiliki bentang girder 47,4 meter dengan tinggi 2,3 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, berada pada Jakarta *Outer Ring Road* 2 Sta. 27+070 sampai Sta. 50+084. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan analisis produktivitas dalam *one cycle time* dan *multi cycle time*. Hasil dari penelitian produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* adalah 1,41 Jam, Hasil produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* adalah 0,92 Jam, Untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time*, didapat analisis biaya pekerjaan *erection girder* dan operasional dapat sebesar Rp 155.889.244, Untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time*, didapat analisis biaya pekerjaan *erection girder* dan operasional dapat sebesar Rp 4.607.166

**Kata Kunci:** Produktivitas, *Crane*, *Erection Girder*, *One Cycle Time*, *Multi Cycle Time*, Analisis Biaya

## **ABSTRACT**

*In its implementation, the erection girder of Cimanggis Cibitung Toll Road Construction Project section 2 uses the crane method. And this method is used on Supratman Overpass which is located at Sta. 46+043 and has 3 Spans with various sizes, namely Span A1-P1 has a girder span of 41.4 meters with a height of 2.3 meters with a total of 17 girders, Span P1-P2 has a girder span of 31.6 meters with a height of 1.85 meters with a total of 17 girders, Span P2-A2 has a girder span of 47.4 meters with a height of 2.3 meters with a total of 17 girders, located on the Jakarta Outer Ring Road 2 Sta. 27+070 to Sta. 50+084. This research was conducted to determine the comparison of productivity analysis in one cycle time and multi cycle time. The results of the research productivity of crane equipment on girder erection for two days in one cycle time is 1.41 hours, The results of crane equipment productivity on girder erection for two days in multi cycle time is 0.92 hours, For the productivity of crane equipment on girder erection for two days in one cycle time, obtained cost analysis of girder erection and operational work can be Rp 155,889,244, For the productivity of crane equipment on girder erection for two days in multi cycle time, obtained cost analysis of girder erection and operational work can be Rp 4,607,166.*

**Keywords:** *Productivity, Crane, Girder Erection, One Cycle Time, Multi Cycle Time, Cost Analysis*

# Daftar Isi

Lembar Judul	
Lembar Pengesahan.....	
Kata Pengantar .....	ii
Abstrak .....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Tabel .....	ix

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah Penelitian .....	I-2
1.3 Rumusan Masalah Penelitian .....	I-2
1.4 Batasan Masalah Penelitian .....	I-3
1.5 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.6 Hipotesis .....	I-3
1.7 <i>Fishbone</i> .....	I-4

## **BAB II LANDASAN TEORI**

2.1 Manajemen Alat Berat .....	II-1
2.2 Definisi <i>Mobile Crane</i> .....	II-2
2.3 Jenis-jenis <i>Mobile Crane</i> .....	II-2
2.4 Sistem Penggerak Pada Peralatan <i>Crane</i> .....	II-9
2.5 Kapasitas Peralatan <i>Crane</i> .....	II-10
2.6 Mekanisme Kerja Peralatan <i>Crane</i> .....	II-11
2.7 Produktivitas Alat Berat .....	II-12
2.8 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas .....	II-13
2.9 Efisiensi Kerja Alat Berat .....	II-15
2.10 Metode Pelaksanaan <i>Erection girder</i> .....	II-15
2.11 Manajemen Proyek.....	II-17
2.12 Ringkasan Jurnal Terkait .....	II-20

2.13	Tinjauan Literatur terkait produktivitas crane .....	II-22
2.14	Kajian Islam.....	II-24

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alur Penelitian.....	III-1
3.2	Rancangan Penelitian .....	III-2
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	III-2
3.4	Responden Penelitian .....	III-3
3.5	Pengumpulan Data.....	III-4
3.5.1	Data Primer.....	III-4
3.5.2	Data Sekunder .....	III-4
3.5.3	Pertanyaan Wawancara.....	III-4
3.6	Dasar-dasar Perhitungan.....	III-6

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1	<i>One Cycle Time</i> .....	IV-1
4.1.1	<i>Method</i> .....	IV-1
4.1.2	<i>Money</i> .....	IV-5
4.1.3	<i>Man</i> .....	IV-6
4.1.4	<i>Material</i> .....	IV-8
4.1.5	<i>Machine</i> .....	IV-13
4.2	<i>Multi Cycle Time</i> .....	IV-14
4.2.1	<i>Method</i> .....	IV-14
4.2.2	<i>Money</i> .....	IV-25

### **BAB V DISKUSI dan KESIMPULAN**

5.1	Kesimpulan .....	V-1
-----	------------------	-----

## Daftar Tabel

Tabel 2.1 <i>Load chart TEREX PL7000 (250 Ton)</i> .....	II-6
Tabel 2.2 <i>Power Unit Crane Hitachi Sumitomo SCX 2800-2</i> .....	II-8
Tabel 2.3 <i>Load Chart Hitachi Sumitomo SCX 2800-2 (275 Ton)</i> .....	II-8
Tabel 4.1 Perhitungan biaya sewa alat ( <i>one cycle time</i> ) .....	IV-5
Tabel 4.2 Perhitungan biaya operasional ( <i>one cycle time</i> ) .....	IV-5
Tabel 4.3 <i>Material</i> yang digunakan .....	IV-9
Tabel 4.4 Klasifikasi <i>Wire Rope</i> .....	IV-10
Tabel 4.5 Klasifikasi <i>shackle</i> .....	IV-11
Tabel 4.6 <i>Power Unit Crane Hitachi Sumitomo SCX 2800-2</i> .....	IV-13
Tabel 4.7 Perhitungan biaya sewa alat ( <i>multi cycle time</i> ).....	IV-25
Tabel 4.8 Perhitungan biaya operasional ( <i>multi cycle time</i> ).....	IV-25

## Daftar Gambar

Gambar 1.1 <i>Fishbone</i> .....	I-4
Gambar 2.1 <i>Crane Terex PL7000</i> .....	II-3
Gambar 2.2 <i>Crane Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub></i> .....	II-7
Gambar 2.3 <i>Rough Terrain Crane</i> .....	II-9
Gambar 2.4 <i>Teleskopik Crane</i> .....	II-10
Gambar 2.5 <i>Erection girder menggunakan crane</i> .....	II-17
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian .....	III-3
Gambar 3.3 Tampilan tampak atas <i>overpass</i> Supratman .....	III-3
Gambar 4.1 <i>PCI Girder</i> .....	IV-10
Gambar 4.2 <i>Steel Plate</i> .....	IV-11
Gambar 4.3 Spesifikasi <i>Crawler Crane 275 ton (Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>)</i> .....	IV-12
Gambar 4.4 Spesifikasi <i>Crawler Crane 250 ton (TEREX PL 7000)</i> .....	IV-12

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Ervianto (2002) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Proyek konstruksi (Gould, 2002, dalam Eka Danyanti, 2010), dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendirikan suatu bangunan yang membutuhkan sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material dan peralatan. Seperti pada proyek pembangunan jalan tol (Studi kasus: Jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2).

Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis Cibitung seksi 2 ini, untuk pelaksanaan erection girder menggunakan metode crane. Metode ini digunakan pada *Overpass* Supratman yang berada di Sta. 46+043 dan memiliki 3 Span dengan berbagai ukuran yaitu Span A1-P1 memiliki bentang girder 41,4 meter dengan tinggi 2,3 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, Span P1-P2 memiliki bentang girder 31,6 meter dengan tinggi 1,85 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, Span P2-A2 memiliki bentang girder 47,4 meter dengan tinggi 2,3 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, berada pada Jakarta *Outer Ring Road 2* Sta. 27+070 sampai Sta. 50+084.

Crane adalah salah satu pesawat pengangkat dan pemindah material. Biasanya alat berat satu ini digunakan untuk memindahkan suatu barang dalam jumlah yang banyak dan berat. Alat satu ini memiliki bentuk yang panjang dan kemampuan mengangkat sangat kuat. Mampu berputar sampai 360 derajat dengan jangkauan hingga puluhan meter. Biasanya alat ini sering sekali digunakan dalam pekerjaan proyek, perbengkelan, industri, pelabuhan, pergudangan dan masih banyak lainnya.

Katrol atau crane adalah mesin yang pada umumnya akan beroperasi dengan minyak ataupun sistem hidraulik dan pastinya dengan bantuan sistem pneumatik atau udara. Alat ini mengangkat muatan secara vertikal dan kearah horizontal untuk menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan mekanisme. Oleh sebab itu, terdapat beberapa jenis crane yang disesuaikan dengan metode kerjanya, seperti one cycle time dan multi cycle time.

Sesuai dengan beberapa metode kerja crane yang ada, maka dilakukanlah penelitian terkait produktivitas crane dengan one cycle time dan multi cycle time pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2. Karena berdasarkan penelusuran penulis, penelitian ini belum pernah dilakukan oleh beberapa peneliti, khususnya di Indonesia.

## 1.2 Identifikasi Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat di identifikasikan masalah sebagai berikut:

- a) Belum ada penelitian terkait perbandingan produktivitas untuk penggunaan *crane* pada *erection girder* berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.
- b) Diduga, produktivitas penggunaan *crane* pada *erection girder* tidak sesuai harapan.

## 1.3 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan indentifikasi masalah di atas maka didapatkan rumusan masalah penelitian adalah

- a) Bagaimana perbandingan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*?
- b) Bagaimana perbandingan analisis biaya produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*?



## 1.4 Batasan Masalah Penelitian

Berikut batasan masalah untuk pembahasan Analisis:

- a) Penelitian ini dilaksanakan pada *girder* bentang 31,6 meter.
- b) Analisis ini menggunakan 2 peralatan *crane* berkapasitas 250 Ton dan 275 Ton.
- c) Analisis ini menggunakan cara observasi (*survey*) dan wawancara untuk mengetahui metode pelaksanaan pada *erection girder* dengan peralatan *crane*.

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

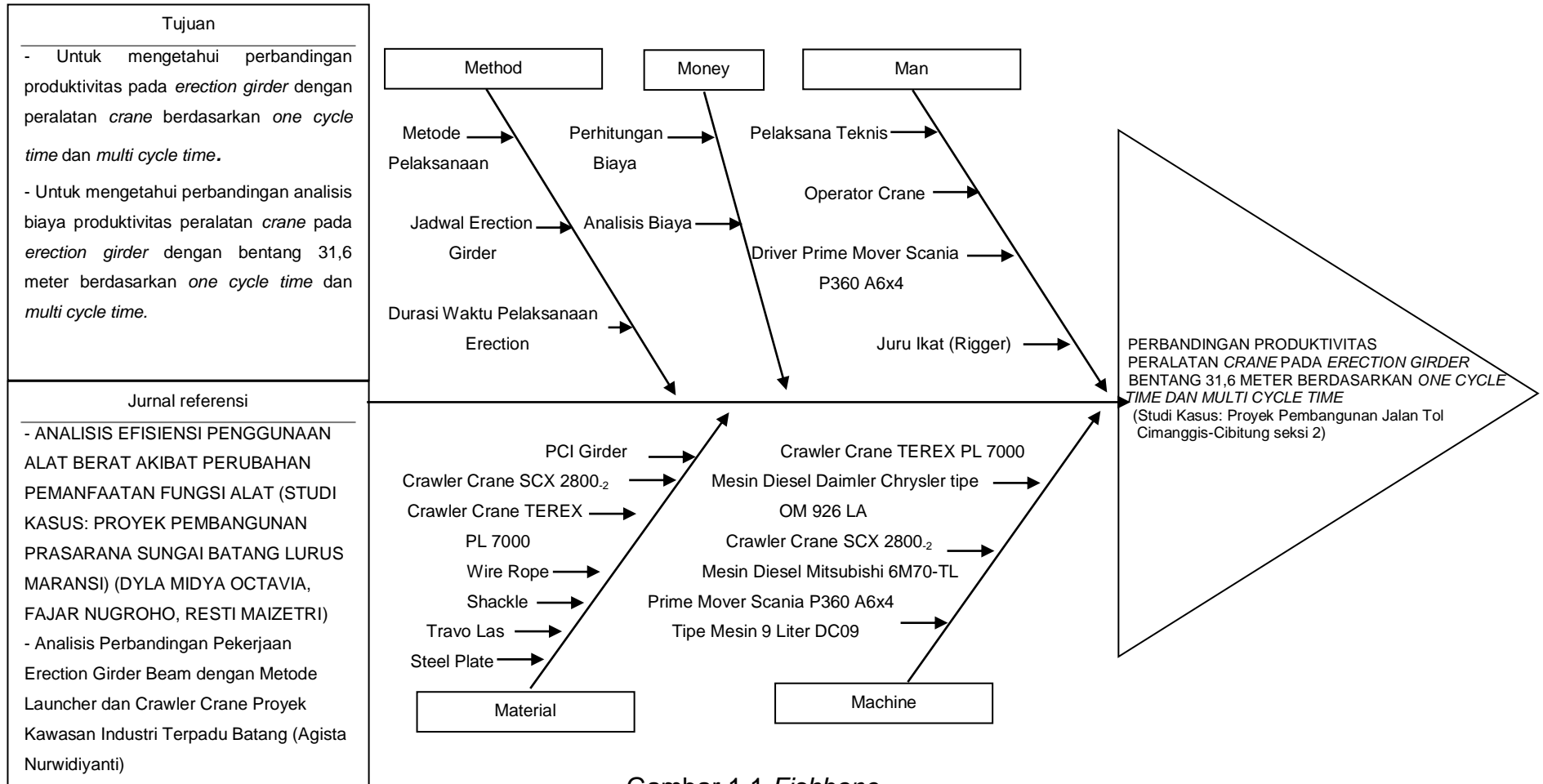
- a) Untuk mengetahui perbandingan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.
- b) Untuk mengetahui perbandingan analisis biaya produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.

## 1.6 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil dari rumusan masalah sebagai berikut:

- a) Produktivitas *multi cycle time* lebih efektif dan cepat dibanding *one cycle time*.
- b) Analisis biaya untuk Produktivitas *multi cycle time* lebih murah dibanding *one cycle time*.

## 1.7 Fishbone



Gambar 1.1 Fishbone.

Sumber: Dibuat oleh penyusun. (2023)

## **BAB II**

### **Landasan Teori**

#### **2.1 Manajemen Alat Berat**

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan.

Menurut Rosiyanti (2002) alat-alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Tujuan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat dan diharapkan hasilnya akan lebih baik.

Menurut Wilopo, (2009) keuntungan-keuntungan yang di peroleh dengan menggunakan alat berat antara lain:

1. Waktu pengerjaan lebih cepat

Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.

2. Tenaga besar

Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.

3. Ekonomis

Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.

4. Mutu hasil kerja lebih baik

Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi. Menurut Benjamin (1991), Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi dilapangan, agar dapat berproduksi seoptimal dan seefisien mungkin.

Faktor – faktor yang mempengaruhi yaitu:

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.
2. Syarat-syarat kerja serta rencana kerja yang tertulis dalam kontrak.
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah dan keterbatasan lahan.
4. Letak daerah/lokasi, meliputi keadaan cuaca, *temperature*, angin, ketinggian dan sumber daya.
5. Jadwal rencana pelaksanaan yang digunakan

## **2.2 Definisi *Mobile Crane***

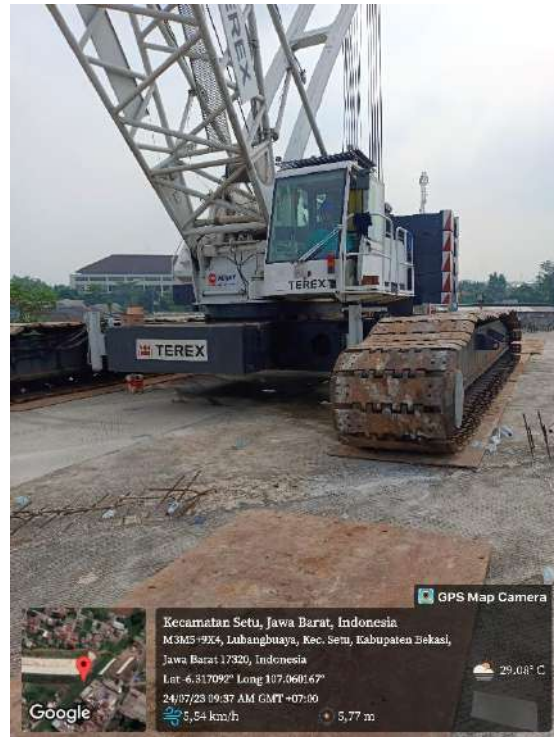
*Mobile crane* merupakan alat berat berupa *truck* atau sejenisnya untuk melakukan pengangkutan material baik dalam arah horizontal maupun vertical yang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain atau melakukan mobilitas. Selain itu lengan boom dapat dikendalikan dengan sistem hidrolis (*hydraulic controlled*) selama masih didalam proyek. *Mobile crane* yang dipasang pada unit *truck* sebagai *superstructure* dapat berputar (*slewing*) dan untuk menjaga kestabilan alat pada saat bekerja, maka dilengkapi dengan *outriggers* yang dapat diatur.

## **2.3 Jenis-jenis *Mobile Crane***

Menurut Rostiyanti (2002), jenis-jenis dari *mobile crane* adalah:

### **1. *Crawler crane***

Tipe ini mempunyai bagian atas dapat bergerak 360°, dengan roda besi/*crawler* maka *crane* tipe ini dapat bergerak didalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Alat tersebut bisa dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2



Gambar 2.1 Crane Terex PL7000

Sumber: Dokumentasi Penyusun (2023)

*Technical description* dari crane Terex PL7000 diantaranya:

a) *Carbody Carrier.*

i. *Carbody Crawler:*

Pengangkut 3 bagian yang terdiri dari *carbody* dan dua *crawler*. Silinder pin hidrolic antara *crawler* dan ke *carbody* menyediakan kemudahan perakitan dan pelepasan untuk meminimalkan lebar dan berat untuk transportasi. Struktur las tahan lentur dan torsi dari konstruksi tipe kotak, dibuat dari baja struktural.

Rangka samping: struktur las baja struktural yang tahan lentur. *Track pad*, *idler*, dan roda penggerak dibuat dari baja tuang berkekuatan tinggi yang diberi perlakuan panas. Baja cor berkekuatan tinggi yang diberi perlakuan panas pada *track roller* dan *roller* pembawa.

14 *track roller* dan 2 *roller* pembawa disetiap rangka samping dengan permukaan *rolling* yang di perkeras.

ii. *Power Train:*

Setiap *crawler* ditenagai oleh satu motor hidrolic melalui unit roda gigi planet tertutup yang bekerja. Setiap *crawler* beroperasi dengan sistem kontrol *independent variable*.

- iii. *Outrigger cylinder & Pin cylinder:*

Mewujudkan pembongkaran/perakitan mandiri pada *crawler* dan bongkar/muat mesin dasar. Setiap *crawler* dirancang dengan dua silinder pin hidrolik untuk melepaskan *crawler* dari mesin dasar dengan mudah.
- b) *Superstructure*
  - i. *Counterweight Frame:*

92,5ton penyeimbang pada mesin dasar (termasuk baki penyeimbang). Struktur las tahan torsi yang dibuat dari baja struktural. Terhubung ke pembawa dengan cincin putar bantalan rol tiga baris.
  - ii. *Drive:*

Mesin diesel *Daimler Chrysler* tipe *OM 926 LA*, 240 kW, 2100 rpm. Mesinnya mematuhi peraturan *EUROMOT 2a*. Desain sumbu bengkok ganda variable, menghubungkan pompa piston aksial dengan desain *swashplate* untuk transmisi sirkuit tertutup hidrostatis dan pompa roda gigi, kontrol penggerak.
  - iii. *Rope Drums:*

Dilengkapi dengan 3 tali drum antara lain *hoist 1*, *hoist 2*, dan *boom hoist*. Drum *LEBUS* diadopsi untuk memastikan *reeving* normal dalam beberapa lapisan. Drum digerakkan menggunakan motor dengan peredam roda gigi planet, rem cakram basah normal-tertutup yang dipasang di internal. Katup penyeimbang *Rexroth (BVD)* dan motor harus dipasang saling berhadapan untuk menghindari kecepatan motor yang tidak normal dan retakan pipa serta memastikan jatuhnya mulus dan stabil.
  - iv. *Gantry Slewing System:* Peningkatan efek pemasangan *boom* utama.

Pompa tertutup: *pinion* digerakkan menggunakan motor *slewing* dengan peredam roda gigi planet, dengan kontrol proporsional elektromagnetik.  
Rem cakram tertutup normal dengan sirkuit oli pengereman penyangga akan memungkinkan rem *slewing* yang lebih stabil, inersia *slewing* yang dirancang dapat berfungsi *slewing* yang akurat, yang dapat mewujudkan fungsi penyetaraan pusat gravitasi beban.
  - v. *Control System:*

Dilengkapi dengan pengontrol *EPEC Finlandia* dengan layer *LCD* berwarna dan *joystick* kontrol elektronik *Gessman* dari Jerman.

