

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ERECTION SLAB ON PILE ANTARA METODE LAUNCHING GANTRY DAN CRAWLER CRANE (*COMPARATIVE ANALYSIS OF COST AND TIME OF ERECTION SLAB ON PILE BETWEEN LAUNCHING GANTRY AND CRAWLER CRANE METHODS*)

(Studi Kasus Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai Gurindam
12 Kota Tanjungpinang Kepulauan Riau)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



الجامعة الإسلامية
الإندونيسية

Ayudaffary Apgar Kamila
17511121

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2021

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ERECTION SLAB ON PILE ANTARA METODE LAUNCHING GANTRY DAN CRAWLER CRANE (*COMPARATIVE ANALYSIS OF COST AND TIME OF ERECTION SLAB ON PILE BETWEEN LAUNCHING GANTRY AND CRAWLER CRANE METHODS*)

(Studi Kasus Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai
Gurindam 12 Kota Tanjungpinang Kepulauan Riau)

Disusun oleh

Ayudaffary Apgar Kamila
17511121

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 7 Januari 2022

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 005110101

Penguji I



Anggit Mas Arifuddin, S.T., M.T.
NIK: 185111304

Penguji II



Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK: 155111310

Mengesahkan,

Program Studi Teknik Sipil



Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian – bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 20 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,



Ayudaffary Apgar Kamila

(17511121)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah – Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Erection Slab on Pile antara Metode Launching Gantry dan Crawler Crane*. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada:

1. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, nasehat dan dukungan serta dorongan yang diberikan kepada saya selama proses penyusunan Proposal dan Tugas akhir.
2. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I.
3. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak Suji Hartanto, S.T., M.Sc selaku Pejabat Pembuat Komitmen, Pejabat Pelaksana Teknis Kegiatan, Direksi Pekerjaan Umum, Penataan Ruang dan Pertanahan Provinsi Kepulauan Riau
6. Bapak Triyoga, S.T. selaku Pembimbing Lapangan di Proyek Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai Gurindam 12 Kota Tanjungpinang,

7. Orang tua tercinta Bapak H. Unang Harun dan Ibu Yesi Windi Hermalia, terima kasih atas perjuangan yang tidak ada hentinya memberikan dukungan berupa doa, kasih sayang dari saya lahir hingga menyelesaikan studi sarjana.

Akhirnya saya berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya dan untuk perkembangan di dunia Teknik Sipil untuk penelitian – penelitian selanjutnya.

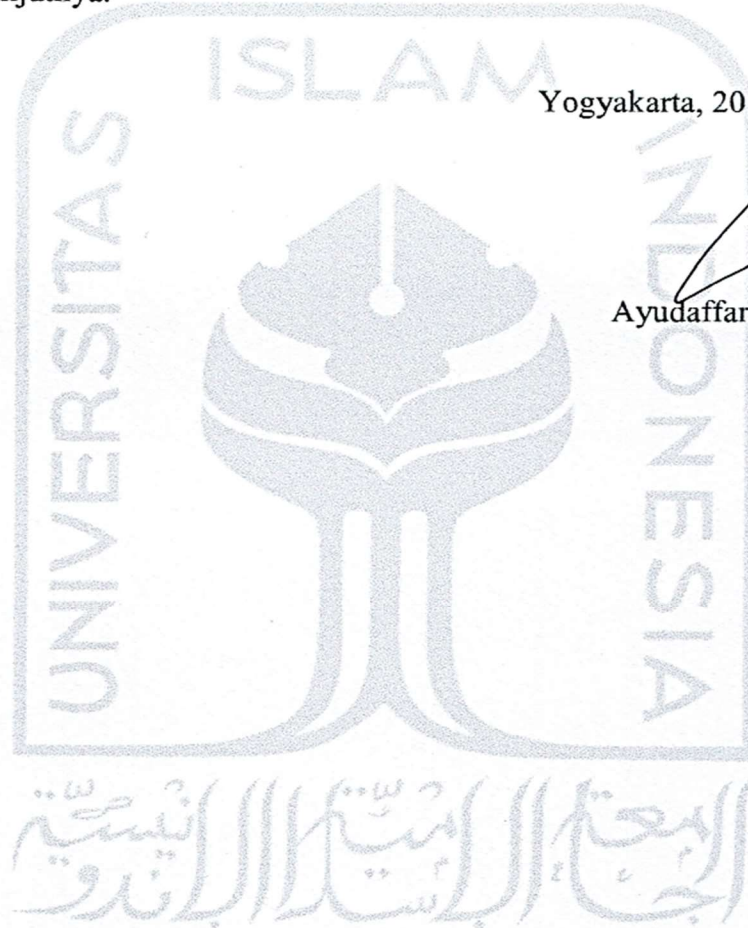
Yogyakarta, 20 Desember 2021

Penulis,



Ayudaffary Apgar Kamila

17511121



DEDIKASI

“Kasih sayang, doa, dukungan moral dan moril yang tak terhingga dari Ayah, Mamah dan Adik saya Hilmi selama saya menempuh kuliah yang membawa saya sampai ke titik ini. Terima kasih sudah menciptakan suasana keluarga yang hangat dan juga terima kasih yang tak terhingga kepada Ayah dan Mamah yang selalu berusaha menjadi Orang Tua yang sempurna untuk saya selama ini, semoga doa kalian selalu menyertai saya sampai kapanpun. Doakan semoga saya menjadi orang sukses kelak, sehingga saya bisa membanggakan kalian berdua dan keluarga. Aamiin