Informasi pengoperasian mesin, mesin hidrolik dan momen beban serta grafik kapasitas angkat dapat ditampilkan pada layar dan layar akan menampilkan kode kesalahan yang relevan ketika sistem bekerja dalam kondisi tidak normal.

vi. *Cabin:*

Kabin nyaman dengan kaca depan besar dan AC. Kaca anti pecah disekelilingnya. Instrumentasi lengkap dan kontrol derek. Sistem kamera dipasang untuk memantau drum tali. Kabin dapat diangkat keatas dengan silinder dan memperbesar pandangan kabin.

vii. *Electrical Equipment:*

Sistem 24 Volt DC (2 buah baterai 12 Volt, 165 AH).

c) *Optional Equipment*

i. *Counterweight: Penyeimbang perakitan sendiri.*

ii. *GPS: Diagnosis jarak jauh GPS/GSM dan penentuan posisi satelit.*

d) *Tabel load chart TEREX PL 7000 (250 Ton)*

Tabel 2.1 Load Chart Terex PL7000 (250 Ton)

		80 t + 20 t central ballast · 80 t + 20 t 中心配重										7.50 m		360°		GB / ISO	
		16.2m	22.2m	28.2m	34.2m	40.2m	46.2m	52.2m	55.2m	58.2m	61.2m						
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	m	t	t			
5.3	250.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	-	-			
6	218.4	203.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-			
7	182.0	172.7	166.5	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-			
8	165.5	156.5	148.6	139.3	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-			
9	140.6	133.7	127.6	122.2	116.7	-	-	-	-	-	-	9	-	-			
10	122.3	116.8	111.9	107.3	103.2	97.1	-	-	-	-	-	10	-	-			
12	95.0	92.8	89.2	86.1	83.1	80.3	78.2	75.6	-	-	-	12	-	-			
14	76.9	76.4	74.2	71.7	69.3	67.1	65.5	64.6	63.5	62.2	14	14	62.2	62.2			
15	-	69.7	68.4	66.2	64.1	62.0	60.6	59.8	58.9	58.0	15	15	58.0	58.0			
16	-	64.2	63.4	61.5	59.5	57.6	56.4	55.5	54.8	53.9	16	16	53.9	53.9			
18	-	55.0	54.5	53.6	51.9	50.2	49.2	48.5	47.7	47.0	18	18	47.0	47.0			
20	-	48.2	47.5	46.9	46.2	44.4	43.4	42.7	42.1	41.5	20	20	41.5	41.5			
22	-	-	42.0	41.4	40.9	39.6	38.6	38.2	37.5	37.0	22	22	37.0	37.0			
24	-	-	37.5	37.0	36.3	35.7	34.9	34.3	33.8	33.4	24	24	33.4	33.4			
26	-	-	-	33.4	32.7	32.0	31.4	31.2	30.7	30.2	26	26	30.2	30.2			
28	-	-	-	30.3	29.6	28.9	28.4	28.1	27.8	27.5	28	28	27.5	27.5			
30	-	-	-	27.6	26.9	26.3	25.7	25.5	25.2	24.9	30	30	24.9	24.9			
32	-	-	-	-	24.8	24.1	23.5	23.1	22.8	22.5	32	32	22.5	22.5			
34	-	-	-	-	22.8	22.0	21.4	21.1	20.9	20.6	34	34	20.6	20.6			
36	-	-	-	-	-	20.4	19.8	19.4	19.1	18.8	36	36	18.8	18.8			
38	-	-	-	-	-	18.8	18.2	17.9	17.6	17.3	38	38	17.3	17.3			
40	-	-	-	-	-	17.5	16.7	16.4	16.5	15.9	40	40	15.9	15.9			
42	-	-	-	-	-	-	15.6	15.3	14.9	14.6	42	42	14.6	14.6			
44	-	-	-	-	-	-	14.5	14.1	13.8	13.5	44	44	13.5	13.5			
46	-	-	-	-	-	-	13.4	13.1	12.8	12.4	46	46	12.4	12.4			
48	-	-	-	-	-	-	-	12.2	11.9	11.5	48	48	11.5	11.5			
50	-	-	-	-	-	-	-	-	11.0	10.6	50	50	10.6	10.6			
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.9	52	52	9.9	9.9			
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2	54	54	9.2	9.2			

Sumber: *Terex powerlift 7000*

Dilihat dari tabel diatas kapasitas angkut dari crane 250 Ton sebesar 54,5 Ton



Gambar 2.2 Crane Hitachi Sumitomo SCX 2800-2

Sumber: Dokumentasi Penyusun (2023)

Specifications Hitachi Sumitomo SCX2800-2 diantaranya:

a) *Superstructure*

i. *Upper Revolving Frame:*

Konstruksi yang kokoh, dilas seluruhnya, dikerjakan dengan mesin presisi. Permukaan mesin yang disediakan untuk pemasangan rakitan, kerekan beban dan kerekan boom dan dipasang pada bantalan meja putar. Dan *pin bail frame* dengan mesin 12 *sheave* dan *single center sheave* dengan rasio 21,0 *D/d* untuk *boom hoist reeving* 2x12 bagian.

ii. *Turntable Bearing with Internal Slewing Gear:*

Tugas berat, jenis bola geser tunggal, lintasan dalam bantalan meja putar dengan integral, roda gigi *slewing* (cincin) internal dibaut ke rangka bawah, lintasan luar bantalan meja putar dibaut ke rangka putar atas.

iii. *Control System:*

Sistem berisi dua set katup tandem rangkap tiga yang mengarahkan oli ke berbagai fungsi alat berat dan digerakkan oleh tuas kontrol melalui servo hidrolik yang dikendalikan jarak jauh untuk semua gerakan.



Kecepatan kerja dapat dikontrol secara tepat dengan tipe *throttle* sepeda motor dan tuas kontrol sumbu tunggal yang dioperasikan oleh kursi berlingan oleh pilot yang bekerja sama dengan “EPC” yang memvariasikan *RPM* dan kecepatan mesin. Sistem juga menggunakan sirkuit hidrolik unik yang dirancang khusus untuk memaksimalkan tenaga kuda drum, dan mengurangi tenaga kuda dengan menghilangkan kemungkinan mesin mati.

b) Tabel spesifikasi tabel power unit dan *load chart*

i. *Power Unit*:

Tabel 2.2 *Power Unit Crane Hitachi Sumitomo SCX 2800-2*

Buat & Model	<i>Mitsubishi 6M70-TL</i>
Jenis	Berpendingin air, 4 siklus, injeksi langsung, <i>turbocharged</i> , diesel dengan kipas pendingin otomatis
Jumlah Silinder	Enam (6)
Bor & Pukulan	130 mm x 150 mm
Pemindahan	12880cc
Nilai Keluaran	272 kW/2000 mnt <sup>1</sup> (370 ps/2000 rpm)
Torsi Maksimum	1510 N-m/1600 mnt <sup>1</sup> (154kgf-m/1600 rpm)
Tangki Bahan Bakar	500 Liter

Sumber: *SCX 2800-2 Specifications*

ii. *Tabel load chart*

Tabel 2.3 *Load Chart Hitachi Sumitomo SCX 2800-2 (275 Ton)*

Boom length (m) Working radius (m)	15.25	18.30	21.35	24.40	27.45	30.50	33.50	36.55	39.65	42.65	45.70	48.75	51.80	54.85	57.90
4.3	275.0														
4.5	260.4	240.3													
5.0	244.3	242.4	215.5												
5.5	223.5	223.3	215.1	193.0											
6.0	205.6	205.6	205.3	204.9	186.0	182.0									
7.0	177.6	177.9	177.0	176.8	176.3	162.0	149.5	135.7							
8.0	155.9	155.7	154.1	155.1	154.8	154.6	147.6	131.3	120.3	107.5	97.5	88.4	80.2	72.8	66.0
9.0	138.8	139.6	138.3	138.0	137.6	136.6	132.6	130.5	119.3	121.5	108.4	94.5	81.1	69.2	58.7
10.0	125.0	124.8	124.5	124.1	123.9	121.0	117.6	118.0	113.0	110.0	107.4	94.5	85.0	71.0	60.7
12.0	102.0	102.2	102.1	102.0	100.1	97.8	95.4	94.6	92.5	90.3	88.4	86.5	84.5	81.0	77.5
14.0	81.9	82.0	81.9	81.7	81.5	81.5	79.9	79.6	77.9	76.1	74.7	73.2	71.6	70.3	68.9
16.0	71.1	69.3	68.0	67.9	67.8	67.5	67.3	66.4	67.0	65.6	64.5	63.2	61.9	60.7	59.7
18.0		58.6	57.7	57.6	57.4	57.3	57.0	56.2	56.0	57.4	59.5	55.4	54.2	53.2	52.4
20.0			56.0	49.9	49.7	49.5	49.3	50.4	50.2	49.9	49.7	49.1	48.1	47.5	46.5
22.0				45.5	43.6	43.5	43.2	44.2	44.0	43.7	43.5	43.4	43.0	42.2	41.5
24.0					41.8	38.7	38.5	38.2	39.3	39.0	38.7	38.7	38.4	38.1	37.5
26.0						35.7	34.5	34.2	35.2	35.0	34.7	34.5	34.3	34.0	33.6
28.0							31.2	30.8	31.8	31.6	31.2	31.2	30.9	30.6	30.2
30.0								28.0	29.0	28.7	28.3	28.2	28.0	27.7	27.2
32.0									27.0	26.5	26.2	25.8	25.7	25.2	24.9
34.0										25.0	24.1	23.7	23.6	23.0	22.7
36.0											22.2	21.8	21.7	21.1	20.7
38.0												20.2	20.0	19.7	19.1
40.0													18.5	18.2	17.5
42.0														16.2	16.1
44.0															14.0
46.0															
48.0															
50.0															
52.0															
54.0															
56.0															
58.0															

Sumber: *SCX 2800-2 Specifications*

Dilihat dari tabel diatas kapasitas angkut dari *crane* 275 Ton sebesar 67,8 Ton

## 2. *Rough Terrain Crane*

Merupakan alat angkut peralatan berat beroda empat yang terbuat dari karet yang bergerigi, seperti halnya *crawler crane* biasa digunakan pada lokasi bermedan berat. Alat tersebut bisa dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 *Rough Terrain Crane*

Sumber: Dokumentasi Penyusun (2023)

## 3. *Teleskopik Crane*

Merupakan sebuah *crane teleskopik* yang terdiri dari sejumlah tabung dipasang satu di dalam yang lain dan bersistem tenaga hidrolik untuk memperpanjang dan memperpendek Panjang total boom. *Teleskopik crane* sering digunakan untuk proyek-proyek konstruksi jangka pendek.

Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Teleskopik crane

Sumber: Dokumentasi Penyusun (2023)

## 2.4 Sistem Penggerak Pada Peralatan Crane

Sistem pada kedua *crawler crane* yang digunakan dalam *erection girder* di *Overpass Supratman* menggunakan Sistem Hidraulik (*Hydraulic System*). Dimana pompa hidraulik, motor hidraulik, *cylinder valve*, *cylinder-cylinder*, *seal-seal* memegang peranan pokok dalam keandalan *crane*. Baik *outrigger*, *boom*, *boom angle*, sling angkat/turun, *slewing*, semuanya diatur dengan sistem hidraulik yang dikendalikan melalui *handle* operasi dari dalam kabin. Cepat, lembut dan tidak bersuara.

Sistem hidraulik memakai 3 (tiga) pompa hidraulik utama yaitu:

- Untuk *hoisting* (naik-turun beban)
- Untuk *slewing* (berputar)
- Untuk *boom* (Panjang-pendek *boom*) dan *outrigger*

Karena *crane* dijalankan dengan sistem hidraulik, selalu diperiksa dengan teliti kondisi *hydraulic system*nya. Oli hidraulik memakai oli yang sesuai dengan yang diminta oleh spek pabrik pembuat, level minyak hidraulik jangan sampai kurang dan jangan terlambat menggantinya, dapat berakibat pompa hidraulis cepat rusak (keausan yang berlebihan pada rumah pompa, silinder dan piston) yang berakibat menurunnya kemampuan angkat *crane*. Kalau ada *seal hydraulic* yang bocor harus segera diganti, disamping oli hidraulik akan terbuang keluar juga demi keamanan operasi.

Untuk model-model yang baru, *hydraulic mobil crane* sekarang dilengkapi dengan *Advanced Microcomputer Control System*. Sistem ini melindungi *crane* secara otomatis dari bahaya *over load*, caranya ialah dengan perhitungan *critical load* secara presisi melalui program *electronic computer* dengan menghubungkan 7 (tujuh) fungsi-fungsi pokok *crane* yaitu: *safety level (total moment)*, *boom angle*, *working radius*, *boom length*, *critical load*, *actual load*, dan *maximum hook lift*. Semua faktor di *display* dalam suatu *graphic display panel* yang mudah dibaca oleh operator *crane* didalam cabin. Setiap saat *display* menunjukkan dengan digital posisi: *safety level (total moment)*, *boom angle*, *working radius*, *boom length*, dan *critical load*.

Kalau beban yang diangkut beratnya melebihi batas kritis *crane*, *alarm* akan berbunyi dan *crane* tidak mau dioperasikan. Operator harus mengubah posisi *crane* sedemikian rupa sehingga beban tidak menjadi kritis lagi. *Crane* tidak boleh dipakai untuk menarik beban atau memancing (posisi benda yang diangkat tidak lurus vertikal di bawah *hook*, maka *hook* akan bengkok).

## **2.5 Kapasitas Peralatan Crane**

Kapasitas *mobile crane* tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah kapasitas material yang akan diangkut. Oleh karena itu berat material yang diangkut sebaiknya sebagai berikut:

1. Untuk mesin beroda *crawler* memiliki 75% dari kapasitas alat.
2. Untuk mesin beroda ban karet memiliki 85% dari kapasitas alat.
3. Untuk mesin yang memiliki kaki (*outringger*) memiliki 85% dari kapasitas alat.

Sedangkan faktor luar yang harus diperhatikan dalam menentukan kapasitas alat adalah berikut ini:

1. Ayunan angin terhadap alat.
2. Ayunan beban pada saat dipindahkan
3. Kecepatan pemindahan material
4. Pengereman mesin dalam pergerakannya.

## 2.6 Mekanisme Kerja Peralatan *Crane*

Mekanisme kerja mobile crane terdiri dari:

1. *Hoisting mechanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme yang digunakan untuk mengangkat beban.

2. *Hoisting mechanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme yang digunakan untuk memutar jib dan counter jib sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan.

3. *Traveling mechanism* (mekanisme jalan)

Mekanisme yang digunakan untuk menurunkan beban yang telah diangkat.

Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan disebut waktu siklus. Waktu siklus ini memberikan informasi yang digunakan sebagai dasar perhitungan produksi alat berat.

Secara rinci waktu siklus tersebut terdiri dari:

- a. Waktu menunggu (*delay time*) Adalah waktu yang diperlukan untuk mengaitkan/mengikat material ke *hook block*. Pada proses tersebut membutuhkan tenaga kerja sampai material siap diangkat. Pada saat ini crane berhenti bergerak menunggu material yang siap untuk diangkat.
- b. Waktu mengangkat Adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkat material pada ketinggian yang ditentukan.
- c. Waktu memutar Adalah waktu yang diperlukan untuk memutar boom pada sudut yang diinginkan.
- d. Waktu menurunkan Adalah waktu yang diperlukan untuk menumpah material atau melepaskan ikatan pada kait yang dibantu oleh tenaga kerja

- e. Waktu memasang Adalah waktu yang diperlukan untuk memasang material dengan mengangkat, memutar dan menurunkan supaya tepat pada titik yang telah ditentukan.
- f. Waktu kembali lagi Adalah waktu yang diperlukan untuk kembali setelah melepaskan ikatan material ke tempat memuat material yang baru.

## 2.7 Produktivitas Alat Berat

Menurut Ervianto (2003) Produktivitas didefinisikan sebagai rasio *output* dan *input*, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses dan tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.

Menurut Rostiyanti (1999), produktivitas adalah kemampuan alat dalam satuan waktu ( $m^3/jam$ ), Dan alat berat merupakan faktor penting didalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan bisa tercapai dengan lebih mudah, dengan waktu yang relatif singkat.

Produktifitas alat tergantung pada kapasitas, waktu siklus alat, dan efisiensi alat. Dalam melaksanakan proyek-proyek yang dikerjakan dengan alat berat. Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut.

Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan pekerja dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah pada waktu yang *relative* lebih singkat. Menurut Rostianti (1999).

(Nunnally, 2007) Empat hal yang mutlak untuk diperhitungkan dalam menentukan alat berat yang akan digunakan adalah: kapasitas alat berat, kapasitas alat angkut, waktu siklus, dan faktor operator.

Sedangkan untuk efektivitas alat dapat tergantung dari beberapa hal, antara lain kemampuan operator alat berat, pemilihan dan pemeliharaan alat, perencanaan dan pengaturan letak alat, topografi, kondisi cuaca, dan metode pelaksanaan.

Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. (Rostiyanti, 2008)

Rumus untuk mencari produktivitas:

a) Menghitung efisiensi

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}} \quad (1)$$

b) Menghitung Produktivitas

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi} \quad (2)$$

## 2.8 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Menurut Rostiyanti (2008), dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas perjam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja.

Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas ada beberapa hal yaitu:

1. Jenis Material

a. Berat Material

Berat material adalah sifat fisik yang memiliki satuan berat sesuai dengan jenis material. Berat material sangat berpengaruh terhadap kemampuan operasi alat

- b. Bentuk Material Bentuk material ada 3 macam yaitu, padat, cair dan padat cair. Bentuk material ini mempengaruhi saat pelaksanaan dilapangan supaya kondisi material tetap stabil, seperti pada saat memuat, mengangkat, dan memutar.
2. Keterampilan operator pemakai alat  
Keterampilan operator ini akan mempengaruhi waktu siklus alat berat yang dapat diukur dari jumlah jam operator mengoperasikan alat mobile crane.
  3. Pemilihan dan pemeliharaan alat  
Dalam pemilihan dan pemeliharaan alat ini perlu mempertimbangkan beberapa aspek terutama biaya. Pemilihan alat berat ini berkaitan dengan metode pelaksanaan nanti dilapangan, sedangkan pemeliharaan alat berkaitan dengan kondisi alat berat yang dapat mempengaruhi produktivitas alat berat.
  4. Perencanaan pengaturan letak alat  
Kondisi perletakan *mobile crane* ini harus mempertimbangkan kondisi medan dilapangan. Seperti kondisi tanah, luas tanah, dan kondisi lain yang dapat dijadikan sebuah pertimbangan untuk perletakan *mobile crane*. Misal kondisi tanah yang berfungsi untuk pijakan *mobile crane*, kemudian luas tanah perlu diperhatikan untuk mengatur pergerakan *mobile crane* saat beroperasi. Kondisi medan yang buruk dapat mengurangi produktivitas alat berat tersebut.
  5. Kondisi cuaca  
Kondisi cuaca salah satu faktor yang tidak bisa diprediksi secara pasti. Maka dari itu harus ada safety faktor untuk mengatasinya. Misal ada angin dengan kecepatan 50 km/jam, maka harus diperhatikan berapa kecepatan angin yang bisa ditahan mobile crane sehingga masih dalam keadaan stabil.
  6. Metode pelaksanaan alat.  
Metode pelaksanaan ini yang memiliki pengaruh yang besar terhadap produktivitas. Karena didalamnya mengatur masalah yang kompleks, seperti menentukan jumlah alat, jumlah tenaga kerja, alat pembantu manual, waktu pelaksanaan dan lainnya. Semua itu berkaitan dengan biaya dan waktu. Sehingga untuk mencapai produktivitas yang tinggi diperlukan metode pelaksanaan yang efisien dalam segi waktu dan hemat dalam segi biaya.



## 2.9 Efisiensi Kerja Alat Berat

Dalam merencanakan suatu proyek, produktivitas dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal yang kemudian dikalikan dengan suatu faktor, faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian, dan pemeliharaan alat.

Dalam keadaan nyata efisiensi kerja memang sulit ditentukan, tetapi dengan berdasarkan banyaknya pengalaman dapat menentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

## 2.10 Metode Pelaksanaan *Erection Girder*

*Erection* merupakan salah satu tahapan pengangkatan *girder* ke korbek pada bagian *pier head*. Pada penelitian ini penyusun memilih *erection girder* menggunakan *crane* dengan tahapan:

- 1) Girder diangkat ke *bogie trailer* menggunakan 2 *crane service* dengan kapasitas tonase 100ton dan 150 ton.
- 2) Girder dimobilisasi dari *stockyard* ke lokasi *erection* dengan menggunakan *prime mover Scania P360 A6x4*.
- 3) Melakukan persiapan sebelum dilakukan *erection*.
- 4) Mulai *erection* dengan *girder* sisi P1 diangkat terlebih dahulu setinggi 10-30 cm dilanjutkan dengan *girder* sisi P2, lalu secara bersamaan diangkat sampai pada titik yang telah disediakan.
- 5) Setelah mendekati *bearing pad* sebelum diturunkan hingga duduk dengan sempurna, dilakukan pengukuran jarak antara kedua sisi *girder* dengan sisi P1 dan P2.
- 6) Setelah pengukuran dilakukan dan jarak antar kedua sisi sudah sama, *girder* kembali diturunkan hingga duduk dengan sempurna pada *bearing pad* P1 dan P2.
- 7) Selanjutnya dilakukan *bracing* agar *girder* tetap *safety*.

Ilustrasi *erection girder* menggunakan *crane* tertuang pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 *Erection girder* menggunakan *crane*

Sumber: PT. Waskita *Beton Precast Tbk.* (2023)

Keterangan:

- a) *Crane Service* adalah alat berat yang membantu untuk *loading* girder ke *bogie trailer*
- b) *Bogie trailer* adalah suatu alat yang digunakan untuk membawa girder dari *stockyard* ke lokasi *erection*
- c) *Stockyard* adalah tempat penyimpanan suatu barang
- d) Mobilisasi adalah suatu proses pemindahan *girder* dari *stockyard* ke lokasi *erection* dengan menggunakan *bogie trailer* yang ditarik oleh *prime mover Scania P360 A6x4*.
- e) *Prime mover* adalah suatu kendaraan berjenis *truck* yang digunakan untuk menarik *bogie trailer*
- f) *Bearing pad* bantalan jembatan yang biasanya digunakan untuk menyambung mega struktur atas dan penyangga di bagian bawah.
- g) *Bracing* adalah suatu proses pengelasan (*welding*), dengan menggunakan besi *H-Beam* untuk menjaga girder tetap aman dan *safety*

## 2.11 Manajemen Proyek

Menurut Husen. A (2008:5), manajemen merupakan suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri dari kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan dengan cara yang efektif dan efisien. Sedangkan untuk proyek memiliki arti gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, peralatan, material, dan biaya yang dihimpun dalam suatu wadah sementara untuk menggapai tujuan dan juga sasaran yang sudah disepakati.

Manajemen proyek adalah suatu tahapan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan juga mengendalikan sumber daya dari suatu proyek untuk mencapai tujuan yang sudah disepakati bersama untuk kebaikan bersama dimana setiap pekerjaan harus efektif dan juga efisien yang berlandaskan dengan biaya, mutu, dan juga waktu.

Manajemen proyek ada karena adanya suatu tuntutan dari suatu pekerjaan proyek yang bersifat dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional yang rutin. Aspek-aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan manajemen proyek adalah aspek keuangan, anggaran biaya, sumber daya manusia, produksi, harga, efektivitas dan efisiensi, pemasaran, mutu, dan waktu. Manajemen Konstruksi pada umumnya akan meliputi mutu fisik konstruksi, biaya dan waktu. Manajemen material serta manajemen tenaga kerja. Pada prinsipnya, dalam manajemen konstruksi, manajemen tenaga kerja merupakan salah satu hal yang akan lebih ditekankan. Hal ini disebabkan manajemen perencanaan hanya berperan sekitar 20% dari rencana kerja proyek. Sisanya manajemen pelaksanaan termasuk didalamnya pengendalian biaya dan waktu proyek. Adapun fungsi dari manajemen konstruksi yaitu:

- 1) Sebagai *Quality Control* sehingga dapat menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan.
- 2) Mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi dilapangan yang tidak pasti serta mengatasi kendala terjadinya keterbatasan waktu pelaksanaan.
- 3) Memantau prestasi dan kemajuan proyek yang telah dicapai. Hal itu dilakukan dengan *opname* (laporan) harian, mingguan dan bulanan.

- 4) Hasil evaluasi dapat dijadikan tindakan dalam pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang terjadi di lapangan.
- 5) Fungsi manajerial dari manajemen merupakan sebuah sistem informasi yang baik yang dapat digunakan untuk menganalisis performa dilapangan.

Manajemen waktu proyek merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang manajer proyek. Manajemen waktu proyek dibutuhkan manajer proyek untuk memantau dan mengendalikan waktu yang dihabiskan dalam menyelesaikan sebuah proyek.

Dengan menerapkan manajemen waktu proyek, seorang manajer proyek dapat mengontrol jumlah waktu yang dibutuhkan oleh tim proyek untuk membangun deliverables proyek sehingga memperbesar kemungkinan sebuah proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukan seorang manajer proyek dalam mengendalikan waktu proyek yaitu:

- 1) Mendefinisikan aktivitas proyek

Merupakan sebuah proses untuk mendefinisikan setiap aktivitas yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek.

- 2) Urutan aktivitas proyek

Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan hubungan antara tiap-tiap aktivitas proyek.

- 3) Estimasi aktivitas sumber daya proyek

Estimasi aktivitas sumber daya proyek bertujuan untuk melakukan estimasi terhadap penggunaan sumber daya proyek.

- 4) Estimasi durasi kegiatan proyek

Proses ini diperlukan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek.

- 5) Membuat jadwal proyek

Setelah seluruh aktivitas, waktu dan sumber daya proyek terdefinisi dengan jelas, maka seorang manager proyek akan membuat jadwal proyek. Jadwal proyek ini nantinya dapat digunakan untuk menggambarkan secara rinci mengenai seluruh aktivitas proyek dari awal pengerjaan proyek hingga proyek diselesaikan.

## 6) Mengontrol dan mengendalikan jadwal proyek

Saat kegiatan proyek mulai berjalan, maka pengendalian dan pengontrolan jadwal proyek perlu dilakukan. Hal ini diperlukan untuk memastikan apakah kegiatan proyek berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan atau tidak.

Setiap proses di atas setidaknya terjadi sekali dalam setiap proyek dan dalam satu atau lebih tahapan proyek. Salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang manajer proyek handal adalah kemampuan dalam melakukan manajemen ruang lingkup proyek. Dalam hal ini, seorang manajer proyek harus mampu memastikan bahwa seluruh aktivitas yang dilakukan dalam proyek adalah aktivitas yang berhubungan dengan proyek dan aktivitas tersebut telah memenuhi kebutuhan proyek. Dengan kata lain, manajemen ruang lingkup proyek memiliki fungsi untuk mendefinisikan serta mengendalikan aktivitas-aktivitas apa yang bisa dilakukan dan aktivitas-aktivitas apa saja yang tidak boleh dilakukan dalam menyelesaikan suatu proyek. Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukan seorang manajer proyek dalam melakukan manajemen ruang lingkup proyek, yaitu:

### 1) Perencanaan ruang lingkup proyek

Pada tahap ini, manajer proyek akan mendokumentasikan bagaimana ruang lingkup proyek akan didefinisikan, diverifikasi, dikontrol dan menentukan bagaimana *WBS* akan dibuat serta merencanakan bagaimana mengendalikan perubahan akan ruang lingkup proyek.

### 2) Mendefinisikan ruang lingkup proyek

Pada tahap ini, ruang lingkup proyek akan didefinisikan secara terperinci sebagai landasan untuk pengambilan keputusan proyek dimasa depan.

### 3) Membuat *Work Breakdown Structure*

*WBS* merupakan pembagian *deliverables* proyek berdasarkan kelompok kerja. *WBS* dibutuhkan karena pada umumnya dalam sebuah proyek biasanya melibatkan banyak orang dan *deliverables*, sehingga sangat penting untuk mengorganisasikan pekerjaan-pekerjaan tersebut menjadi bagian-bagian yang lebih terperinci lagi.

### 4) Melakukan verifikasi ruang lingkup proyek

Tahap ini merupakan tahap dimana *final project scope statement* diserahkan kepada *stakeholder* untuk diverifikasi.

#### 5) Melakukan kontrol terhadap ruang lingkup proyek

Dalam pelaksanaan proyek, tidak jarang ruang lingkup proyek mengalami perubahan. Untuk itu, perlu dilakukannya kontrol terhadap perubahan ruang lingkup proyek. Perubahan yang tidak terkendali, akan mengakibatkan meluasnya ruang lingkup proyek.

### 2.12 Ringkasan Jurnal Terkait

Adapun dua jurnal yang terkait pada penelitian ini di antaranya:

#### 1. Analisis Perbandingan Pekerjaan *Erection Girder Beam* dengan metode *Launcher* dan *Crawler Crane* Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang yang disusun oleh Agista Nurwidiyanti dari Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.

Penelitian ini menganalisis tingkat efektifitas dan efisiensi kedua alat berat tersebut terhadap waktu dan biaya pelaksanaan pemasangan girder dengan metode beam launcher dan crawler crane pada Jembatan Kedawung Barat Proyek Pembangunan KIT-Batang. Pemilihan dari kedua metode harus sesuai dengan mutu dan spesifikasi yang ada dan dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan memiliki biaya pekerjaan yang tidak mahal.

Hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan tentang perbandingan biaya dan waktu antara metode erection girder dengan metode launcher dan metode crawler crane dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Erection girder metode launcher dengan biaya Rp. 1.115.049.012,00 lebih mahal dibandingkan dengan pekerjaan erection girder metode crawler crane yaitu Rp. 218,670,575.90. Namun, jika ditinjau lebih lanjut biaya yang dikeluarkan dengan metode crawler crane ini dapat menjadi lebih besar dikarenakan denda yang dikeluarkan untuk penutupan total ruas Tol Semarang – Batang.
- b) Dari segi waktu, untuk pemasangan 1 girder pekerjaan erection girder metode crawler crane lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan erection girder menggunakan metode launcher. Hal ini dikarenakan metode launcher saat penempatan girder secara mekanis, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama, namun penempatan girder dapat presisi pada as.

- c) Dari segi mutu, pemasangan girder menggunakan launcher mutunya lebih terjamin daripada menggunakan crawler crane karena pengangkatannya secara mekanis, tidak melibatkan banyak orang sehingga girder tidak beresiko patah atau terguling karena human error.
  - d) Meskipun dilihat dari segi biaya lebih mahal, waktu pelaksanaan jauh lebih lama, pada proyek ini digunakan metode launcher, karena perbedaan tersebut tidak signifikan kerugiannya apabila harus menutup total jalan Tol Semarang Batang ruas Batang Weleri.
2. Analisis Efisiensi Penggunaan Alat Berat Akibat Perubahan Fungsi Alat (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Prasarana Sungai Batang Lurus Maransi)
- Penelitian ini adalah efisiensi penggunaan alat berat dan menghitung produktivitas kerja alat berat sehingga bisa ditentukan biaya dan waktu pada penggunaan alat berat di Proyek Pembangunan Prasarana Sungai Batang Lurus Maransi. Sementara objek penelitian adalah alat *crane* dan *excavator* pada proyek Pembangunan Prasarana Sungai Batang Lurus Maransi.
- Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
- 1) Produktivitas alat berat excavator untuk pengadaan atau memindahkan sheet pile adalah 27 sheet pile/jam, produktivitas excavator untuk membantu pemancangan adalah 7 sheet pile/jam, dan produktivitas crane untuk pemancangan adalah 3 sheet pile/jam.
  - 2) Biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan alat berat adalah Rp. 8.342.760,24 untuk pekerjaan pengadaan sheet pile dan Rp. 26.400.078,19 untuk pekerjaan pemancangan.
  - 3) Pekerjaan menggunakan excavator sebagai alat pengangkatan pada pekerjaan pengadaan sheet pile dan membantu pemancangan, dan crane sebagai alat pemancangan diperoleh biaya yang lebih rendah dari biaya rencana dalam kontrak sebesar 6,27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan penggunaan alat berat pada pekerjaan pengadaan sheet pile efisien jika dilihat dari segi biaya.

### 2.13 Tinjauan Literatur terkait produktivitas crane.

Dalam mengerjakan laporan ini penyusun mengambil acuan dari 2 jurnal untuk menghitung produktivitas peralatan crane yang diantaranya: ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN ALAT BERAT AKIBAT PERUBAHAN PEMANFAATAN FUNGSI ALAT (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN PRASARANA SUNGAI BATANG LURUS MARANSI)

Yang disusun oleh Dyla Midya Oktavia, Fajar Nugroho, dan Resti Maizetri dari Institut Teknologi Padang

Dengan berisikan, subjek dalam penelitian ini adalah efisiensi penggunaan alat berat dan menghitung produktivitas kerja alat berat sehingga bisa ditentukan biaya dan waktu pada penggunaan alat berat di Proyek Pembangunan Prasarana Sungai Batang Lurus Maransi. Sementara objek penelitian adalah alat *crane* dan *excavator* pada proyek Pembangunan Prasarana Sungai Batang Lurus Maransi.

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1) Produktivitas alat berat excavator untuk pengadaan atau memindahkan sheet pile adalah 27 sheet pile/jam, produktivitas excavator untuk membantu pemancangan adalah 7 sheet pile/jam, dan produktivitas crane untuk pemancangan adalah 3 sheet pile/jam; 2) Biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan alat berat adalah Rp. 8.342.760,24 untuk pekerjaan pengadaan sheet pile dan Rp. 26.400.078,19 untuk pekerjaan pemancangan; 3) Pekerjaan menggunakan excavator sebagai alat pengangkatan pada pekerjaan pengadaan sheet pile dan membantu pemancangan, dan crane sebagai alat pemancangan diperoleh biaya yang lebih rendah dari biaya rencana dalam kontrak sebesar 6,27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan penggunaan alat berat pada pekerjaan pengadaan sheet pile efisien jika dilihat dari segi biaya.

Jurnal kedua adalah Analisis Perbandingan Pekerjaan Erection Girder Beam dengan Metode Launcher dan Crawler Crane Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang yang disusun oleh Agista Nurwidiyanti dari Universitas 17 Agustus 1945 Semarang,



yang berisikan Penelitian ini menganalisis tingkat efektifitas dan efisiensi kedua alat berat tersebut terhadap waktu dan biaya pelaksanaan pemasangan girder dengan metode beam launcher dan crawler crane pada Jembatan Kedawung Barat Proyek Pembangunan KIT-Batang. Pemilihan dari kedua metode harus sesuai dengan mutu dan spesifikasi yang ada dan dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan memiliki biaya pekerjaan yang tidak mahal.

Hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan tentang perbandingan biaya dan waktu antara metode erection girder dengan metode launcher dan metode crawler crane dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Erection girder metode launcher dengan biaya Rp. 1.115.049.012,00 lebih mahal dibandingkan dengan pekerjaan erection girder metode crawler crane yaitu Rp. 218,670,575.90. Namun, jika ditinjau lebih lanjut biaya yang dikeluarkan dengan metode crawler crane ini dapat menjadi lebih besar dikarenakan denda yang dikeluarkan untuk penutupan total ruas Tol Semarang – Batang.
- b) Dari segi waktu, untuk pemasangan 1 girder pekerjaan erection girder metode crawler crane lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan erection girder menggunakan metode launcher. Hal ini dikarenakan metode launcher saat penempatan girder secara mekanis, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama, namun penempatan girder dapat presisi pada as.
- c) Dari segi mutu, pemasangan girder menggunakan launcher mutunya lebih terjamin daripada menggunakan crawler crane karena pengangkatannya secara mekanis, tidak melibatkan banyak orang sehingga girder tidak beresiko patah atau terguling karena human error.
- d) Meskipun dilihat dari segi biaya lebih mahal, waktu pelaksanaan jauh lebih lama, pada proyek ini digunakan metode launcher, karena perbedaan tersebut tidak signifikan kerugiannya apabila harus menutup total jalan Tol Semarang Batang ruas Batang Weleri.

## 2.14 Kajian Islam

### 1) Menurut Al-Quran

Dalam hal ini penyusun mengangkat kajian islam tentang produktivitas pekerjaan, Yang terlampir didalam Al-Qur'an Surah At-Taubah/9:105

وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّٰهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ اِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ۝ ۱۰۵

Artinya: Katakanlah (Nabi Muhammad), “Bekerjalah! Maka, Allah, rasul-Nya, dan orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu. Kamu akan dikembalikan kepada (Zat) yang mengetahui yang gaib dan yang nyata. Lalu, Dia akan memberitakan kepada kamu apa yang selama ini kamu kerjakan.”

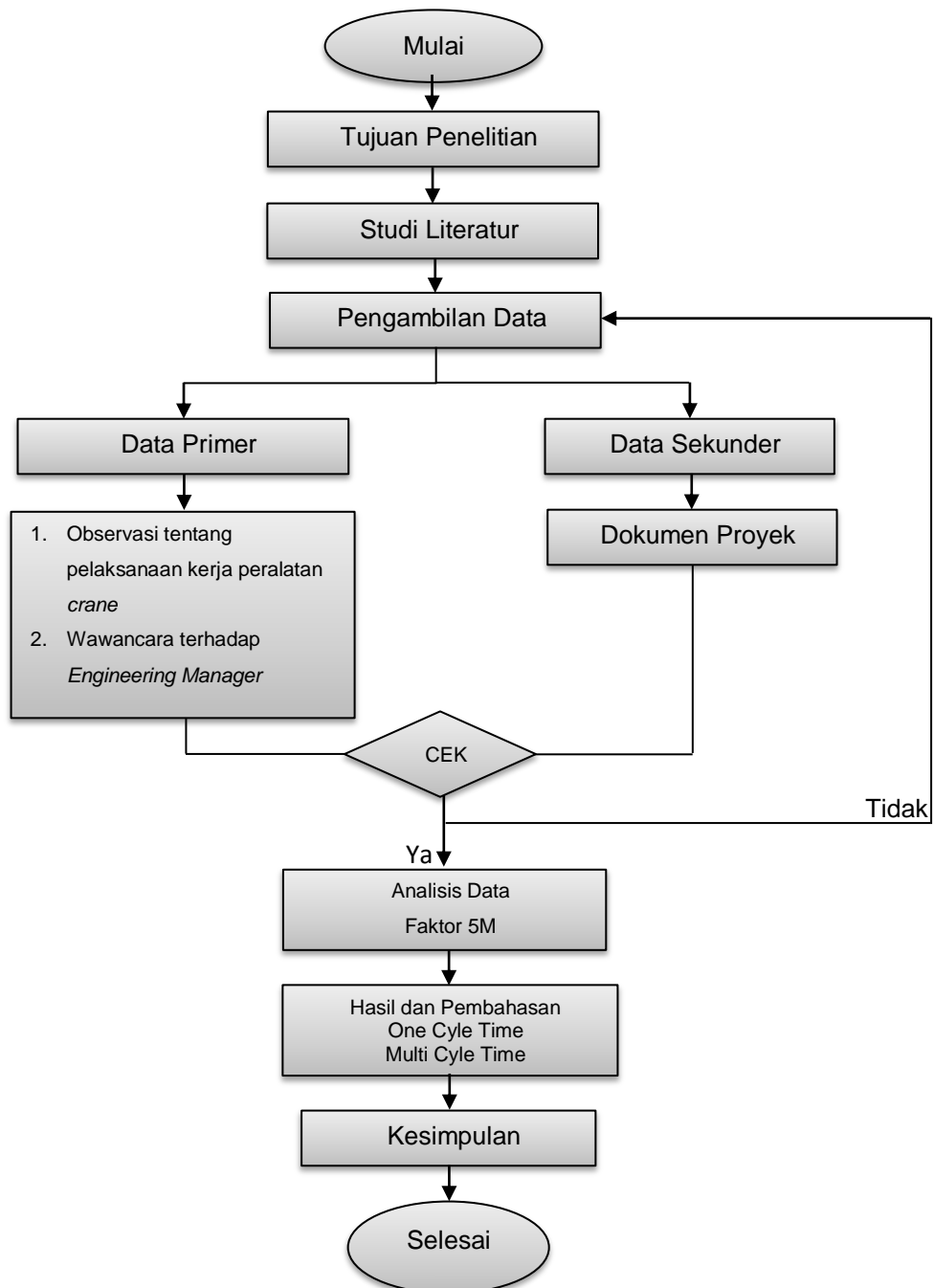
### 2) Menurut Ahli Tafsir

Menurut ahli tafsir dari Tafsir Al-Madinah Al-Munawwarah / Markaz Ta'dzhim al-Qur'an di bawah pengawasan Syaikh Prof. Dr. Imad Zuhair Hafidz, professor fakultas al-Qur'an Universitas Islam Madinah.

Menjelaskan dari ayat diatas memiliki tafsir, Hai Rasulullah, katakanlah kepada orang-orang yang bertaubat itu dan kepada selain mereka: “Kerjakanlah kebaikan yang Allah perintahkan kepada kalian, karena amalan kalian akan ditunjukkan kepada Allah, dan Allah, Rasulullah, dan orang-orang beriman akan melihat amalan tersebut. Dan pada hari penghitungan kalian akan dikembalikan kepada Dzat yang mengetahui segala perbuatan kalian yang tersembunyi dan terang-terangan; kemudian Dia akan memberitahukan kepada kalian segala kebaikan dan keburukan yang telah kalian perbuat, lalu Dia akan membalas perbuatan itu.”

## METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

### **3.2 Rancangan Penelitian**

Metode yang digunakan untuk Penelitian Produktivitas Peralatan *Crane* pada *Erection Girder* Bentang 31,6 Meter (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2) yaitu bersifat observasi dan wawancara. Menurut Djam'an Satori (2007) menyatakan bahwa responden adalah metode pengambilan sampel penelitian yang dilihat berdasarkan tujuan penelitian. Menurut Sugiyono (2007) dalam menentukan sampel pada penelitian kualitatif berbeda signifikan dengan penentuan sampel pada penelitian kuantitatif. Dalam menentukan sampel kualitatif tidak didasarkan pada perhitungan statistis. Adapun sampel yang ditentukan bertujuan sebagai sumber informasi. Berdasarkan pengertian diatas penyusun dalam hal ini menggunakan sampel kualitatif dikarenakan pada penelitian ini penyusun hanya melakukan observasi dan wawancara terbatas yang bertujuan untuk memperoleh sumber informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini.

### **3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian yang dijadikan objek untuk dilakukan survey berada di *overpass* Supratman pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2, pada ruas Jakarta *Outer Ring Road 2* Sta. 46+043, provinsi Jawa Barat pada tahun 2023, Waktu penelitian dilakukan pada pagi hari sampai sore hari.

Berikut Lokasi Penelitian yang dijadikan objek untuk dilakukan survey tertampung pada Gambar 3.2 dan tampilan dari tampak atas tertampung pada Gambar 3.3



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

Sumber: Badan Pengatur Jalan Tol Departemen PU



Gambar 3.3 Tampilan tampak atas overpass Supratman

Sumber: *Google maps* (2023)

### 3.4 Responden Penelitian

Penelitian ini hanya melakukan wawancara terbatas dengan *Engineering manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) Tbk. Dan observasi yang berkaitan dengan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* bentang 31,6 meter, yang berlokasi di *overpass* Supratman Sta. 46+043, Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis Cibitung seksi 2

### **3.5 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan pembahasan berdasarkan hasil *survey* melalui observasi dan wawancara secara terstruktur dengan *Engineering manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) TBK.

Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

#### **3.5.1 Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh untuk mengetahui terkait produktivitas peralatan *crane* pada proyek ini, data-data tersebut didapatkan melalui observasi dan wawancara terstruktur.

#### **3.5.2 Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari observasi dilapangan berupa, dokumen Metode Pekerjaan *Erection PCI Girder Overpass* Supratman Sta. 46+043 Menggunakan *Crane* dan beberapa dokumentasi pada saat dilapangan.

#### **3.5.3 Pertanyaan Wawancara**

Berikut beberapa pertanyaan yang saya ajukan untuk wawancara terstruktur dengan *Engineering manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) TBK., yang nantinya akan penyusun kumpulkan berdasarkan data produktivitas tentang kemampuan alat dan akan di olah menjadi data primer.

1. Berapa jumlah biaya yang dikeluarkan untuk erection girder dari segi penyewaan crane dan segi cost operasional crane?
  - a) Segi penyewaan
    - i. Berapa harga sewa 1 hari
  - b) Segi cost operasional
    - i. Berapa jumlah liter bahan bakar yang dikeluarkan per hari untuk 1 crane
    - ii. Berapa biaya yang dikeluarkan untuk operator per 1 crane
    - iii. Berapa jam operator bekerja
    - iv. Apakah bahan bakar yang digunakan pada crane
    - v. Berapa harga bahan bakar per liter
    - vi. Berapa biaya mobilisasi
2. Berapa banyak crane yang digunakan untuk pekerjaan erection girder?
3. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk erection 1 girder dengan menggunakan crane?
4. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk persiapan 1 unit crane dari sampai lokasi proyek hingga siap digunakan untuk erection girder?
5. Bagaimana metode pelaksanaan erection girder dengan menggunakan crane dari awal sampai akhir?
6. Berapa banyak rencana girder dengan bentang 31.6 m yang akan terpasang dalam 1 span?
7. Berapa kapasitas tonase pada crane yang digunakan untuk erection girder?
8. Apa saja yang harus diperhatikan pada peralatan crane sebelum digunakan untuk erection girder?
9. Berapa Jam Nilai Ambang Batas (NAB) pada pekerjaan erection girder dalam 1 hari?
10. Bagaimana cara melihat apakah PC-I Girder sudah aman sebelum dilakukan Erection?

### 3.6 Dasar-Dasar Perhitungan

Untuk menentukan produktivitas pada pelaksanaan *erection girder* dibutuhkan beberapa perhitungan diantaranya:

a) Mengitung waktu persiapan sebelum dilakukan *erection girder*

Meliputi: Waktu bongkar pasang *crawler crane*, memasang *steel plate* untuk landasan *crane*, melakukan Uji Riksa untuk mengetahui apakah *crane* tersebut layak atau tidak untuk beroperasi.

b) Menghitung efisiensi

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

c) Menghitung produktivitas alat berat

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

d) Menghitung pelaksanaan

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}}$$

e) Menghitung total waktu durasi

$$\text{Total waktu durasi} = \text{Poin a} + \text{Poin d}$$

f) Total Biaya Pekerjaan *erection girder* dan operasional

$$= \text{Biaya alat} + \text{biaya operator} + \text{biaya bahan bakar} + \text{biaya mobilisasi}$$

g) Biaya Bahan Bakar

Menurut analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) bidang pekerjaan umum didalam PMPUPR Nomor 8 Tahun 2023

$$H = Ch \times Pw \times Ms$$

Dimana:

H : Biaya bahan bakar

Ch : koefisien bahan bakar, dimana:

Ch = 10 % untuk pekerjaan ringan, W= 1.200 jam per tahun;

Ch = 11% untuk pekerjaan sedang, W= 1600 jam per tahun;

Ch = 12 % untuk bila pekerjaan berat, W= 2.000 jam per tahun.

Pw : kapasitas tenaga mesin (HP, *Horse Power*).



Ms : harga minyak solar (rupiah/liter).

III-6

## BAB IV

# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* bentang 31,6 meter, berdasarkan faktor 5 M (*Method, Money, Man, Material, Machine*). Adapun analisis dan pembahasan ini berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.

### 4.1 One Cycle Time

*One cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus penuh dari suatu operasi atau tugas dari mobilisasi *girder* hingga *girder* duduk di *bearing pad*.