Teman – teman yang selalu ada di masa – masa tersulit dalam hidup saya, saksi hidup segala hal yang terjadi kepada saya, Devi, Farizta, Jumita, Lisa, Septira, Sisy, Triannisah, dan Zusi. Terima kasih karena tidak pernah lelah mendengarkan keluh kesah saya selama sembilan tahun terakhir, semoga tidak akan pernah bosan mendengarkan saya hingga kapanpun.

Teman – teman yang menemani saya selama empat tahun terakhir, Niar, Sachrifa, Salwa, Shiva, Tita, Ukhro, dan Zafira. Terima kasih sudah menjadi teman yang baik untuk saya selama menempuh kuliah di Teknik Sipil UII dengan segala bantuannya ketika saya sedang kesulitan dengan tugas maupun ujian sehingga saya bisa menyelesaikan semua mata kuliah saya dengan baik. Semoga pertemanan kita selalu seperti ini.

Partner dan sahabat terbaik yang pernah saya miliki, Muhammad Ikhsan Ramadhan. Terima kasih telah menjadi bagian dalam hidup dan motivator pribadi saya selama dua tahun terakhir. Saya tentu saja menjadi pribadi yang lebih baik dari sebelumnya berkat semua saran dan kebaikanmu. Terima kasih karena tidak pernah lelah membantu dan menjadi penasihat saya dalam urusan apapun termasuk dalam hal perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir.

Tugas akhir ini saya dedikasikan kepada seluruh orang – orang yang saya sayangi dan menjadi support system saya selama ini. Untuk semuanya thank you for not giving up on me.”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR DEDIKASI	Vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Tinjauan Penelitian	5
2.3 Kesimpulan dari Penelitian Sebelumnya	9
2.4 Keaslian Penelitian yang Dilakukan	9
2.5 Perbedaan dengan Penelitian yang Pernah Ada	9
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Umum	15
3.2 Manajemen	15

3.3	Proyek Konstruksi	17
3.4	Manajemen Proyek	18
3.5	Jembatan	20
3.5.1	Jembatan <i>Pile Slab</i>	20
3.6	Pelat Lantai Jembatan	21
3.7	Alat Angkut Vertikal	21
3.8	<i>Erection Slab on Pile</i>	22
3.9	<i>Full Slab Precast</i>	24
3.10	<i>Launching Gantry</i>	24
3.11	<i>Crawler Crane</i>	25
3.12	Ponton atau Tongkang	2
3.13	<i>TugBoat</i> atau Kapal Tunda	28
3.14	Biaya Proyek Konstruksi	28
3.14.1	Jenis Estimasi Biaya Proyek	29
3.15	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	30
3.16	Penjadwalan Proyek	32
3.17	Durasi Kegiatan	33
3.18	Kapasitas Operasi Peralatan	34
BAB IV METODE PENELITIAN		36
4.1	Definisi	39
4.2	Objek Penelitian	39
4.3	Subjek Penelitian	39
4.4	Metode Pengambilan Data	40
4.5	Metode Analisis Data	40
4.6	Tahap Penelitian	41
4.7	Bagan Alir Penelitian (<i>Flow Chart</i>)	42
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		45
5.1	Data Penelitian	45