#### 4.1.1 Method

##### 1. Metode Pelaksanaan

*Erection Girder* menggunakan *crane* pada bentang 31,6 meter membutuhkan waktu untuk melakukan persiapan sebelum memulai pelaksanaan. Dengan tahapan Prosedur sebagai berikut:

- 1) *Moving time*: 23 Juli 2023 sampai 24 Juli 2023, membawa *steel plate* dari gudang ke lokasi proyek
- 2) *Setting tempat*: 25 Juli 2023 sampai 27 Juli 2023, *Setting steel plate* untuk pijakan *crane*, menyiapkan lokasi untuk tempat *crane* beroperasi.
- 3) Mobilisasi *Crane*: 26 Juli 2023, jam 22.00 sampai 27 Juli 2023 jam 04.00
- 4) *Idle Time*: 27 Juli 2023, jam 04.00 sampai jam 04.30
- 5) Bongkar dan rakit *crane*: 27 Juli 2023, jam 09.00 sampai 28 Juli 2023 jam 10.45
- 6) Uji Riksa: 28 Juli 2023, jam 15.00 sampai jam 16.30

7) Pelaksanaan *erection girder*.

- a. 29 Juli 2023, jam 9.10 sampai jam 17.35
- b. 30 Juli 2023, jam 8.56 sampai jam 16.33

Untuk pelaksanaan *erection girder* menggunakan *crane* pada bentang 31,6 meter.

Dengan tahapan metode pelaksanaan dan waktu pelaksanaan sebagai berikut:

- 1) Girder diangkat ke *bogie trailer* menggunakan 2 *crane service* dengan kapasitas tonase 100 ton dan 150 ton.
- 2) Girder dimobilisasi dari *stockyard* ke lokasi *erection* dengan menggunakan *prime mover Scania P360 A6x4*.
- 3) Melakukan persiapan sebelum dilakukan *erection*.
- 4) Mulai *erection* dengan *girder* sisi P1 diangkat terlebih dahulu setinggi 10-30 cm dilanjutkan dengan *girder* sisi P2, lalu secara bersamaan diangkat sampai pada titik yang telah disediakan.
- 5) Setelah mendekati *bearing pad* sebelum diturunkan hingga duduk dengan sempurna, dilakukan pengukuran jarak antara kedua sisi *girder* dengan sisi P1 dan P2.
- 6) Setelah pengukuran dilakukan dan jarak antar kedua sisi sudah sama, *girder* kembali diturunkan hingga duduk dengan sempurna pada *bearing pad* P1 dan P2.
- 7) Selanjutnya dilakukan *bracing* agar *girder* tetap *safety*.

2. Jadwal *erection girder*

- 1) Tanggal 29 Juli 2023, jam 9.10 sampai jam 17.35

Hasil yang didapat sebanyak 8 *girder* selama 7 jam 25 menit.

Waktu pelaksanaan dari mobilisasi *girder* hingga *girder* duduk di *bearing pad* untuk 1 buah girder selama 55 menit.

Dengan pembagian mobilisasi *girder* selama 28 menit, dan pelaksanaan *erection* selama 27 menit.

Waktu *bracing* selama 10 menit.

- 2) Tanggal 30 Juli 2023, jam 8.56 sampai jam 16.33

Hasil yang didapat sebanyak 9 *girder* selama 6 jam 37 menit.

Dengan waktu pelaksanaan dari mobilisasi *girder* hingga *girder* duduk di *bearing pad* untuk 1 buah girder selama 44 menit.

Dengan pembagian mobilisasi *girder* selama 20 menit, dan pelaksanaan *erection* selama 24 menit.

Waktu bracing selama 8 menit.

### 3. Produktivitas pelaksanaan *erection*

Berikut Perhitungan Produktivitas Pelaksanaan *erection girder* bentang 31,6 meter dengan menggunakan *crane*.

#### a) Waktu Persiapan tanggal 23-28 Juli 2023

- i. *Moving Time* = 16 Jam dalam 2 hari
- ii. *Setting* Tempat = 24 Jam dalam 3 hari
- iii. Mobilisasi *crane* = 6 Jam
- iv. *Idle time* = 0,5 Jam
- v. Bongkar dan rakit *crane* = 10,45 Jam
- vi. Uji Riksa = 1,30 Jam
- vii. Total Waktu = 16 + 24 + 6 + 0,5 + 10,45 + 1,30  
= 58,25 Jam

#### b) Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 29 Juli 2023

- i. Waktu Pelaksanaan: 50 menit/*girder*
- ii. Waktu Istirahat: 48 menit
- iii. CT: 98 menit (1,63 jam/1 jam 38 menit)  
= 50 *menit* + 48 *menit* = 98 *menit*
- iv. Efisiensi: 0,51

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{50 \text{ menit}}{50 \text{ menit} + 48 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{50 \text{ menit}}{98 \text{ menit}} = 0,51$$

#### v. Produktivitas: 18 *girder*/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{1,63} \times 0,51$$

$$\text{Produktivitas} = 18 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,94 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{18 \text{ girder/jam}} = 0,94 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari pertama dalam *one cycle time* adalah 0,94 jam

c) Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 30 Juli 2023

i. Waktu Pelaksanaan: 35menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 24 menit

iii. CT: 59 menit (0,98 Jam)

$$35 \text{ menit} + 24 \text{ menit} = 59 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,59

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu Pelaksanaan}}{\text{Waktu Pelaksanaan} + \text{Waktu istirahat}}$$

$$\text{Eff} = \frac{35 \text{ menit}}{35 \text{ menit} + 24 \text{ menit}}$$

$$\text{Eff} = \frac{35 \text{ menit}}{59 \text{ menit}} = 0,59$$

v. Produktivitas: 36 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ girder} \times \frac{60}{0,98} \times 0,59$$

$$\text{Produktivitas} = 36 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,47 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{36 \text{ girder/jam}} = 0,47 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari kedua dalam *one cycle time* adalah 0,47 jam

d) Total waktu keseluruhan pada waktu *erection girder*: 1,41 Jam (1 Jam 24 menit)

$$\text{Total} = \text{Waktu durasi (29 Juli 2023)} + \text{Waktu durasi (30 Juli 2023)}$$

$$\text{Total} = 0,94 \text{ Jam} + 0,47 \text{ Jam}$$

$$\text{Total} = 1,41 \text{ Jam}$$

Sehingga total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* adalah 1,41 Jam

#### 4.1.2 Money

##### 1. Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat dan Operasional

Perhitungan biaya sewa alat berat dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *one cycle time* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2

Tabel 4.1 Perhitungan biaya sewa alat berat (*one cycle time*)

No.	Alat Berat	Kapasitas Tonase	Harga Sewa (bulan)	Harga Sewa (jam)
1.	TEREX PL 7000	250	Rp 400.000.000	Rp 595.238
2.	Hitachi Sumitomo SCX 2800-2	275	Rp 500.000.000	Rp 744.047
<b>TOTAL</b>				<b>Rp 1.339.285</b>

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)

Tabel 4.2 Perhitungan biaya operasional (*one cycle time*)

No.	Jenis Operasional	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga
1.	Operator	2	Orang	Rp 550.000	Rp 1.100.000
2.	Bahan Bakar	82,4	Liter	Rp 15.500	Rp 1.277.200
3.	Mobilisasi	1	Rit	Rp 150.000.000	Rp 150.000.000
<b>TOTAL</b>					<b>Rp 152.377.200</b>

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)

##### 2. Analisis Biaya Pekerjaan *Erection Girder* dan Operasional

Analisis biaya *erection girder* dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *one cycle time* akan dijelaskan sebagai berikut

Diketahui,

Volume Pekerjaan = 1,41 Jam

Biaya alat/jam = Rp 1.339.285

Biaya operator/hari = Rp 1.100.000

Bahan bakar *crane* 275 ton

$H = 12\% \times HP$

$H = 12\% \times 365$

$H = 43,8$

Bahan bakar *crane* 250 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 322$$

$$H = 38,6$$

Total bahan bakar yang dikeluarkan 82,4 liter/jam

Biaya mobilisasi = Rp 150.000.000

total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* adalah 1,41 Jam

Biaya Alat

$$= 1.339.285 \times 1,41 = Rp 1.888.392$$

Biaya Operator selama 2 hari

$$= 1.100.000 \times 2 = Rp 2.200.000$$

Biaya Bahan bakar

$$= 1.277.200 \times 1,41 = Rp 1.800.852$$

Total Biaya Pekerjaan *erection girder* dan operasional untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* sebesar

$$= \text{Biaya alat} + \text{biaya operator} + \text{biaya bahan bakar} + \text{biaya mobilisasi}$$

$$= 1.888.392 + 2.200.000 + 1.800.852 + 150.000.000$$

$$= Rp 155.889.244$$

Jadi dari analisis biaya pekerjaan *erection girder* dan operasional didapat sebesar Rp 155.889.244

#### 4.1.3 Man

Dalam pelaksanaan *erection girder* agar berjalan dibutuhkan beberapa sumber daya manusia, diantaranya:

##### 1) Operator

Dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, Nomor: PER.09/MEN/VII/2010, Tentang Operator dan Petugas Pesawat Angkat dan Angkut.

Pada BAB I, ketentuan umum Pasal 1 ayat (1), (10) dan (11)

Operator adalah tenaga kerja yang mempunyai kemampuan dan memiliki keterampilan khusus dalam pengoperasian pesawat angkat dan angkut.

Operator yang mengoperasikan *crane* wajib memiliki lisensi K3 yang merupakan kartu tanda kewenangan seorang operator untuk mengoperasikan pesawat angkat dan angkut sesuai dengan jenis dan kualifikasinya atau petugas untuk penanganan pesawat angkat dan angkut.

Operator juga harus memiliki buku kerja (*logbook*) yang diberikan untuk mencatat kegiatan selama mengoperasikan pesawat angkat dan angkut sesuai dengan jenis dan kualifikasinya atau petugas untuk mencatat penanganan pesawat angkat dan angkut.

Untuk klasifikasi operator dibagi menjadi 3 kelas sesuai BAB II Pasal 6 ayat (2) yaitu: Kelas 1, Kelas 2, Kelas 3

Berikut tugas dan wewenang dari operator berdasarkan klasifikasi diatas sesuai BAB IV, Pasal 28 ayat (1), (2) dan (3) adalah:

- a) Operator peralatan angkat Kelas I sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2) huruf a berwenang:
  - a. mengoperasikan peralatan angkat sesuai dengan jenisnya dengan kapasitas lebih dari 100 ton atau tinggi menara lebih dari 60 meter.
  - b. mengawasi dan membimbing kegiatan operator Kelas II dan/atau operator Kelas III, apabila perlu didampingi oleh operator Kelas II dan/atau Kelas III.
- b) Operator peralatan angkat Kelas II sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2) huruf b berwenang:
  - a. mengoperasikan peralatan angkat sesuai dengan jenisnya dengan kapasitas lebih dari 25 ton sampai kurang dari 100 ton atau tinggi menara lebih dari 40 meter sampai dengan 60 meter.
  - b. mengawasi dan membimbing kegiatan operator Kelas III, apabila perlu didampingi oleh operator Kelas III.
- c) Operator peralatan angkat Kelas III sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2) huruf c berwenang mengoperasikan peralatan angkat sesuai jenisnya dengan kapasitas kurang dari 25 ton atau tinggi menara sampai dengan 40 meter.

Dalam pekerjaan *erection girder* ini berdasarkan tugas dan wewenang dari klasifikasi kelasnya. Maka dapat ditentukan operator yang dapat mengoperasikan *crane* dengan kapasitas 250 ton dan 275 ton adalah operator yang sudah memiliki lisensi K3 pesawat angkat dan angkut kelas 1.

## 2) Petugas

Yang dimaksud petugas dalam hal ini adalah tenaga kerja yang membantu agar pekerjaan *erection girder* ini dapat berjalan diantaranya:

### a) *Driver Prime Mover Scania P360 A6x4.*

Dimana tugas dan wewenang *driver* adalah membawa girder dengan panjang 31,6 meter dari stockyard menuju lokasi *erection girder*, dengan hati-hati. Dan harus mempunyai SIM B II Umum

### b) Juru Ikat (*rigger*)

Juru ikat (*rigger*) adalah tenaga kerja yang mempunyai kemampuan dan memiliki keterampilan khusus dalam melakukan pengikatan barang serta membantu kelancaran pengoperasian peralatan angkat.

Sama halnya seperti operator, juru ikat juga wajib memiliki Lisensi K3 yang dikeluarkan oleh Kementerian Ketenagakerjaan RI.

### c) Pelaksana Teknik

Pelaksana Teknik adalah tenaga kerja yang diberi tugas, tanggungjawab, wewenang dan hak secara penuh oleh pejabat yang berwenang untuk melakukan kegiatan teknis Fungsional penyelenggaraan penyusunan sistem jaringan jalan, penyelenggaraan penanganan jalan dan jembatan serta pengembangan profesi.

#### 4.1.4 **Material**

Berikut *material* yang digunakan pada pekerjaan *erection girder* dapat dilihat pada tabel 4.3



Tabel 4.3 *Material* yang digunakan

No.	Jenis	Sat.	Jumlah	Kapasitas
1	<i>Crawler crane SCX 2800-2</i>	Unit	1	275 T
2	<i>Crawler crane TEREX PL 7000</i>	Unit	1	250 T
3	<i>Boogie Transporter</i>	Set	1	-
4	<i>Wire Sling Ø 2.0" x 8.5 m</i>	Pcs	4	Ø 2.0" x 8.5 m
5	<i>Wire Sling Ø 2.0" x 3 m</i>	Pcs	8	Ø 2.0" x 3 m
6	Travo Las	Set	2	300 A
7	<i>Steel plate 600 cm x 150 cm x 2 cm</i>	Lbr	30	-
8	<i>PCI Girder</i>	Pcs	17	64,9 T

Sumber: PT. Waskita Karya, Tbk (2023)

#### 1. *PCI Girder*

Pada pekerjaan *erection girder* di span P1-P2, menggunakan spesifikasi *girder* sebagai berikut:

- 1) Panjang : 31,60 m
- 2) Lebar : 0,80 m
- 3) Tinggi : 1,85 m
- 4) Berat : 64,90 T
- 5) *CTC* : 1,85 m
- 6) *Camber* : 0,79-3,16 cm

Dengan *PCI girder* di stressing saat kekuatan beton 100%  $f_c'$  (umur  $\pm$  28 hari).  $K-500 = 100\% f_c' = 42,3$  Mpa.

Gaya stressing saat transfer = 127,82 kN/*strand*

Gaya stressing efektif = 112 kN/*strand*

Dan mempunyai titik *handling* 2,5 m dari ujung *girder* (menggunakan *basket sling*).

Berikut gambar dari *PCI girder* pada saat erection dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 PCI Girder

Sumber: Dokumentasi penyusun (2023)

2. Wire Rope

Wire Rope atau Tali kawat adalah tali yang terdiri dari tali berbahan dasar logam. Tali kawat memiliki beberapa istilah yang sering dijumpai, seperti wire rope, kawat seling, tali sling baja, hingga kawat sling baja. Tali kawat dibuat dengan memilin beberapa tali logam secara bersamaan menjadi heliks hingga menjadi sebuah rangkaian tali. Dan yang digunakan untuk mengangkat girder bentang 31,6 meter menggunakan yang berbentuk basket. Berikut klasifikasi wire rope dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Klasifikasi Wire Rope

WIRE ROPE														
VERTICAL			CHOKER			BASKET			SLING ANGLE					
SINGLE LEG SLING						MULTI-LEG SLING								
Rope Dia.	SINGLE LEG SLINGS CAPACITY - TONS			Approx. Loop Size	MULTIPLE LEG SLINGS - CAPACITY - TONS									
	Vertical	Choker	Basket		2 Legs			3 Legs			4 Legs			
	60°	45°	30°	60°	45°	30°	60°	45°	30°	60°	45°	30°		
6 x 19 XP IWRC	1/4"	0.65	0.48	1.3	2' x 4'	1.1	0.92	0.65	1.7	1.4	0.97	2.2	1.8	1.3
	3/8"	1.4	1.1	2.9	3' x 6'	2.5	2.0	1.4	3.7	3.0	2.2	5	4.1	2.9
	1/2"	2.5	1.9	5.1	4' x 8'	4.4	3.6	2.5	6.6	5.4	3.8	8.8	7.1	5.1
	5/8"	3.9	2.9	7.8	5' x 10"	6.8	5.5	3.9	10	8.3	5.9	14	11	7.8
	3/4"	5.6	4.1	11	6' x 12"	9.7	7.9	5.6	15	12	8.4	19	16	11
	7/8"	7.6	5.6	15	7' x 14"	13	11	7.6	20	16	11	26	21	15
	1"	9.8	7.2	20	8' x 16"	17	14	9.8	26	21	15	34	28	20
6 x 37 IWRC	1-1/8"	12	9.1	24	9' x 18"	21	17	12	31	26	18	42	34	24
	1-1/4"	15	11	30	10' x 20"	26	21	15	38	31	22	51	42	30
	1-3/8"	18	13	36	11' x 22"	31	25	18	46	38	27	62	50	36
	1-1/2"	21	16	42	12' x 24"	36	30	21	55	45	32	73	60	42
	1-3/4"	28	21	57	14' x 28"	48	40	28	74	60	42	98	80	57
	2"	37	28	73	16' x 32"	64	52	37	95	78	56	127	104	73
	2-1/4"	44	35	88	18' x 36"	76	62	44	114	93	66	n/a	n/a	n/a

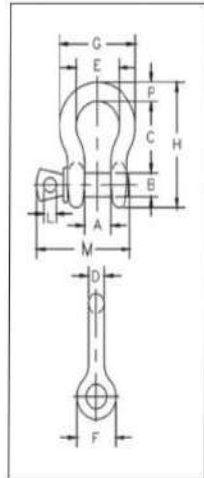
Sumber: PT. Waskita Karya, Tbk (2023)

### 3. Shackle

Berikut klasifikasi *shackle* dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Klasifikasi *shackle*

G-209 / S-209 Screw Pin Anchor Shackles



Nominal Size (in.)	Working Load Limit (t)*	Stock No.		Weight Each (kg)	Dimensions (mm)													Tolerance +/-	
		G-209	S-209		A	B	C	D	E	F	G	H	L	M	P	C	A		
3/16	1/3	1018357	-	.03	9.65	6.35	22.4	4.85	15.2	14.2	24.9	37.3	4.06	28.4	4.85	1.50	1.50		
1/4	1/2	1018375	1018384	.05	11.9	7.85	28.7	6.35	19.8	15.5	32.5	46.7	4.85	35.1	6.35	1.50	1.50		
5/16	3/4	1018393	1018400	.09	13.5	9.65	31.0	7.85	21.3	19.1	37.3	53.0	5.60	42.2	7.85	3.30	1.50		
3/8	1	1018419	1018426	.14	16.8	11.2	36.6	9.65	26.2	23.1	45.2	63.0	6.35	51.5	9.65	3.30	1.50		
7/16	1-1/2	1018437	1018446	.17	19.1	12.7	42.9	11.2	29.5	26.9	51.5	74.0	7.85	60.5	11.2	3.30	1.50		
1/2	2	1018455	1018464	.33	20.6	16.0	47.8	12.7	33.3	30.2	58.5	83.5	9.65	68.5	12.7	3.30	1.50		
5/8	3-1/4	1018473	1018482	.62	26.9	19.1	60.5	16.0	42.9	38.1	74.5	106	11.2	85.0	17.5	6.35	1.50		
3/4	4-3/4	1018491	1018507	1.07	31.8	22.4	71.5	19.1	51.0	46.0	89.0	126	12.7	101	20.6	6.35	1.50		
7/8	6-1/2	1018516	1018525	1.64	36.6	25.4	84.0	22.4	58.0	53.0	102	148	12.7	114	24.6	6.35	1.50		
1	8-1/2	1018534	1018543	2.28	42.9	26.7	95.5	25.4	68.5	60.5	119	167	14.2	129	26.9	6.35	1.50		
1-1/8	9-1/2	1018552	1018561	3.36	46.0	31.8	108	29.5	74.0	68.5	131	190	16.0	142	31.8	6.35	1.50		
1-1/4	12	1018570	1018589	4.31	51.5	35.1	119	32.8	82.5	76.0	146	210	17.5	156	35.1	6.35	1.50		
1-3/8	13-1/2	1018598	1018605	6.14	57.0	38.1	133	36.1	92.0	84.0	162	233	19.1	174	38.1	6.35	3.30		
1-1/2	17	1018614	1018623	7.80	60.5	41.4	146	39.1	98.5	92.0	175	254	20.6	187	41.1	6.35	3.30		
1-3/4	25	1018632	1018641	12.6	73.0	51.0	178	46.7	127	106	225	313	25.4	231	57.0	6.35	3.30		
2	35	1018650	1018669	20.4	82.5	57.0	197	53.0	146	122	253	348	31.0	293	61.0	6.35	3.30		
2-1/2	55	1018678	1018687	38.9	105	70.0	267	69.0	184	145	327	453	35.1	330	79.5	6.35	6.35		

Sumber: PT. Waskita Karya, Tbk (2023)

*Shackle* adalah sebuah alat bantu untuk mengangkat suatu barang besar dan berat (*rigging*), sebagai penyambung antara sling dengan obyek yang akan diangkat. Secara spesifik, *shackle* adalah alat penyambung sling baik itu *chain*, *wire rope*, maupun *webbing* yang biasa digunakan pada aplikasi *lifting*, *towing* ataupun *lashing*.

### 4. Steel Plate

*Plate matras/ crane mats/ landasan crane* berfungsi untuk memperluas bidang tekanan atau membagi beban *crane* terhadap tanah (*ground pressure*), *plate* atau *matras* yang digunakan berukuran 1,5 m x 6 m x 25 mm.

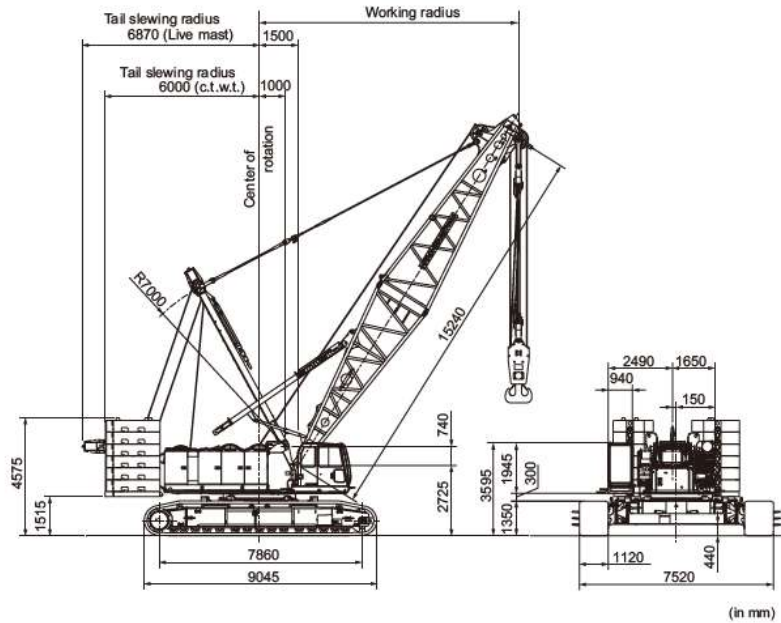
Berikut gambar *steel plate* dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 *Steel Plate*

5. *Crawler Crane 275 ton (Hitachi Sumitomo SCX 2800-2)*

Dibawah ini adalah spesifikasi ukuran dari *Crawler Crane 275 ton (Hitachi Sumitomo SCX 2800-2)*

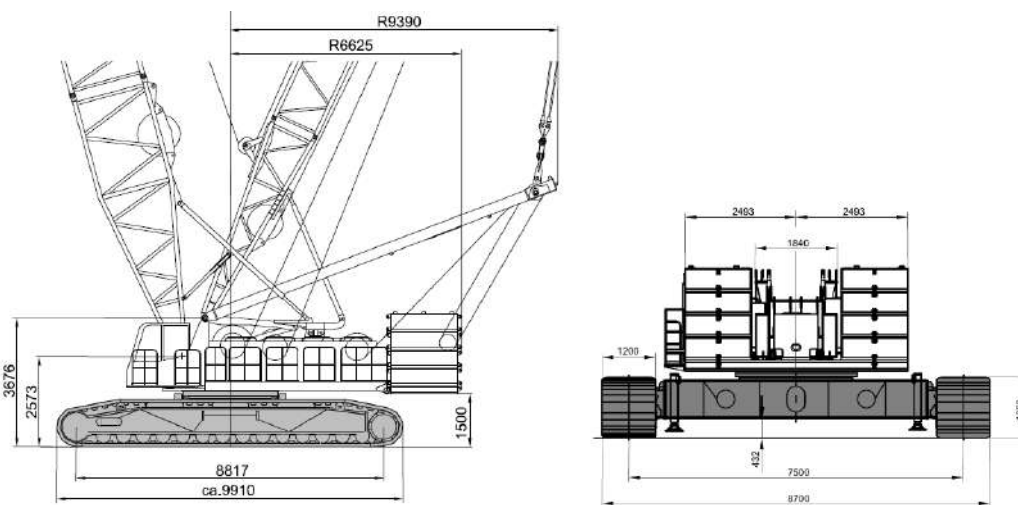


Gambar 4.3 Spesifikasi *Crawler Crane 275 ton (Hitachi Sumitomo SCX 2800-2)*

Sumber: *SCX 2800-2 Specifications*

6. *Crawler Crane 250 ton (TEREX PL 7000)*

Dibawah ini adalah spesifikasi ukuran dari *Crawler Crane 250 ton (TEREX PL 7000)*



Gambar 4.4 Spesifikasi *Crawler Crane 250 ton (TEREX PL 7000)*

Sumber: *Dokumentasi penyusun (2023)*

#### 4.1.5 Machine

Mesin adalah suatu komponen pada suatu alat kerja untuk menunjang pekerjaan agar dapat bekerja dengan baik. Dan disini ada beberapa mesin yang digunakan pada *erection girder* diantaranya sebagai berikut:

##### 1) Terex PL 7000

Tipe mesin yang digunakan pada *crane terex PL 7000* adalah Mesin diesel *Daimler Chrysler* tipe *OM 926 LA*, 240 kW, 2100 rpm.

Mesinnya mematuhi peraturan *EUROMOT 2a*. Desain sumbu bengkok ganda variable, menghubungkan pompa piston aksial dengan desain *swashplate* untuk transmisi sirkuit tertutup hidrostatis dan pompa roda gigi, kontrol penggerak.

##### 2) Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>

Dapat dilihat pada tabel 4.6 untuk jenis dan tipe dari mesin *hitachi sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>*

Tabel 4.6 Power Unit Crane Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>

Buat & Model	<i>Mitsubishi 6M70-TL</i>
Jenis	Berpendingin air, 4 siklus, injeksi langsung, <i>turbocharged</i> , diesel dengan kipas pendingin otomatis
Jumlah Silinder	Enam (6)
Bor & Pukulan	130 mm x 150 mm
Pemindahan	12880cc
Nilai Keluaran	272 kW/2000 mnt <sup>1</sup> (370 ps/2000 rpm)
Torsi Maksimum	1510 N-m/1600 mnt <sup>1</sup> (154kgf-m/1600 rpm)
Tangki Bahan Bakar	500 Liter

Sumber: *SCX 2800<sub>2</sub> Specifications*

##### 3) Prime Mover Scania P360 A6x4

Untuk memobilisasi girder dari *stockyard* ke lokasi *erection* ini menggunakan *prime mover Scania P360 A6x4*, berikut spesifikasi dari *prime mover Scania P360 A6x4*:

Mesin menggunakan mesin diesel berkekuatan 360 HP dengan

- a) tipe mesin 9 liter *DC09 147*, 5 silinder dan sudah Euro 4
- b) Sistem Injeksi *XPI Scania*
- c) Dilengkapi *turbocharger* dan pendingin udara
- d) Output maks. 360 HP (265 kW) pada 1900 rpm

e) Torsi maks. 1700 Nm pada 1050-1475 rpm.

IV-13

f) Kapasitas tangka bahan bakar: 400 liter dengan cairan buang solar 35 liter.

g) Sistem listrik: 2 x 12V, 180 Ah dengan alternator 100 Amp

## 4.2 Multi Cycle Time

*Multi cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus penuh dari suatu operasi atau tugas, secara berulang-ulang kali dalam 1 hari.

### 4.2.1 Method

Produktivitas Pelaksanaan *Erection*

Berikut Perhitungan Produktivitas Pelaksanaan *erection girder* bentang 31,6 meter dengan menggunakan *crane*.

1) Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 29 Juli 2023

a) *Girder nomor 2*

i. Waktu Pelaksanaan: 45 menit/*girder*

ii. Waktu Istirahat: 43 menit

iii. CT: 88 menit (1,46 jam/1 jam 28 menit)

$$= 45 \text{ menit} + 43 \text{ menit} = 88 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,51

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{45 \text{ menit}}{45 \text{ menit} + 43 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{45 \text{ menit}}{88 \text{ menit}} = 0,51$$

v. Produktivitas: 20 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{1,46} \times 0,51$$

$$\text{Produktivitas} = 20 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,85 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{20 \text{ girder/jam}} = 0,85 \text{ jam}$$

b) Girder nomor 3

i. Waktu Pelaksanaan: 40 menit/girder

ii. Waktu Istirahat: 38 menit

iii. CT: 78 menit (1,3 jam/1 jam 18 menit)

$$= 45 \text{ menit} + 38 \text{ menit} = 78 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,51

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$\text{Eff} = \frac{40 \text{ menit}}{40 \text{ menit} + 38 \text{ menit}}$$

$$\text{Eff} = \frac{40 \text{ menit}}{78 \text{ menit}} = 0,51$$

v. Produktivitas: 23 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{1,3} \times 0,51$$

$$\text{Produktivitas} = 23 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,73 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{23 \text{ girder/jam}} = 0,73 \text{ jam}$$

c) *Girder nomor 4*

- i. Waktu Pelaksanaan: 35 menit/*girder*
- ii. Waktu Istirahat: 33 menit
- iii. CT: 68 menit (1,13 jam/1 jam 8 menit)  
= 35 menit + 33 menit = 68 menit
- iv. Efisiensi: 0,51

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{35 \text{ menit}}{35 \text{ menit} + 33 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{35 \text{ menit}}{68 \text{ menit}} = 0,51$$

- v. Produktivitas: 27 *girder*/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{1,13} \times 0,51$$

$$\text{Produktivitas} = 27 \text{ girder/jam}$$

- vi. Pelaksanaan: 0,62 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{27 \text{ girder/jam}} = 0,62 \text{ jam}$$

d) *Girder nomor 5*

- i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/*girder*
- ii. Waktu Istirahat: 28 menit
- iii. CT: 58 menit (0,96 jam)  
= 30 menit + 28 menit = 58 menit
- iv. Efisiensi: 0,51

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{30 \text{ menit} + 28 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{58 \text{ menit}} = 0,51$$



- v. Produktivitas: 31 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{0,96} \times 0,51$$

$$\text{Produktivitas} = 31 \text{ girder/jam}$$

- vi. Pelaksanaan: 0,54 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{31 \text{ girder/jam}} = 0,54 \text{ jam}$$

- e) Girder nomor 6

- i. Waktu Pelaksanaan: 25 menit/girder

- ii. Waktu Istirahat: 23 menit

- iii. CT: 48 menit (0,8 jam)

$$= 25 \text{ menit} + 23 \text{ menit} = 48 \text{ menit}$$

- iv. Efisiensi: 0,52

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$\text{Eff} = \frac{25 \text{ menit}}{25 \text{ menit} + 23 \text{ menit}}$$

$$\text{Eff} = \frac{25 \text{ menit}}{48 \text{ menit}} = 0,52$$

- v. Produktivitas: 39 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{0,8} \times 0,52$$

$$\text{Produktivitas} = 39 \text{ girder/jam}$$

- vi. Pelaksanaan: 0,43 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{39 \text{ girder/jam}} = 0,43 \text{ jam}$$

f) *Girder nomor 7*

- i. Waktu Pelaksanaan: 20 menit/*girder*
- ii. Waktu Istirahat: 18 menit
- iii. CT: 38 menit (0,63 jam)  
= 20 menit + 18 menit = 38 menit
- iv. Efisiensi: 0,52

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{20 \text{ menit}}{20 \text{ menit} + 18 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{20 \text{ menit}}{38 \text{ menit}} = 0,52$$

- v. Produktivitas: 49 *girder*/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{0,63} \times 0,52$$

$$\text{Produktivitas} = 49 \text{ girder/jam}$$

- vi. Pelaksanaan: 0,34 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{49 \text{ girder/jam}} = 0,34 \text{ jam}$$

g) *Girder nomor 8*

- i. Waktu Pelaksanaan: 15 menit/*girder*
- ii. Waktu Istirahat: 13 menit
- iii. CT: 28 menit (0,46 jam)  
= 15 menit + 13 menit = 28 menit
- iv. Efisiensi: 0,53

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{15 \text{ menit}}{15 \text{ menit} + 13 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{15 \text{ menit}}{28 \text{ menit}} = 0,53$$

- v. Produktivitas: 69 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{0,46} \times 0,53$$

$$\text{Produktivitas} = 69 \text{ girder/jam}$$

- vi. Pelaksanaan: 0,24 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{69 \text{ girder/jam}} = 0,24 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari pertama dalam *multi cycle time* adalah 0,53 jam

Dengan Rumus:

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Total waktu pelaksanaan produktivitas}}{\text{Jumlah girder}} = \frac{3,75 \text{ jam}}{7 \text{ girder}} = 0,53 \text{ jam}$$

2) Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 30 Juli 2023

- a) *Girder* nomor 2

- i. Waktu Pelaksanaan: 33 menit/1 girder

- ii. Waktu Istirahat: 22 menit

- iii. CT: 55 menit (0,91 Jam)

$$33 \text{ menit} + 22 \text{ menit} = 55 \text{ menit}$$

- iv. Efisiensi: 0,6

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu Pelaksanaan}}{\text{Waktu Pelaksanaan} + \text{Waktu istirahat}}$$

$$\text{Eff} = \frac{33 \text{ menit}}{33 \text{ menit} + 22 \text{ menit}}$$

$$\text{Eff} = \frac{33 \text{ menit}}{55 \text{ menit}} = 0,6$$

- v. Produktivitas: 39 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ girder} \times \frac{60}{0,91} \times 0,6$$

$$\text{Produktivitas} = 39 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,43 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapasitas/jam} = \frac{17 girder}{39 girder/jam} = 0,43 jam$$

b) Girder nomor 3

i. Waktu Pelaksanaan: 31 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 21 menit

iii. CT: 52 menit (0,86 Jam)

$$31 \text{ menit} + 21 \text{ menit} = 52 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,59

$$Eff = \frac{Waktu Pelaksanaan}{Waktu Pelaksanaan + Waktu istirahat}$$

$$Eff = \frac{31 \text{ menit}}{31 \text{ menit} + 21 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{31 \text{ menit}}{52 \text{ menit}} = 0,59$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1 \text{ girder} \times \frac{60}{0,86} \times 0,59$$

$$Produktivitas = 41 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,41 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapasitas/jam} = \frac{17 girder}{41 girder/jam} = 0,41 jam$$

c) Girder nomor 4

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$= 30 \text{ menit} + 20 \text{ menit} = 50 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{Waktu\ Pelaksanaan}{Waktu\ Pelaksanaan + Waktu\ istirahat}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{30\ menit + 20\ menit}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{50\ menit} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1\ girder \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$Produktivitas = 43\ girder/jam$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapasitas/jam} = \frac{17\ girder}{43\ girder/jam} = 0,39\ jam$$

d) Girder nomor 5

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$30\ menit + 20\ menit = 50\ menit$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{Waktu\ Pelaksanaan}{Waktu\ Pelaksanaan + Waktu\ istirahat}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{30\ menit + 20\ menit}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{50\ menit} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1\ girder \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$Produktivitas = 43\ girder/jam$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapabilitas/jam} = \frac{17 girder}{43 girder/jam} = 0,39 jam$$

e) Girder nomor 6

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$30 \text{ menit} + 20 \text{ menit} = 50 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{Waktu Pelaksanaan}{Waktu Pelaksanaan + Waktu istirahat}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{30 \text{ menit} + 20 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{50 \text{ menit}} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapabilitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1 girder \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$Produktivitas = 43 girder/jam$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapabilitas/jam} = \frac{17 girder}{43 girder/jam} = 0,39 jam$$

f) Girder nomor 7

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$= 30 \text{ menit} + 20 \text{ menit} = 50 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{Waktu\ Pelaksanaan}{Waktu\ Pelaksanaan + Waktu\ istirahat}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{30\ menit + 20\ menit}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{50\ menit} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1\ girder \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$Produktivitas = 43\ girder/jam$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapasitas/jam} = \frac{17\ girder}{43\ girder/jam} = 0,39\ jam$$

g) Girder nomor 8

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$30\ menit + 20\ menit = 50\ menit$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{Waktu\ Pelaksanaan}{Waktu\ Pelaksanaan + Waktu\ istirahat}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{30\ menit + 20\ menit}$$

$$Eff = \frac{30\ menit}{50\ menit} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1\ girder \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$Produktivitas = 43\ girder/jam$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapasitas/jam} = \frac{17 girder}{43 girder/jam} = 0,39 jam$$

h) Girder nomor 9

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$30 \text{ menit} + 20 \text{ menit} = 50 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{Waktu Pelaksanaan}{Waktu Pelaksanaan + Waktu istirahat}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{30 \text{ menit} + 20 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{50 \text{ menit}} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi$$

$$Produktivitas = 1 \text{ girder} \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$Produktivitas = 43 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$Pelaksanaan = \frac{Volume}{Kapasitas/jam} = \frac{17 girder}{43 girder/jam} = 0,39 jam$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari kedua dalam *multi cycle time* adalah 0,39 jam

Dengan Rumus:

$$Waktu = \frac{Total waktu pelaksanaan produktivitas}{Jumlah girder} = \frac{3,18 jam}{8 girder} = 0,39 jam$$

Sehingga total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* adalah 0,92 Jam

Dengan Rumus:

$$Total = Waktu durasi (29 Juli 2023) + Waktu durasi (30 Juli 2023)$$

$$Total = 0,53 \text{ Jam} + 0,39 \text{ Jam}$$



Total = 0,92

#### 4.2.2 Money

##### 1) Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat dan Operasional

Perhitungan biaya sewa alat berat dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *multi cycle time* dapat dilihat pada tabel 4.7 dan 4.8

Tabel 4.7 Perhitungan biaya sewa alat berat (*multi cycle time*)

No.	Alat Berat	Kapasitas Tonase	Harga Sewa (bulan)	Harga Sewa (jam)
1.	TEREX PL 7000	250	Rp 400.000.000	Rp 595.238
2.	Hitachi Sumitomo SCX 2800-2	275	Rp 500.000.000	Rp 744.047
<b>TOTAL</b>				<b>Rp 1.339.285</b>

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)

Tabel 4.8 Perhitungan biaya operasional (*multi cycle time*)

No.	Jenis Operasional	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga
1.	Operator	2	Orang	Rp 550.000	Rp 1.100.000
2.	Bahan Bakar	82,4	Liter	Rp 15.500	Rp 1.277.200

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)

##### 2) Analisis Biaya Pekerjaan *Erection Girder* dan Operasional

Analisis biaya *erection girder* dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *multi cycle time* akan dijelaskan sebagai berikut

Diketahui,

Volume Pekerjaan = 0,92 dalam 2 hari

Biaya alat/jam = Rp 1.339.285

Biaya operator/hari= Rp 1.100.000

Biaya bahan bakar= Rp 1.277.200

total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* adalah 0,92 Jam

Biaya Alat selama 2 hari

=  $1.339.285 \times 0,92 = Rp 1.232.142$

Biaya Operator selama 2 hari

$$= 1.100.000 \times 2 = Rp\ 2.200.000$$

IV-25

Bahan bakar *crane* 275 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 365$$

$$H = 43,8$$

Bahan bakar *crane* 250 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 322$$

$$H = 38,6$$

Total bahan bakar yang dikeluarkan 82,4 liter/jam

$$= 1.277.200 \times 0,92 = Rp\ 1.175.024$$

Total Biaya Pekerjaan *erection girder* dan operasional untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* sebesar

$$= \text{biaya alat} + \text{biaya operator} + \text{biaya bahan bakar}$$

$$= 1.232.142 + 2.200.000 + 1.175.024$$

$$= Rp\ 4.607.166$$

Jadi dari analisis biaya pekerjaan *erection girder* dan operasional didapat sebesar Rp 4.607.166

## **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis berdasarkan faktor 5 M yang telah dilakukan peneliti, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil produktivitas selama 2 hari dalam multi cycle time lebih efektif dan lebih cepat dibandingkan one cycle time
2. Hasil analisis biaya yang di dapat selama 2 hari untuk produktivitas dalam multi cycle time lebih murah dibandingkan dengan one cycle time

## Daftar Pustaka

- Widjajanto, Danu. (2008, February 26). Manajemen Proyek. Retrieved from [https://id.wikipedia.org/wiki/Manajemen\\_proyek](https://id.wikipedia.org/wiki/Manajemen_proyek). Diakses 08 Juni 2023.
- Ramadhan, Fadia Afkari. (2022). Perbandingan Metode erection girder menggunakan crane dan launcher gantry (Studi kasus: Jembatan Cisadane Proyek Pekerjaan Jalan Tol Serpong-Balaraja Seksi 1A). Retrieved from <http://repositori.unsil.ac.id/7709/6/6.%20Bab%20II.pdf>. Diakses 08 Juni 2023.
- Siswanto, A.B., Salim, M.A., Purwanti, & Nurwidiyanti, Agista. (2022, December). Analisis Perbandingan Pekerjaan Erection Girder Beam dengan Metode Launcher dan Crawler Crane Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang. Jurnal Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Vol 15 No. 02, 2022, Hal. 23-36.
- Hermani, Wahyuningsih Tri. (2018, August). EVALUASI PEKERJAAN ERECTION GIRDER PADA JEMBATAN KENTENG SALATIGA MENGGUNAKAN CRANE. Retrieved from [https://www.academia.edu/38201539/Evaluasi\\_Pekerjaan\\_Erection\\_Girder\\_Pada\\_Jembatan\\_Kenteng\\_Salatiga\\_Menggunakan\\_Crane](https://www.academia.edu/38201539/Evaluasi_Pekerjaan_Erection_Girder_Pada_Jembatan_Kenteng_Salatiga_Menggunakan_Crane). Diakses 12 Juni 2023.
- Pratama, Andhika R.D. (2019, July 10). PELAKSANAAN METODE ERECTION GIRDER MENGGUNAKAN CRAWLER CRANE PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN-PROBOLINGGO. Retrieved from <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/91792>. Diakses 21 Juni 2023.
- Imanullah, Muhammad Fahmi. (2022). PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA OPERASIONAL MOBILE CRANE KATO SR250R DAN SANY SRC400CR.
- Winarto, Yudho. (2023, April 12). Tahun Ini, Waskita Beton (WSBP) Targetkan Erection Girder Proyek Tol CCTW Rampung. Retrieved from <https://industri.kontan.co.id/news/tahun-ini-waskita-beton-wsbp-targetkan-erection-girder-proyek-tol-cctw-rampung>. Diakses 5 Juli 2023.
- Erviyanto, Wulfram I. (2023). Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Terbaru. Yogyakarta: Andi Offset.

- Roshindra, D. (2019) BAB III LANDASAN TEORI. Retrieved from <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15852/05.3%20bab%203.pdf.pdf?sequence=7&isAllowed=y>. Diakses 2 Agustus 2023.
- Hafidz, 'Imad Zuhair (2016). Tafsir *Al-Madinah Al-Munawwarah*. Madinah: Markaz *Ta'dzhim Al-Qur'an Al-Karim*.
- Octavia, Dyla Midya., Nugroho Fajar., Maizetri Resti. (2022, January 2). ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN ALAT BERAT AKIBAT PERUBAHAN PEMANFAATAN FUNGSI ALAT (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN PRASARANA SUNGAI BATANG LURUS MARANSI). *Ensiklopedia of Journal*, Vol 4 No.2 Edisi 2 Januari 2022, Hal 274-279.
- Kesuma, I Dewa Gede Mas Jaya. (2013). *OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN PROYEK HOTEL HORISON ULTIMA RISS YOGYAKARTA*. S2 thesis, UAJY.
- Civildoqument. (2023). Produktivitas Alat Berat. Retrieved from <http://civildoqument.blogspot.com/2014/10/produktivitas-alat-berat.html>. Diakses 11 Agustus 2023.
- Nurdiansyah, Hafiz Farid. (2019, August 28). Analisis Pemilihan Alat Berat Material *Hoist* dan *Mobile Crane* pada Pekerjaan Rangka Atap Baja Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII. S1 Tugas Akhir. UII
- Febrianti, Dian., & Zakia. (2018). Analisis Produktivitas dan Waktu Penggunaan Alat Berat *Excavator* pada Pekerjaan Galian Tanah. *Seminar Nasional Pakar*, Buku 1, ISSN: 2615-3343.
- Hartono, Priyo., & Trijeti. (2015, December). **STUDI ANALISIS PENGGUNAAN ALAT BERAT (CRANE) SEBAGAI ALAT ANGKAT UNTUK INSTALASI EQUIPMENT DEODORIZER DI PROYEK CPO PLANT**. *Jurnal Konstruksia*, Vol 7 No. 1, Hal 39-52
- Badan Standardisasi Nasional. (2020, June 24). *Standardisasi Sebagai Penyokong Pembentukan Ekonomi Sirkular di Indonesia*. Jakarta: BSN.
- Universal Eco. (2020, March). Mengenal Konsep Ekonomi Sirkular. Retrieved from <https://www.universaleco.id/blog/detail/mengenal-konsep-ekonomi-sirkular/236>. Diakses 17 Januari 2024.

- Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Logam dan Mesin. (2024, October 23). Industri Hijau. Bandung: Kemenperin.
- Buwono, H.K., Setiawan A., & Trijeti. (2022, December). Gap-Acceptance dan Persamaan Empiris Prediksi Kecepatan Kendaraan Terhadap Jarak Pendekat pada Bundaran. *Jurnal Konstruksia*, Vol 14 No. 1, Hal 71-78.
- Trijeti., Madeppungeng, A., Rasul, R.S., & Irwanto, R. (2022, March). *Risk Management in the Jabodebek LRT (Light Rail Transit) Development Project, In Jakarta and Its Neighbouring Cities. International Journal of Civil Engineering and Infrastructure Vol 2 No. 1*, Hal 70-86.
- Nurlaelah., Ilham, M., Trijeti. (2023, October 16). Construction Material Waste at The "Apartement X" Project In Bekasi, West Java, Indonesia. *Engineering and Technology Journal*. Jilid 8, Terbitan 10, Hal 2862-2867.
- Nurlaelah. (2023, March 1). Analisis Waste Proses Pembangunan Perumahan Sederhana (*Low Cost Housing*) Menggunakan *Root Cause Analysis (RCA)*. IKRAITH Teknologi Jilid 6 Terbitan 1.

## LEMBAR ASISTENSI

Lampiran 8

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL

### ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Amirul Yanuar Ihsan

No. Pokok : 20210410160001

Mulai Tanggal : 9 November 2023

Selesai Tanggal : 8 Agustus 2024

Dosen Pembimbing : Dr. Nurtaelah, ST., MT.

Judul Tugas Akhir : PRODUKTIVITAS PERALATAN *CRANE* PADA *ERECTION GIRDER* BENTANG 31,6 METER (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Csmanggis-Cibitung seksi 2)

NO.	TANGGAL	CATATAN	PARAF
1	9 November 2023	Revisi BAB I, fishbone	<i>h</i>
2	13 November 2023	Jelaskan one cycle time dan multi cycle time	<i>h</i>
3	30 November 2023	Revisi BAB IV, tentang jadwal erection girder,	<i>h</i>
4	12 Desember 2023	Revisi BAB I, latar belakang, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian. Tambahkan materi di BAB II	<i>h</i>
5	18 Desember 2023	Tambahkan materi di BAB II Tambahkan ringkasan jurnal terkait Tambahkan isi di diagram alur penelitian di BAB III Revisi tata letak sub bagian di BAB III Tambahkan isi di BAB IV	<i>h</i>
6	20 Maret 2024	Ybs sudah mencapai 90% untuk progress Tanya	<i>h</i>
7	1 April 2024	Tambahkan materi di BAB II	<i>h</i>
8	8 Agustus 2024	ACC Sidang	<i>h</i>

## LEMBAR ASISTENSI

Lampiran 9

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN SIPIL

### ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Amirul Yanuar Ihsan

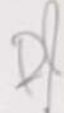







No. Pokok : 20210410160001

Mulai Tanggal : 19 Desember 2023

Selesai Tanggal : 7 Februari 2024

Dosen Pembimbing : Rachmad Irwanto, ST., M.Sc., M.Pet.Eng.

Judul Tugas Akhir : PRODUKTIVITAS PERALATAN *CRANE* PADA *ERECTION GIRDER* BENTANG 31,6 METER (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2)

NO.	TANGGAL	CATATAN	PARAF
1.	19 Desember 2023	Tambahkan Faktor-faktor dalam perhitungan waktu Analisa dibuatkan dalam bentuk tabel Tambahkan diskusi sebelum kesimpulan	
2.	23 Desember 2023	Perbaiki tabel kesimpulan analisa	
3.	12 Januari 2024	Perbandingan analisa <i>one cycle vs multi cycle</i> ??? Hasil analisa dibuatkan <i>flow chart</i>	
4.	16 Januari 2024	Perbaiki <i>flow chart</i> lebih detail	
5.	22 Januari 2024	Tambahkan kaitan dengan <i>circular economy</i> pada kesimpulan	
6.	24 Januari 2024	Tambahkan kaitan dengan konsep industri hijau pada diskusi	
7.	29 Januari 2024	Jelaskan lebih detail kaitan tentang <i>circular economy</i> dengan penelitian	
8.	7 Februari 2024	ACC	



**PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS PERALATAN CRANE PADA  
ERECTION GIRDER BENTANG 31,6 METER BERDASARKAN ONE CYCLE  
TIME DAN MULTI CYCLE TIME (Studi Kasus: Proyek Pembangunan  
Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2)**



**DISUSUN OLEH:**

**NAMA : AMIRUL YANUAR IHSAN**

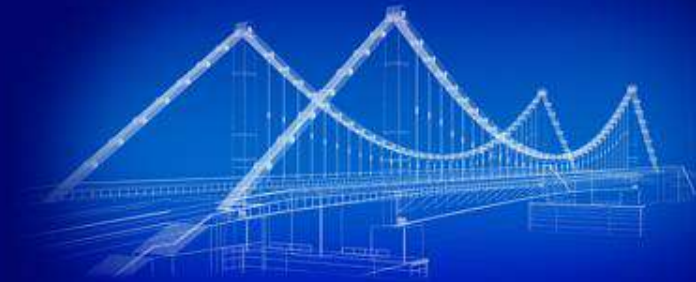
**NIM : 20210410160001**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

- Menurut Ervianto (2002) proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Proyek konstruksi (Gould, 2002, dalam Eka Danyanti, 2010), dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendirikan suatu bangunan yang membutuhkan sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material dan peralatan. Seperti pada proyek pembangunan jalan tol (Studi kasus: Jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2).



Dalam pelaksanaannya, proyek konstruksi banyak menggunakan alat-alat berat seperti *crane* dan *launcher gantry*, salah satunya proyek konstruksi yang menggunakan crane adalah *Overpass Supratman* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis Cibitung seksi 2, Sta. 46+043 memiliki 3 Span dengan berbagai ukuran yaitu Span A1-P1 memiliki bentang girder 41,4 meter dengan tinggi 2,3 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, Span P1-P2 memiliki bentang girder 31,6 meter dengan tinggi 1,85 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, Span P2-A2 memiliki bentang girder 47,4 meter dengan tinggi 2,3 meter dengan jumlah girder sebanyak 17 buah, berada pada Jakarta *Outer Ring Road 2* Sta. 27+070 sampai Sta. 50+084

Crane adalah salah satu pesawat pengangkat dan pemindah material. Biasanya alat berat satu ini digunakan untuk memindahkan suatu barang dalam jumlah yang banyak dan berat. Alat satu ini memiliki bentuk yang panjang dan kemampuan mengangkat sangat kuat. Mampu berputar sampai 360 derajat dengan jangkauan hingga puluhan meter. Biasanya alat ini sering sekali digunakan dalam pekerjaan proyek, perbengkelan, industri, pelabuhan, pergudangan dan masih banyak lainnya.



Sesuai dengan beberapa metode kerja crane yang ada, maka dilakukanlah penelitian terkait produktivitas crane dengan one cycle time dan multi cycle time pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2. Karena berdasarkan penelusuran penulis, penelitian ini belum pernah dilakukan oleh beberapa peneliti, khususnya di Indonesia.

## 2. Identifikasi Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat di identifikasikan masalah sebagai berikut:

- a) Belum ada penelitian terkait perbandingan produktivitas untuk penggunaan *crane* pada *erection girder* berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.
- b) Diduga, produktivitas penggunaan *crane* pada *erection girder* tidak sesuai harapan.

## 3. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan indentifikasi masalah di atas maka didapatkan rumusan masalah penelitian adalah

- a) Bagaimana perbandingan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*?
- b) Bagaimana perbandingan analisis biaya produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*?

#### 4. Batasan Masalah Penelitian

Berikut batasan masalah untuk pembahasan Analisis:

- a) Penelitian ini dilaksanakan pada *girder* bentang 31,6 meter.
- b) Analisis ini menggunakan 2 peralatan *crane* berkapasitas 250 Ton dan 275 Ton.
- c) Analisis ini menggunakan cara observasi (*survey*) dan wawancara untuk mengetahui metode pelaksanaan pada *erection girder* dengan peralatan *crane*.

#### 5. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya analisis:

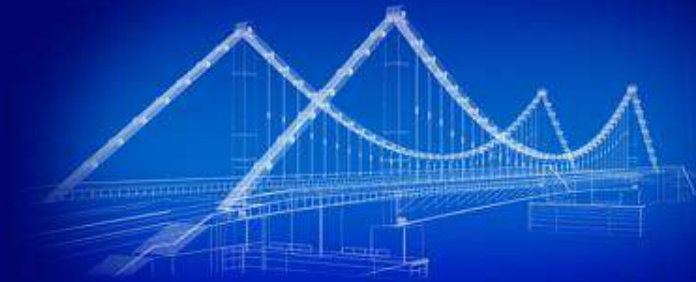
- a) Untuk mengetahui perbandingan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.
- b) Untuk mengetahui perbandingan analisis biaya produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* dengan bentang 31,6 meter berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.



## 6. Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil dari rumusan masalah sebagai berikut:

- a) Produktivitas *multi cycle time* lebih efektif dan cepat dibanding *one cycle time*.
- b) Analisis biaya untuk Produktivitas *multi cycle time* lebih murah dibanding *one cycle time*.



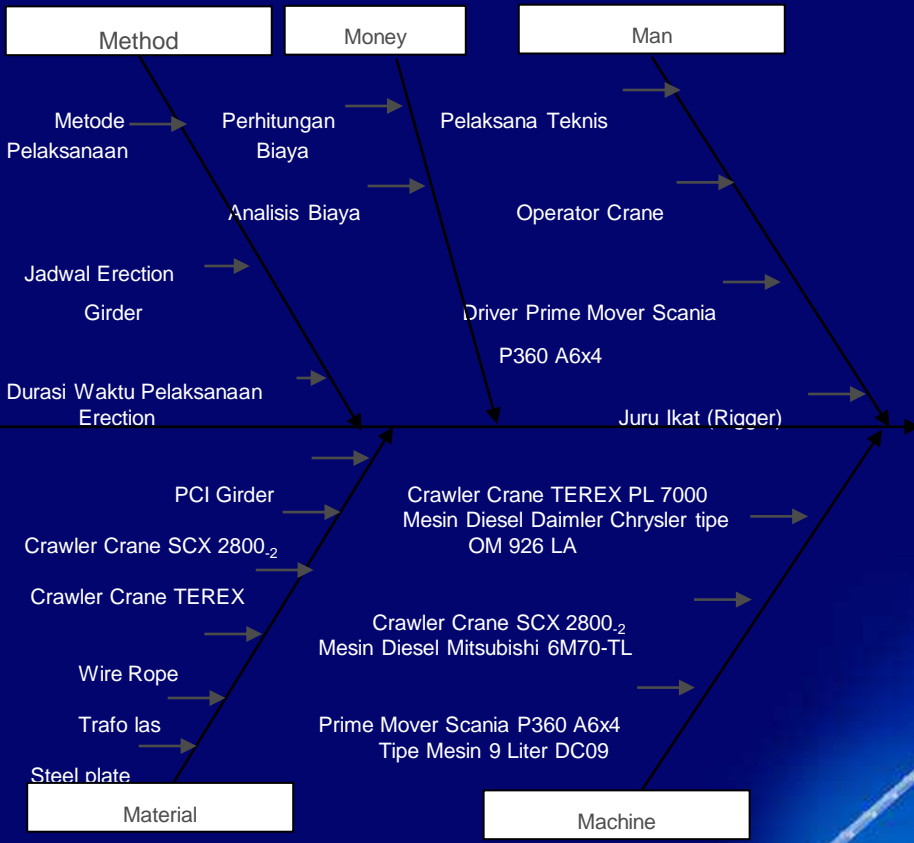
# 7. Fishbone

**Tujuan**

- Untuk mengetahui perbandingan produktivitas pada erection girder dengan peralatan crane berdasarkan one cycle time dan multi cycle time.
- Untuk mengetahui perbandingan analisis biaya produktivitas peralatan crane pada erection girder dengan bentang 31,6 meter berdasarkan one cycle time dan multi cycle time.

**Jurnal referensi**

- ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN ALAT BERAT AKIBAT PERUBAHAN PEMANFAATAN FUNGSI ALAT (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN PRASARANA SUNGAI BATANG LURUS MARANSI) (DYLA MIDYA OCTAVIA, FAJAR NUGROHO, RESTI MAIZETRI)
- Analisis Perbandingan Pekerjaan Erection Girder Beam dengan Metode Launcher dan Crawler Crane Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang (Agista Nurwidiyanti)



PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS PERALATAN CRANE PADA ERECTION GIRDER BENTANG 31,6 METER BERDASARKAN ONE CYCLE TIME DAN MULTI CYCLE TIME (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2)



# BAB II

## Landasan Teori

### 1. Manajemen Alat Berat

Menurut Rosiyanti (2002) alat-alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Tujuan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat dan diharapkan hasilnya akan lebih baik.

Menurut Wilopo, (2009) keuntungan-keuntungan yang di peroleh dengan menggunakan alat berat antara lain:

#### 1. Waktu pengerjaan lebih cepat

Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.

#### 1. Tenaga besar

Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.

#### 1. Ekonomis

Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.

#### 1. Mutu hasil kerja lebih baik





## 2. Definisi *Mobile Crane*

*Mobile crane* merupakan alat berat berupa *truck* atau sejenisnya untuk melakukan pengangkutan material baik dalam arah horizontal maupun vertical yang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain atau melakukan mobilitas. Selain itu lengan boom dapat dikendalikan dengan sistem hidrolis (*hydraulic controlled*) selama masih didalam proyek. *Mobile crane* yang dipasang pada unit *truck* sebagai *superstructure* dapat berputar (*slewing*) dan untuk menjaga kestabilan alat pada saat bekerja, maka dilengkapi dengan *outriggers* yang dapat diatur.

## 3. Jenis-jenis *Mobile Crane*

Menurut Rostiyanti (2002), jenis-jenis dari *mobile crane* adalah:

### a) *Crawler crane*

Tipe ini mempunyai bagian atas dapat bergerak 360°, dengan roda besi/*crawler* maka *crane* tipe ini dapat bergerak didalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya.

### b) *Rough Terrain Crane*

Merupakan alat angkut peralatan berat beroda empat yang terbuat dari karet yang bergerigi, seperti halnya *crawler crane* biasa digunakan pada lokasi bermedan berat.

### c) *Teleskopik Crane*

Merupakan sebuah *crane teleskopik* yang terdiri dari sejumlah tabung dipasang satu di dalam yang lain dan bersistem tenaga hidrolis untuk memperpanjang dan memperpendek Panjang total boom. *Teleskopik crane* sering digunakan untuk proyek-proyek konstruksi jangka pendek.



#### 4. Sistem Penggerak Pada Peralatan Crane

Sistem pada kedua *crawler crane* yang digunakan dalam *erection girder* di *Overpass Supratman* menggunakan Sistem Hidraulik (*Hydraulic System*). Dimana pompa hidraulik, motor hidraulik, *cylinder valve*, *cylinder-cylinder*, *seal-seal* memegang peranan pokok dalam keandalan *crane*. Baik *outrigger*, *boom*, *boom angle*, sling angkat/turun, *slewing*, semuanya diatur dengan sistem hidraulik yang dikendalikan melalui *handle* operasi dari dalam kabin. Cepat, lembut dan tidak bersuara.

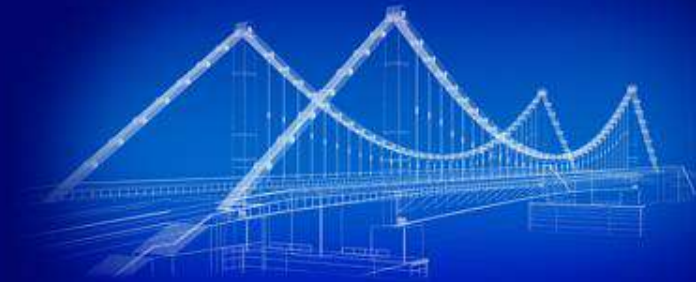
Sistem hidraulik memakai 3 (tiga) pompa hidraulik utama yaitu:

- a) Untuk *hoisting* (naik-turun beban)
- b) Untuk *slewing* (berputar)
- c) Untuk *boom* (Panjang-pendek *boom*) dan *outrigger*

#### 5. Kapasitas Peralatan Crane

Kapasitas *mobile crane* tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah kapasitas material yang akan diangkut. Oleh karena itu berat material yang diangkut sebaiknya sebagai berikut:

- a) Untuk mesin beroda *crawler* memiliki 75% dari kapasitas alat.
- b) Untuk mesin beroda ban karet memiliki 85% dari kapasitas alat.
- c) Untuk mesin yang memiliki kaki (*outrigger*) memiliki 85% dari kapasitas alat.



## 6. Mekanisme Kerja Peralatan *Crane*

Mekanisme kerja mobile crane terdiri dari:

a) *Hoisting mechanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme yang digunakan untuk mengangkat beban.

b) *Hoisting mechanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme yang digunakan untuk memutar jib dan counter jib sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan.

c) *Traveling mechanism* (mekanisme jalan)

Mekanisme yang digunakan untuk menurunkan beban yang telah diangkat.

## 7. Produktivitas Alat Berat

Menurut Ervianto (2003) Produktivitas didefinisikan sebagai rasio *output* dan *input*, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses dan tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.



Produktifitas alat tergantung pada kapasitas, waktu siklus alat, dan efisiensi alat. Dalam melaksanakan proyek-proyek yang dikerjakan dengan alat berat. Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan pekerja dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah pada waktu yang *relative* lebih singkat. Menurut Rostianti (1999).

(Nunnally, 2007) Empat hal yang mutlak untuk diperhitungkan dalam menentukan alat berat yang akan digunakan adalah: kapasitas alat berat, kapasitas alat angkut, waktu siklus, dan faktor operator.

## **8. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas**

Menurut Rostiyanti (2008), dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas perjam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja.

Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas ada beberapa hal yaitu:

### 1. Jenis Material

#### a. Berat Material

Berat material adalah sifat fisik yang memiliki satuan berat sesuai dengan jenis material. Berat material sangat berpengaruh terhadap kemampuan operasi alat

#### b. Bentuk Material

Bentuk material ada 3 macam yaitu, padat, cair dan padat cair. Bentuk material ini mempengaruhi saat pelaksanaan dilapangan supaya kondisi material tetap stabil, seperti pada saat memuat, mengangkat, dan memutar.

### 2. Keterampilan operator pemakai alat

Keterampilan operator ini akan mempengaruhi waktu siklus alat berat yang dapat diukur dari jumlah jam operator mengoperasikan alat mobile crane.

### 3. Pemilihan dan pemeliharaan alat

Dalam pemilihan dan pemeliharaan alat ini perlu mempertimbangkan beberapa aspek terutama biaya. Pemilihan alat berat ini berkaitan dengan metode pelaksanaan nanti dilapangan, sedangkan pemeliharaan alat berkaitan dengan kondisi alat berat yang dapat mempengaruhi produktivitas alat berat.



## 9. Efisiensi Kerja Alat Berat

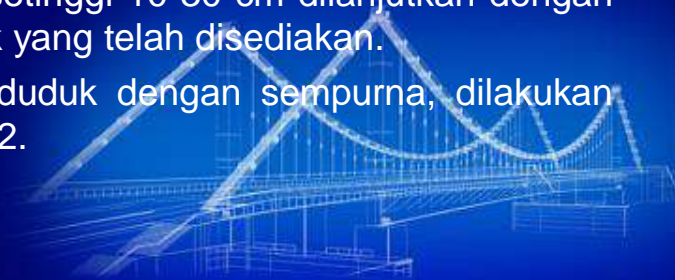
Dalam merencanakan suatu proyek, produktivitas dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal yang kemudian dikalikan dengan suatu faktor, faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian, dan pemeliharaan alat.

Dalam keadaan nyata efisiensi kerja memang sulit ditentukan, tetapi dengan berdasarkan banyaknya pengalaman dapat menentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

## 10. Metode Pelaksanaan *Erection Girder*

*Erection* merupakan salah satu tahapan pengangkatan *girder* ke korbil pada bagian *pier head*. Pada penelitian ini penyusun memilih *erection girder* menggunakan *crane* dengan tahapan:

- 1) Girder diangkat ke *bogie trailer* menggunakan 2 *crane service* dengan kapasitas tonase 100ton dan 150 ton.
- 2) Girder dimobilisasi dari *stockyard* ke lokasi *erection* dengan menggunakan *prime mover Scania P360 A6x4*.
- 3) Melakukan persiapan sebelum dilakukan *erection*.
- 4) Mulai *erection* dengan *girder* sisi P1 diangkat terlebih dahulu setinggi 10-30 cm dilanjutkan dengan *girder* sisi P2, lalu secara bersamaan diangkat sampai pada titik yang telah disediakan.
- 5) Setelah mendekati *bearing pad* sebelum diturunkan hingga duduk dengan sempurna, dilakukan pengukuran jarak antara kedua sisi *girder* dengan sisi P1 dan P2.



- 6) Setelah pengukuran dilakukan dan jarak antar kedua sisi sudah sama, *girder* kembali diturunkan hingga duduk dengan sempurna pada *bearing pad* P1 dan P2.
- 7) Selanjutnya dilakukan *bracing* agar *girder* tetap *safety*.

## 11. Manajemen Proyek

Menurut Husen. A (2008:5), manajemen merupakan suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri dari kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan dengan cara yang efektif dan efisien. Sedangkan untuk proyek memiliki arti gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, peralatan, material, dan biaya yang dihimpun dalam suatu wadah sementara untuk menggapai tujuan dan juga sasaran yang sudah disepakati.

Manajemen proyek adalah suatu tahapan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan juga mengendalikan sumber daya dari suatu proyek untuk mencapai tujuan yang sudah disepakati bersama untuk kebaikan bersama dimana setiap pekerjaan harus efektif dan juga efisien yang berlandaskan dengan biaya, mutu, dan juga waktu.



Adapun fungsi dari manajemen konstruksi yaitu:

- 1) Sebagai *Quality Control* sehingga dapat menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan.
- 2) Mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi dilapangan yang tidak pasti serta mengatasi kendala terjadinya keterbatasan waktu pelaksanaan.
- 3) Memantau prestasi dan kemajuan proyek yang telah dicapai. Hal itu dilakukan dengan *opname* (laporan) harian, mingguan dan bulanan.
- 4) Hasil evaluasi dapat dijadikan tindakan dalam pengambilan keputusan terhadap masalah-masalah yang terjadi di lapangan.
- 5) Fungsi manajerial dari manajemen merupakan sebuah sistem informasi yang baik yang dapat digunakan untuk menganalisis performa dilapangan.

Dengan menerapkan manajemen waktu proyek, seorang manajer proyek dapat mengontrol jumlah waktu yang dibutuhkan oleh tim proyek untuk membangun deliverables proyek sehingga memperbesar kemungkinan sebuah proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukan seorang manajer proyek dalam mengendalikan waktu proyek yaitu:





### 1) Mendefinisikan aktivitas proyek

Merupakan sebuah proses untuk mendefinisikan setiap aktivitas yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek.