5.1.1 Data Pekerjaan Struktur Atas Jembatan	45
5.2 Analisis Produktivitas dan Biaya Pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan alat <i>Launching Gantry</i>	49
5.2.1 Analisis Produktivitas <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	49
5.2.2 Analisis Biaya Pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>launching gantry</i>	61
5.3 Analisis Produktivitas dan Biaya Pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan alat <i>Crawler Crane</i>	62
5.3.1 Analisis Produktivitas Pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan alat <i>Crawler Crane</i>	62
5.3.2 Analisis Biaya Pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Crawler Crane</i>	82
5.4 Pembahasan Analisis Perhitungan Biaya dan Waktu pada pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i>	84
5.5 Metode Pelaksanaan <i>Erection Slab on Pile</i>	85
5.5.1 Metode Pelaksanaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan alat <i>Launching Gantry</i>	85
5.5.2 Pelaksanaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Crawler Crane</i>	90
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	99
6.1 Kesimpulan	99
6.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Tiga Kendala (<i>Triple Constraint</i>)	19
Gambar 3.2	Mobilisasi <i>full slab precast</i> menggunakan ponton dan <i>tugboat</i> ke lokasi proyek	22
Gambar 3.3	Pelaksanaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	23
Gambar 3.4	Penempatan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	23
Gambar 3.5	<i>Precast Full Slab</i> di <i>Stockyard</i>	24
Gambar 3.6	Peletakan <i>Precast Full Slab</i> sesuai <i>Marking</i>	25
Gambar 3.7	<i>Crawler Crane</i>	26
Gambar 3.8	Perbandingan Radius dan Kapasitas Beban pada <i>Crawler Crane</i>	27
Gambar 3.9	Contoh <i>Barchart</i> pada pekerjaan proyek konstruksi	33
Gambar 3.10	Contoh Kurva S pada pekerjaan proyek konstruksi	33
Gambar 4.1	Bagan Alir (<i>Flowchart</i>) Penelitian	44
Gambar 5.1	Peta Lokasi Proyek Gurindam 12	46
Gambar 5.2	Denah Proyek Gurindam 12	47
Gambar 5.3	Denah SOP Tipikal Jembatan Gurindam 12	49
Gambar 5.4	Proses <i>Erection slab on pile</i> pada bentang pertama dengan <i>launching gantry</i>	50
Gambar 5.5	<i>Working Range Cawler Crane</i>	64
Gambar 5.6	Ilustrasi Metode <i>Span to Span Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	86
Gambar 5.7	Metode <i>Span to Span Erection</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	86
Gambar 5.8	<i>Flowchart Erection Slab on Pile</i>	87

Gambar 5.9	Distribusi <i>Full Slab</i> dari Pabrik ke Pelabuhan di Kota Batam	88
Gambar 5.10	Distribusi <i>Full Slab</i> dari Pelabuhan ke <i>Ponton</i> di Kota Batam	88
Gambar 5.11	<i>Flowchart</i> Metode Pelaksanaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan alat <i>Launching Gantry</i>	90
Gambar 5.12	Ilustrasi <i>Crawler Crane</i> yang dipakai pada proyek Gurindam 12	91
Gambar 5.13	Tahap Pekerjaan <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Crawler Crane</i>	92
Gambar 5.14	<i>Precast Full Slab</i> dan <i>Crawler Crane</i> berada pada <i>Ponton</i>	95
Gambar 5.15	Operator <i>Crawler Crane</i> Mengangkat <i>Precast Full Slab</i>	95
Gambar 5.16	Operator <i>Crawler Crane</i> melakukan <i>Swing</i> pada <i>Precast Full Slab</i> sampai pada <i>Capping Beam</i> yang telah ditentukan	96
Gambar 5.17	Operator <i>Crawler Crane</i> menurunkan <i>Precast Full Slab</i> pada <i>Marking Capping Beam</i> yang telah ditentukan dan memastikan <i>Full Slab</i> diletakkan di titik yang tepat	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang	10
Tabel 3.1	Kelebihan dan Kekurangan <i>Slab on Pile Structure</i>	21
Tabel 3.2	Efisiensi Kerja	35
Tabel 3.3	Efisiensi Waktu	38
Tabel 5.1	Spesifikasi <i>Precast Full Slab</i>	48
Tabel 5.2	Kebutuhan Alat Erection <i>Slab on Pile</i> Metode <i>Launching Gantry</i>	50
Tabel 5.3	Spesifikasi <i>Launching Gantry</i>	51
Tabel 5.4	Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus pada Pekerjaan <i>Slab on Pile</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	59
Tabel 5.5	Perhitungan Biaya <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Launching Gantry</i>	62
Tabel 5.6	Kebutuhan Alat Erection <i>Slab on Pile</i> Metode <i>Crawler Crane</i>	63
Tabel 5.7	Spesifikasi <i>Crawler Crane</i>	63
Tabel 5.8	Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus pada Pekerjaan <i>Slab on Pile</i> dengan <i>Crawler Crane</i>	81
Tabel 5.9	Perhitungan Biaya <i>Erection Slab on Pile</i> dengan <i>Crawler Crane</i>	83
Tabel 5.10	Rekapitulasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan masing – masing Metode	84
Tabel 5.11	Perbandingan Pelaksanaan masing – masing Metode	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Alat yang Digunakan	100
Lampiran 2	Jadwal Penelitian	108



ABSTRAK

Kota Tanjungpinang adalah ibu kota dari Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Kota ini terletak di Pulau Bintan dan beberapa pulau kecil seperti Pulau Dompok dan Pulau Penyengat. Sebagai Ibu Kota Provinsi, Tanjungpinang dinilai perlu penataan jaringan jalan yang dikarenakan oleh penambahan jumlah penduduk dan kendaraan. Hal ini lah yang kemudian menjadikan Pemerintah Provinsi Kepulauan Riau membangun Mega Proyek