### 2) Urutan aktivitas proyek

Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan hubungan antara tiap-tiap aktivitas proyek.

### 3) Estimasi aktivitas sumber daya proyek


Estimasi aktivitas sumber daya proyek bertujuan untuk melakukan estimasi terhadap penggunaan sumber daya proyek.

### 4) Estimasi durasi kegiatan proyek

Proses ini diperlukan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek.

### 5) Membuat jadwal proyek

Setelah seluruh aktivitas, waktu dan sumber daya proyek terdefinisi dengan jelas, maka seorang manager proyek akan membuat jadwal proyek. Jadwal proyek ini nantinya dapat digunakan untuk menggambarkan secara rinci mengenai seluruh aktivitas proyek dari awal pengerjaan proyek hingga proyek diselesaikan.



Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukan seorang manajer proyek dalam melakukan manajemen ruang lingkup proyek, yaitu:

1) Perencanaan ruang lingkup proyek

Pada tahap ini, manajer proyek akan mendokumentasikan bagaimana ruang lingkup proyek akan didefinisikan, diverifikasi, dikontrol dan menentukan bagaimana *WBS* akan dibuat serta merencanakan bagaimana mengendalikan perubahan akan ruang lingkup proyek.

2) Mendefinisikan ruang lingkup proyek

Pada tahap ini, ruang lingkup proyek akan didefinisikan secara terperinci sebagai landasan untuk pengambilan keputusan proyek dimasa depan.

3) Membuat *Work Breakdown Structure*

*WBS* merupakan pembagian *deliverables* proyek berdasarkan kelompok kerja. *WBS* dibutuhkan karena pada umumnya dalam sebuah proyek biasanya melibatkan banyak orang dan *deliverables*, sehingga sangat penting untuk mengorganisasikan pekerjaan-pekerjaan tersebut menjadi bagian-bagian yang lebih terperinci lagi.

4) Melakukan verifikasi ruang lingkup proyek

Tahap ini merupakan tahap dimana *final project scope statement* diserahkan kepada *stakeholder* untuk diverifikasi.



## 12. Ringkasan Jurnal Terkait

Adapun dua jurnal yang terkait pada penelitian ini di antaranya:

- a) Analisis Perbandingan Pekerjaan *Erection Girder Beam* dengan metode *Launcher* dan *Crawler Crane* Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang yang disusun oleh Agista Nurwidiyanti dari Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.
- b) Analisis Efisiensi Penggunaan Alat Berat Akibat Perubahan Fungsi Alat (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Prasarana Sungai Batang Lurus Maransi)



### **13. Tinjauan Literatur terkait produktivitas crane.**

Dalam mengerjakan laporan ini penyusun mengambil acuan dari 2 jurnal untuk menghitung produktivitas peralatan crane yang diantaranya: ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN ALAT BERAT AKIBAT PERUBAHAN PEMANFAATAN FUNGSI ALAT (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN PRASARANA SUNGAI BATANG LURUS MARANSI)

Yang disusun oleh Dyla Midya Oktavia, Fajar Nugroho, dan Resti Maizetri dari Institut Teknologi Padang

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1) Produktivitas alat berat excavator untuk pengadaan atau memindahkan sheet pile adalah 27 sheet pile/jam, produktivitas excavator untuk membantu pemancangan adalah 7 sheet pile/jam, dan produktivitas crane untuk pemancangan adalah 3 sheet pile/jam; 2) Biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan alat berat adalah Rp. 8.342.760,24 untuk pekerjaan pengadaan sheet pile dan Rp. 26.400.078,19 untuk pekerjaan pemancangan; 3) Pekerjaan menggunakan excavator sebagai alat pengangkatan pada pekerjaan pengadaan sheet pile dan membantu pemancangan, dan crane sebagai alat pemancangan diperoleh biaya yang lebih rendah dari biaya rencana dalam kontrak sebesar 6,27%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan penggunaan alat berat pada pekerjaan pengadaan sheet pile efisien jika dilihat dari segi biaya.

Analisis Perbandingan Pekerjaan Erection Girder Beam dengan Metode Launcher dan Crawler Crane Proyek Kawasan Industri Terpadu Batang yang disusun oleh Agista Nurwidiyanti dari Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan tentang perbandingan biaya dan waktu antara metode erection girder dengan metode launcher dan metode crawler crane dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Erection girder metode launcher dengan biaya Rp. 1.115.049.012,00 lebih mahal dibandingkan dengan pekerjaan erection girder metode crawler crane yaitu Rp. 218,670,575.90. Namun, jika ditinjau lebih lanjut biaya yang dikeluarkan dengan metode crawler crane ini dapat menjadi lebih besar dikarenakan denda yang dikeluarkan untuk penutupan total ruas Tol Semarang – Batang.
- b) Dari segi waktu, untuk pemasangan 1 girder pekerjaan erection girder metode crawler crane lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan erection girder menggunakan metode launcher. Hal ini dikarenakan metode launcher saat penempatan girder secara mekanis, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama, namun penempatan girder dapat presisi pada as.
- c) Dari segi mutu, pemasangan girder menggunakan launcher mutunya lebih terjamin daripada menggunakan crawler crane karena pengangkatannya secara mekanis, tidak melibatkan banyak orang sehingga girder tidak beresiko patah atau terguling karena human error.
- d) Meskipun dilihat dari segi biaya lebih mahal, waktu pelaksanaan jauh lebih lama, pada proyek ini digunakan metode launcher, karena perbedaan tersebut tidak signifikan kerugiannya apabila harus menutup total jalan Tol Semarang Batang ruas Batang Weleri.



## 14. Kajian Islam

### a) Menurut Al-Quran

Dalam hal ini penyusun mengangkat kajian islam tentang produktivitas pekerjaan, Yang terlampir didalam Al-Qur'an Surah At-Taubah/9:105

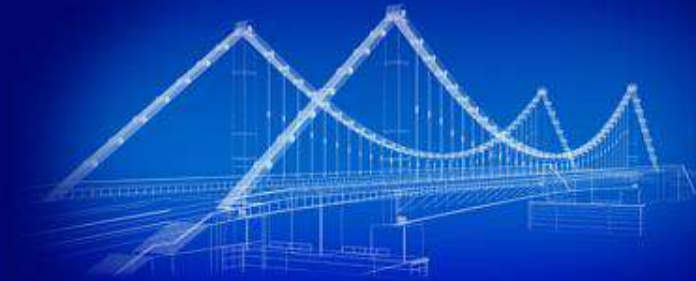
Artinya: **• وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّٰهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ اِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ۝ ۱۰۵**

Katakanlah (Nabi Muhammad), “Bekerjalah! Maka, Allah, rasul-Nya, dan orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu. Kamu akan dikembalikan kepada (Zat) yang mengetahui yang gaib dan yang nyata. Lalu, Dia akan memberitakan kepada kamu apa yang selama ini kamu kerjakan.”

### 2) Menurut Ahli Tafsir

Menurut ahli tafsir dari Tafsir Al-Madinah Al-Munawwarah / Markaz Ta'dzhim al-Qur'an di bawah pengawasan Syaikh Prof. Dr. Imad Zuhair Hafidz, professor fakultas al-Qur'an Universitas Islam Madinah.

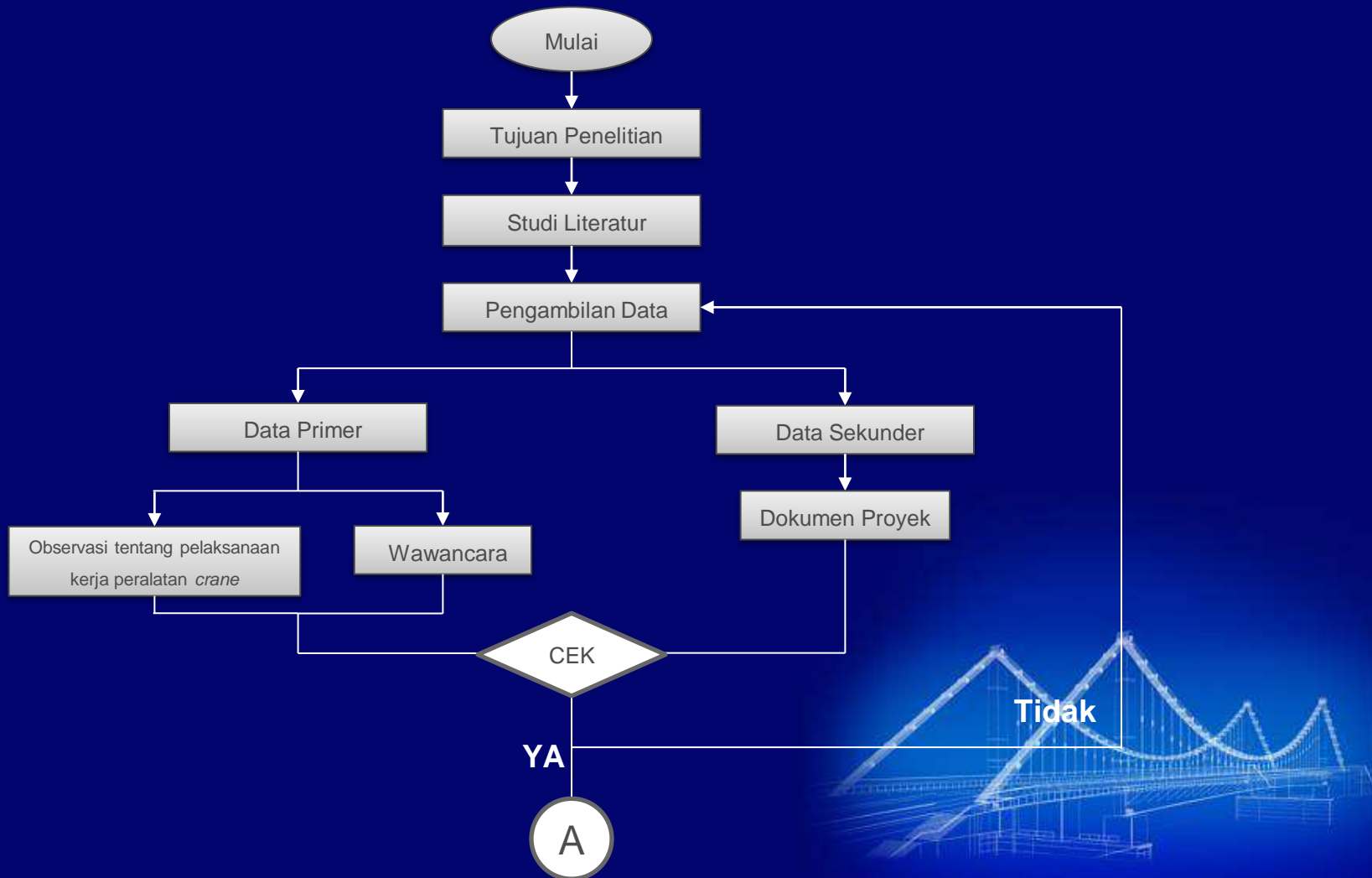
Menjelaskan dari ayat diatas memiliki tafsir, Hai Rasulullah, katakanlah kepada orang-orang yang bertaubat itu dan kepada selain mereka: “Kerjakanlah kebaikan yang Allah perintahkan kepada kalian, karena amalan kalian akan ditunjukkan kepada Allah, dan Allah, Rasulullah, dan orang-orang beriman akan melihat amalan tersebut. Dan pada hari penghitungan kalian akan dikembalikan kepada Dzat yang mengetahui segala perbuatan kalian yang tersembunyi dan terang-terangan; kemudian Dia akan memberitahukan kepada kalian segala kebaikan dan keburukan yang telah kalian perbuat, lalu Dia akan membalas perbuatan itu.”

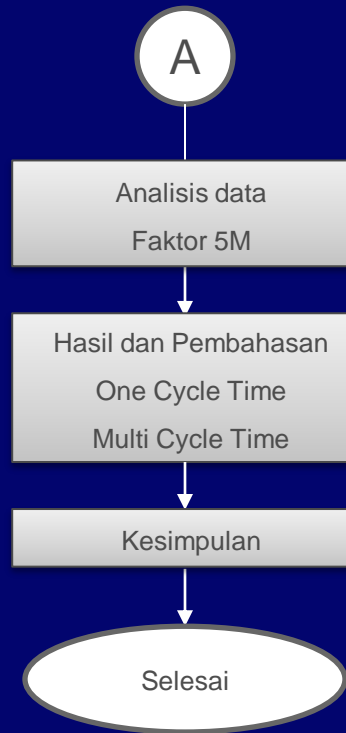


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Diagram Alur Penelitian








## 2. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan untuk Penelitian Produktivitas Peralatan *Crane* pada *Erection Girder* Bentang 31,6 Meter (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis-Cibitung seksi 2) yaitu bersifat observasi dan wawancara. Menurut Djam'an Satori (2007) menyatakan bahwa responden adalah metode pengambilan sampel penelitian yang dilihat berdasarkan tujuan penelitian. Menurut Sugiyono (2007) dalam menentukan sampel pada penelitian kualitatif berbeda signifikan dengan penentuan sampel pada penelitian kuantitatif. Dalam menentukan sampel kualitatif tidak didasarkan pada perhitungan statistis. Adapun sampel yang ditentukan bertujuan sebagai sumber informasi. Berdasarkan pengertian diatas penyusun dalam hal ini menggunakan sampel kualitatif dikarenakan pada penelitian ini penyusun hanya melakukan observasi dan wawancara terbatas yang bertujuan untuk memperoleh sumber informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini.

## 3. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian yang dijadikan objek untuk dilakukan survey berada di *overpass* Supratman pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2, pada ruas Jakarta *Outer Ring Road* 2 Sta. 46+043, provinsi Jawa Barat pada tahun 2023, Waktu penelitian dilakukan pada pagi hari sampai sore hari.



#### 4. Responden Penelitian

Penelitian ini hanya melakukan wawancara terbatas dengan *Engineering manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) Tbk. Dan observasi yang berkaitan dengan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* bentang 31,6 meter, yang berlokasi di *overpass* Supratman Sta. 46+043, Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis Cibitung seksi 2

#### 5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan pembahasan berdasarkan hasil *survey* melalui observasi dan wawancara secara terstruktur dengan *Engineering manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) TBK.

Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

##### a) Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh untuk mengetahui terkait produktivitas peralatan *crane* pada proyek ini, data-data tersebut didapatkan melalui observasi dan wawancara terstruktur



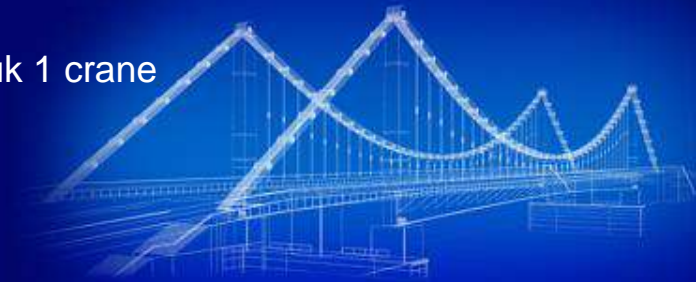
## b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari observasi dilapangan berupa, dokumen Metode Pekerjaan *Erection PCI Girder Overpass* Supratman Sta. 46+043 Menggunakan *Crane* dan beberapa dokumentasi pada saat dilapangan.

## c) Pertanyaan Wawancara

Berikut beberapa pertanyaan yang saya ajukan untuk wawancara terstruktur dengan *Engineering manager* dari PT. Waskita Karya (Persero) TBK., yang nantinya akan menyusun kumpulan berdasarkan data produktivitas tentang kemampuan alat dan akan di olah menjadi data primer.

1. Berapa jumlah biaya yang dikeluarkan untuk erection girder dari segi penyewaan crane dan segi cost operasional crane?
  - a) Segi penyewaan
    - i. Berapa harga sewa 1 hari
  - a) Segi cost operasional
    - i. Berapa jumlah liter bahan bakar yang dikeluarkan per hari untuk 1 crane
    - ii. Berapa biaya yang dikeluarkan untuk operator per 1 crane
    - iii. Berapa jam operator bekerja
    - iv. Apakah bahan bakar yang digunakan pada crane



- i. Berapa harga bahan bakar per liter
- ii. Berapa biaya mobilisasi
  1. Berapa banyak crane yang digunakan untuk pekerjaan erection girder?
  2. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk erection 1 girder dengan menggunakan crane?
  3. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk persiapan 1 unit crane dari sampai lokasi proyek hingga siap digunakan untuk erection girder?
  4. Bagaimana metode pelaksanaan erection girder dengan menggunakan crane dari awal sampai akhir?
  5. Bagaimana metode pelaksanaan erection girder dengan menggunakan crane dari awal sampai akhir?
  6. Berapa banyak rencana girder dengan bentang 31.6 m yang akan terpasang dalam 1 span?
  7. Berapa kapasitas tonase pada crane yang digunakan untuk erection girder?
  8. Apa saja yang harus diperhatikan pada peralatan crane sebelum digunakan untuk erection girder?
  9. Berapa Jam Nilai Ambang Batas (NAB) pada pekerjaan erection girder dalam 1 hari?
  10. Bagaimana cara melihat apakah PC-I Girder sudah aman sebelum dilakukan Erection?



## 1. Dasar-Dasar Perhitungan

Untuk menentukan produktivitas pada pelaksanaan *erection girder* dibutuhkan beberapa perhitungan diantaranya:

a) Mengitung waktu persiapan sebelum dilakukan *erection girder*

Meliputi: Waktu bongkar pasang *crawler crane*, memasang *steel plate* untuk landasan *crane*, melakukan Uji Riksa untuk mengetahui apakah *crane* tersebut layak atau tidak untuk beroperasi.

b) Menghitung efisiensi

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

c) Menghitung produktivitas alat berat

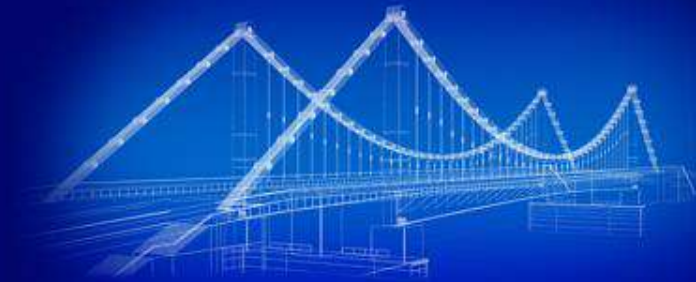
$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

d) Menghitung pelaksanaan

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}}$$

e) Menghitung total waktu durasi

$$\text{Total waktu durasi} = \text{Poin a} + \text{Poin d}$$



f) Total Biaya Pekerjaan *erection girder* dan operasional  
= *Biaya alat + biaya operator + biaya bahan bakar + biaya mobilisasi*

g) Biaya Bahan Bakar

Menurut analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) bidang pekerjaan umum didalam PMPUPR Nomor 8 Tahun 2023

$$H = Ch \times Pw \times Ms$$

Dimana:

H : Biaya bahan bakar

Ch : koefisien bahan bakar, dimana:

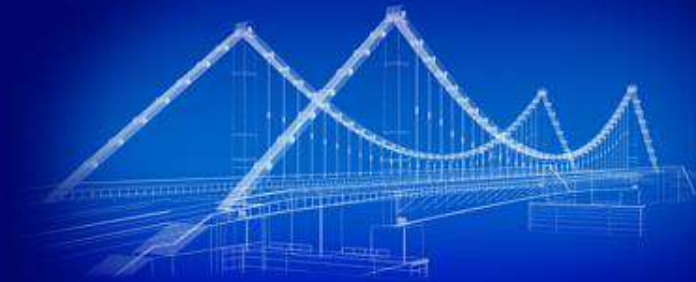
Ch = 10 % untuk pekerjaan ringan, W= 1.200 jam per tahun;

Ch = 11% untuk pekerjaan sedang, W= 1600 jam per tahun;

Ch = 12 % untuk bila pekerjaan berat, W= 2.000 jam per tahun.

Pw : kapasitas tenaga mesin (HP, *Horse Power*).

Ms : harga minyak solar (rupiah/liter).



# BAB IV

## Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* bentang 31,6 meter, berdasarkan faktor 5 M (*Method, Money, Man, Material, Machine*). Adapun analisis dan pembahasan ini berdasarkan *one cycle time* dan *multi cycle time*.

### 1. *One Cycle Time*

*One cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus penuh dari suatu operasi atau tugas dari mobilisasi *girder* hingga *girder* duduk di *bearing pad*.

#### A. *Method*

##### Metode Pelaksanaan

*Erection Girder* menggunakan *crane* pada bentang 31,6 meter membutuhkan waktu untuk melakukan persiapan sebelum memulai pelaksanaan. Dengan tahapan Prosedur sebagai berikut:

- 1) *Moving time*: 23 Juli 2023 sampai 24 Juli 2023, membawa *steel plate* dari gudang ke lokasi proyek
- 2) *Setting tempat*: 25 Juli 2023 sampai 27 Juli 2023, *Setting steel plate* untuk pijakan *crane*, menyiapkan lokasi untuk tempat *crane* beroperasi.
- 3) Mobilisasi *Crane*: 26 Juli 2023, jam 22.00 sampai 27 Juli 2023 jam 04.00
- 4) *Idle Time*: 27 Juli 2023, jam 04.00 sampai jam 04.30
- 5) Bongkar dan rakit *crane*: 27 Juli 2023, jam 09.00 sampai 28 Juli 2023 jam 10.45
- 6) Uji Riksa: 28 Juli 2023, jam 15.00 sampai jam 16.30
- 7) Pelaksanaan *erection girder*.
  - a. 29 Juli 2023, jam 9.10 sampai jam 17.35
  - b. 30 Juli 2023, jam 8.56 sampai jam 16.33



### ***Jadwal erection girder***

Tanggal 29 Juli 2023, jam 9.10 sampai jam 17.35

Hasil yang didapat sebanyak 8 *girder* selama 7 jam 25 menit.

Waktu pelaksanaan dari mobilisasi *girder* hingga *girder* duduk di *bearing pad* untuk 1 buah girder selama 55 menit.

Dengan pembagian mobilisasi *girder* selama 28 menit, dan pelaksanaan *erection* selama 27 menit.

Waktu bracing selama 10 menit.

Tanggal 30 Juli 2023, jam 8.56 sampai jam 16.33

Hasil yang didapat sebanyak 9 *girder* selama 6 jam 37 menit.

Dengan waktu pelaksanaan dari mobilisasi *girder* hingga *girder* duduk di *bearing pad* untuk 1 buah girder selama 44 menit.

Dengan pembagian mobilisasi *girder* selama 20 menit, dan pelaksanaan *erection* selama 24 menit.

Waktu bracing selama 8 menit





## Produktivitas pelaksanaan *erection*

Berikut Perhitungan Produktivitas Pelaksanaan *erection girder* bentang 31,6 meter dengan menggunakan *crane*.

a) Waktu Persiapan tanggal 23-28 Juli 2023

- i. *Moving Time* = 16 Jam dalam 2 hari
- ii. *Setting Tempat* = 24 Jam dalam 3 hari
- iii. Mobilisasi *crane* = 6 Jam
- iv. *Idle time* = 0,5 Jam
- v. Bongkar dan rakit *crane* = 10,45 Jam
- vi. Uji Riksa = 1,30 Jam
- vii. Total Waktu =  $16 + 24 + 6 + 0,5 + 10,45 + 1,30$   
= 58,25 Jam



b) Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 29 Juli 2023

i. Waktu Pelaksanaan: 50 menit/*girder*

ii. Waktu Istirahat: 48 menit

iii. CT: 98 menit (1,63 jam/1 jam 38 menit)  
 $= 50 \text{ menit} + 48 \text{ menit} = 98 \text{ menit}$

iv. Efisiensi: 0,51

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{50 \text{ menit}}{50 \text{ menit} + 48 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{50 \text{ menit}}{98 \text{ menit}} = 0,51$$

v. Produktivitas: 18 *girder*/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{1,63} \times 0,51$$

$$\text{Produktivitas} = 18 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,94 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{18 \text{ girder/jam}} = 0,94 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari pertama dalam *one cycle time* adalah 0,94 jam



c) Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 30 Juli 2023

i. Waktu Pelaksanaan: 35menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 24 menit

iii. CT: 59 menit (0,98 Jam)

$$= 35 \text{ menit} + 24 \text{ menit} = 59 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,59

$$Eff = \frac{\text{Waktu Pelaksanaan}}{\text{Waktu Pelaksanaan} + \text{Waktu istirahat}}$$

$$Eff = \frac{35 \text{ menit}}{35 \text{ menit} + 24 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{35 \text{ menit}}{59 \text{ menit}} = 0,59$$

v. Produktivitas: 36 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ girder} \times \frac{60}{0,98} \times 0,59$$

$$\text{Produktivitas} = 36 \text{ girder/jam}$$

i. Pelaksanaan: 0,47 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{36 \text{ girder/jam}} = 0,47 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari kedua dalam *one cycle time* adalah 0,47 jam



d) Total waktu keseluruhan pada waktu *erection girder*: 1,41 Jam (1 Jam 24 menit)

$Total = Waktu\ durasi\ (29\ Juli\ 2023) + Waktu\ durasi\ (30\ Juli\ 2023)$

$Total = 0,94\ Jam + 0,47\ Jam$

$Total = 1,41\ Jam$

Sehingga total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* adalah 1,41 Jam



## B. Money

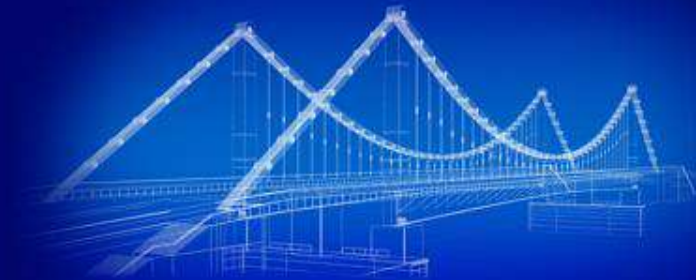
### Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat dan Operasional

Perhitungan biaya sewa alat berat dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *one cycle time* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2

Tabel 4.1 Perhitungan biaya sewa alat berat (*one cycle time*)

No.	Alat Berat	Kapasitas Tonase	Harga Sewa (bulan)	Harga Sewa (jam)
1.	TEREX PL 7000	250	Rp 400.000.000	Rp 595.238
2.	Hitachi Sumitomo SCX 2800 <sub>2</sub>	275	Rp 500.000.000	Rp 744.047
<b>TOTAL</b>				Rp 1.339.285

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)



Tabel 4.2 Perhitungan biaya operasional (*one cycle time*)

No.	Jenis Operasional	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga
1.	Operator	2	Orang	Rp 550.000	Rp 1.100.000
2.	Bahan Bakar	82,4	Liter	Rp 15.500	Rp 1.277.200
3.	Mobilisasi	1	Rit	Rp 150.000.000	Rp 150.000.000
<b>TOTAL</b>					Rp 152.377.200

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)



## Analisis Biaya Pekerjaan *Erection Girder* dan Operasional

Analisis biaya *erection girder* dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *one cycle time* akan dijelaskan sebagai berikut

Diketahui,

Volume Pekerjaan = 1,41 Jam

Biaya alat/jam = Rp 1.339.285

Biaya operator/hari = Rp 1.100.000

Bahan bakar *crane* 275 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 365$$

$$H = 43,8$$

Bahan bakar *crane* 250 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 322$$

$$H = 38,6$$

Total bahan bakar yang dikeluarkan 82,4 liter/jam

Biaya mobilisasi = Rp 150.000.000



Total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* adalah 1,41 Jam

Biaya Alat

$$= 1.339.285 \times 1,41 = Rp 1.888.392$$

Biaya Operator selama 2 hari

$$= 1.100.000 \times 2 = Rp 2.200.000$$

Biaya Bahan bakar

$$= 1.277.200 \times 1,41 = Rp 1.800.852$$

Total Biaya Pekerjaan *erection girder* dan operasional untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *one cycle time* sebesar

$$= \text{Biaya alat} + \text{biaya operator} + \text{biaya bahan bakar} + \text{biaya mobilisasi}$$

$$= 1.888.392 + 2.200.000 + 1.800.852 + 150.000.000$$

$$= Rp 155.889.244$$

Jadi dari analisis biaya pekerjaan *erection girder* dan operasional didapat sebesar Rp 155.889.244





### **C. Man**

Dalam pelaksanaan *erection girder* agar berjalan dibutuhkan beberapa sumber daya manusia, diantaranya:

#### 1) Operator

Operator adalah tenaga kerja yang mempunyai kemampuan dan memiliki keterampilan khusus dalam pengoperasian pesawat angkat dan angkut.

Operator yang mengoperasikan *crane* wajib memiliki lisensi K3 yang merupakan kartu tanda kewenangan seorang operator untuk mengoperasikan pesawat angkat dan angkut sesuai dengan jenis dan kualifikasinya atau petugas untuk penanganan pesawat angkat dan angkut.

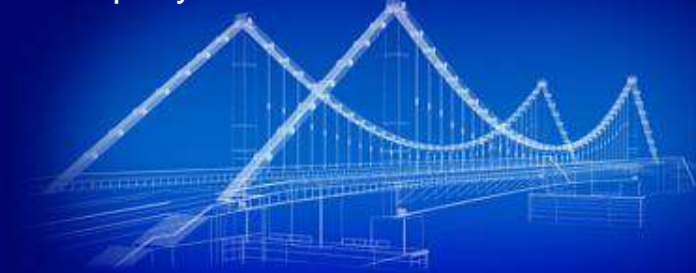
Dalam pekerjaan *erection girder* ini berdasarkan tugas dan wewenang dari klasifikasi kelasnya. Maka dapat ditentukan operator yang dapat mengoperasikan *crane* dengan kapasitas 250 ton dan 275 ton adalah operator yang sudah memiliki lisensi K3 pesawat angkat dan angkut kelas 1.

#### 2) Petugas

Yang dimaksud petugas dalam hal ini adalah tenaga kerja yang membantu agar pekerjaan *erection girder* ini dapat berjalan diantaranya:

##### a) *Driver Prime Mover Scania P360 A6x4.*

Dimana tugas dan wewenang *driver* adalah membawa girder dengan panjang 31,6 meter dari stockyard menuju lokasi *erection girder*, dengan hati-hati. Dan harus mempunyai SIM B II Umum



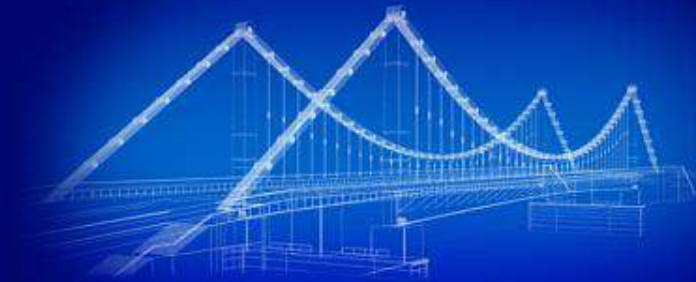
b) Juru Ikat (*rigger*)

Juru ikat (*rigger*) adalah tenaga kerja yang mempunyai kemampuan dan memiliki keterampilan khusus dalam melakukan pengikatan barang serta membantu kelancaran pengoperasian peralatan angkat.

Sama halnya seperti operator, juru ikat juga wajib memiliki Lisensi K3 yang dikeluarkan oleh Kementerian Ketenagakerjaan RI.

c) Pelaksana Teknik

Pelaksana Teknik adalah tenaga kerja yang diberi tugas, tanggungjawab, wewenang dan hak secara penuh oleh pejabat yang berwenang untuk melakukan kegiatan teknis Fungsional penyelenggaraan penyusunan sistem jaringan jalan, penyelenggaraan penanganan jalan dan jembatan serta pengembangan profesi.



## D. Material

Berikut *material* yang digunakan pada pekerjaan *erection girder* dapat dilihat pada [tabel 4.3](#)

### 1. PCI Girder

Pada pekerjaan *erection girder* di span P1-P2, menggunakan spesifikasi *girder* sebagai berikut:

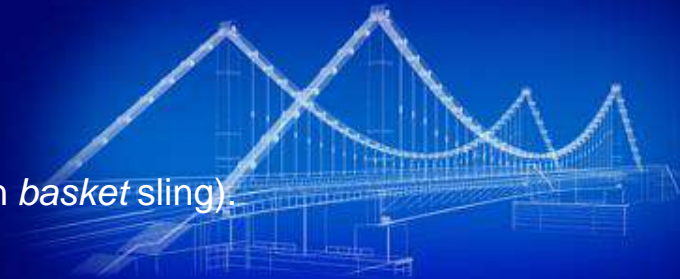
- 1) Panjang : 31,60 m
- 2) Lebar : 0,80 m
- 3) Tinggi : 1,85 m
- 4) Berat : 64,90 T
- 5) CTC : 1,85 m
- 6) Camber : 0,79-3,16 cm

Dengan *PCI girder* di stressing saat kekuatan beton 100%  $f_c'$  (umur  $\pm$  28 hari).  $K-500 = 100\% f_c' = 42,3$  Mpa.

Gaya stressing saat transfer = 127,82 kN/*strand*

Gaya stressing efektif = 112 kN/*strand*

Dan mempunyai titik *handling* 2,5 m dari ujung *girder* (menggunakan *basket sling*).



## 2. Wire Rope

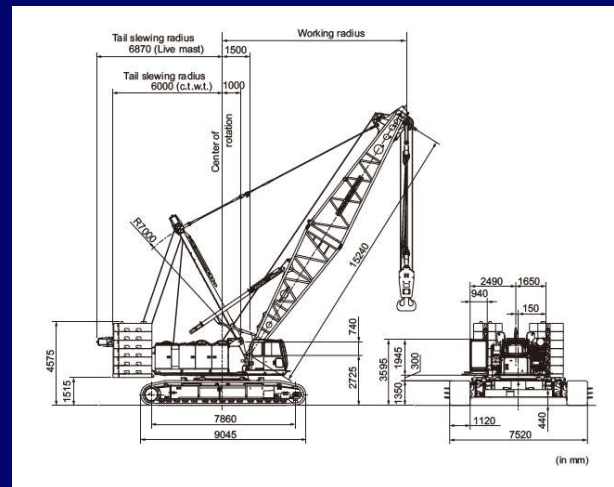
*Wire Rope* atau Tali kawat adalah tali yang terdiri dari tali berbahan dasar logam. Tali kawat memiliki beberapa istilah yang sering dijumpai, seperti *wire rope*, kawat seling, tali sling baja, hingga kawat sling baja. Tali kawat dibuat dengan memilin beberapa tali logam secara bersamaan menjadi *heliks* hingga menjadi sebuah rangkaian tali. Dan yang digunakan untuk mengangkat *girder* bentang 31,6 meter menggunakan yang berbentuk *basket*.

## 3. Steel Plate

*Plate matras/ crane mats/ landasan crane* berfungsi untuk memperluas bidang tekanan atau membagi beban *crane* terhadap tanah (*ground pressure*), *plate* atau matras yang digunakan berukuran 1,5 m x 6 m x 25 mm.

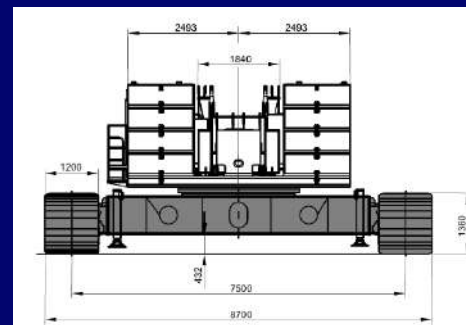
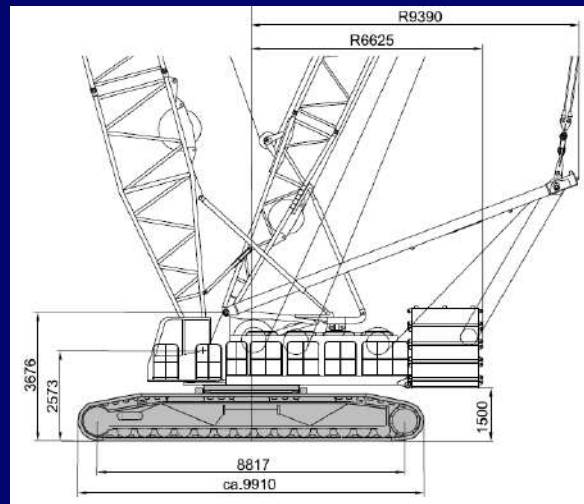
## 4. Crawler Crane 275 ton (Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>)

Dibawah ini adalah spesifikasi ukuran dari *Crawler Crane 275 ton (Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>)*



## 5. Crawler Crane 250 ton (TEREX PL 7000)

Dibawah ini adalah spesifikasi ukuran dari Crawler Crane 250 ton (TEREX PL 7000)



## E. Machine

Mesin adalah suatu komponen pada suatu alat kerja untuk menunjang pekerjaan agar dapat bekerja dengan baik. Dan disini ada beberapa mesin yang digunakan pada *erection girder* diantaranya sebagai berikut:

### 1) *Terex PL 7000*

Tipe mesin yang digunakan pada *crane terex PL 7000* adalah Mesin diesel *Daimler Chrysler* tipe *OM 926 LA*, 240 kW, 2100 rpm. Mesinnya mematuhi peraturan *EUROMOT 2a*. Desain sumbu bengkok ganda variable, menghubungkan pompa piston aksial dengan desain *swashplate* untuk transmisi sirkuit tertutup hidrostatis dan pompa roda gigi, kontrol penggerak.

### 2) *Hitachi Sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>*

Dapat dilihat pada [tabel 4.6](#) untuk jenis dan tipe dari mesin *hitachi sumitomo SCX 2800<sub>2</sub>*



### 3) *Prime Mover Scania P360 A6x4*

Untuk memobilisasi girder dari *stockyard* ke lokasi *erection* ini menggunakan *prime mover Scania P360 A6x4*, berikut spesifikasi dari *prime mover Scania P360 A6x4*:

Mesin menggunakan mesin diesel berkekuatan 360 *HP* dengan

- a) tipe mesin 9 liter *DC09 147*, 5 silinder dan sudah Euro 4
- b) Sistem Injeksi *XPI Scania*
- c) Dilengkapi *turbocharger* dan pendingin udara
- d) Output maks. 360 *HP* (265 kW) pada 1900 rpm
- e) Torsi maks. 1700 Nm pada 1050-1475 rpm.
- f) Kapasitas tangka bahan bakar: 400 liter dengan cairan buang solar 35 liter.
- g) Sistem listrik: 2 x 12V, 180 Ah dengan alternator 100 Amp



## 2. Multi Cycle Time

*Multi cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus penuh dari suatu operasi atau tugas, secara berulang-ulang kali dalam 1 hari.

### **Method**

#### **Produktivitas Pelaksanaan *Erection***

Berikut Perhitungan Produktivitas Pelaksanaan *erection girder* bentang 31,6 meter dengan menggunakan *crane*.

Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 29 Juli 2023

a) *Girder nomor 8*

i. Waktu Pelaksanaan: 15 menit/*girder*

ii. Waktu Istirahat: 13 menit

iii. CT: 28 menit (0,46 jam)

$$= 15 \text{ menit} + 13 \text{ menit} = 28 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,53

$$Eff = \frac{\text{Waktu pelaksanaan}}{\text{Waktu pelaksanaan} + \text{Waktu Istirahat}}$$

$$Eff = \frac{15 \text{ menit}}{15 \text{ menit} + 13 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{15 \text{ menit}}{28 \text{ menit}} = 0,53$$





v. Produktivitas: 69 girder/jam

$$\bullet \text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\bullet \text{Produktivitas} = 1 \text{ Girder} \times \frac{60}{0,46} \times 0,53$$

$$\bullet \text{Produktivitas} = 69 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,24 jam

$$\bullet \text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{69 \text{ girder/jam}} = 0,24 \text{ jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari pertama dalam *multi cycle time* adalah 0,53 jam

Dengan Rumus:

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Total waktu pelaksanaan produktivitas}}{\text{Jumlah girder}} = \frac{3,75 \text{ jam}}{7 \text{ girder}} = 0,53 \text{ jam}$$



Menghitung produktivitas pada alat *crane* pada tanggal 30 Juli 2023

a) *Girder* nomor 9

i. Waktu Pelaksanaan: 30 menit/1 girder

ii. Waktu Istirahat: 20 menit

iii. CT: 50 menit (0,83 Jam)

$$30 \text{ menit} + 20 \text{ menit} = 50 \text{ menit}$$

iv. Efisiensi: 0,6

$$Eff = \frac{\text{Waktu Pelaksanaan}}{\text{Waktu Pelaksanaan} + \text{Waktu istirahat}}$$
$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{30 \text{ menit} + 20 \text{ menit}}$$

$$Eff = \frac{30 \text{ menit}}{50 \text{ menit}} = 0,6$$

v. Produktivitas: 30 girder/jam

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{Efisiensi}$$

$$\text{Produktivitas} = 1 \text{ girder} \times \frac{60}{0,83} \times 0,6$$

$$\text{Produktivitas} = 43 \text{ girder/jam}$$

vi. Pelaksanaan: 0,39 jam

$$\text{Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas/jam}} = \frac{17 \text{ girder}}{43 \text{ girder/jam}} = 0,39 \text{ jam}$$



Waktu yang dibutuhkan untuk produktivitas peralatan *crane* pada kegiatan *erection girder* dihari kedua dalam *multi cycle time* adalah 0,39 jam

Dengan Rumus:

$$Waktu = \frac{\text{Total waktu pelaksanaan produktivitas}}{\text{Jumlah girder}} = \frac{3,18 \text{ jam}}{8 \text{ girder}} = 0,39 \text{ jam}$$

Sehingga total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* adalah 0,92 Jam

Dengan Rumus:

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{Waktu durasi (29 Juli 2023)} + \text{Waktu durasi (30 Juli 2023)} \\ \text{Total} &= 0,53 \text{ Jam} + 0,39 \text{ Jam} \\ \text{Total} &= 0,92 \end{aligned}$$



## Money

### Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat dan Operasional

Perhitungan biaya sewa alat berat dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *multi cycle time* dapat dilihat pada tabel 4.7 dan 4.8

Tabel 4.7 Perhitungan biaya sewa alat berat (*multi cycle time*)

No.	Alat Berat	Kapasitas Tonase	Harga Sewa (bulan)	Harga Sewa (jam)
1.	TEREX PL 7000	250	Rp 400.000.000	Rp 595.238
2.	Hitachi Sumitomo SCX 2800 <sub>.2</sub>	275	Rp 500.000.000	Rp 744.047
<b>TOTAL</b>				Rp 1.339.285

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)

Tabel 4.8 Perhitungan biaya operasional (*multi cycle time*)

No.	Jenis Operasional	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga
1.	Operator	2	Orang	Rp 550.000	Rp 1.100.000
2.	Bahan Bakar	82,4	Liter	Rp 15.500	Rp 1.277.200

Sumber: Asumsi Penyusun (2023)

## Analisis Biaya Pekerjaan *Erection Girder* dan Operasional

Analisis biaya *erection girder* dan operasional berdasarkan waktu produktifitas *multi cycle time* akan dijelaskan sebagai berikut

Diketahui,

Volume Pekerjaan = 0,92 dalam 2 hari

Biaya alat/jam = Rp 1.339.285

Biaya operator/hari= Rp 1.100.000

Biaya bahan bakar= Rp 1.277.200

total waktu untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* adalah 0,92 Jam

Biaya Alat selama 2 hari

$$= 1.339.285 \times 0,92 = Rp 1.232.142$$

Biaya Operator selama 2 hari

$$= 1.100.000 \times 2 = Rp 2.200.000$$



Bahan bakar *crane* 275 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 365$$

$$H = 43,8$$

Bahan bakar *crane* 250 ton

$$H = 12\% \times HP$$

$$H = 12\% \times 322$$

$$H = 38,6$$

Total bahan bakar yang dikeluarkan 82,4 liter/jam

$$= 1.277.200 \times 0,92 = Rp 1.175.024$$

Total Biaya Pekerjaan *erection girder* dan operasional untuk produktivitas peralatan *crane* pada *erection girder* selama dua hari dalam *multi cycle time* sebesar

$$= \text{biaya alat} + \text{biaya operator} + \text{biaya bahan bakar}$$

$$= 1.232.142 + 2.200.000 + 1.175.024$$

$$= Rp 4.607.166$$

Jadi dari analisis biaya pekerjaan *erection girder* dan operasional didapat sebesar Rp 4.607.166



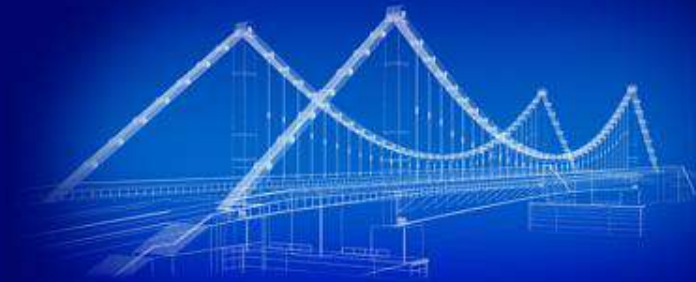
# BAB V

## KESIMPULAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis berdasarkan faktor 5 M yang telah dilakukan peneliti, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a) Hasil produktivitas selama 2 hari dalam multi cycle time lebih efektif dan lebih cepat dibandingkan one cycle time
- b) Hasil analisis biaya yang di dapat selama 2 hari untuk produktivitas dalam multi cycle time lebih murah dibandingkan dengan one cycle time





Sekian Presentasi dari saya

TERIMA KASIH

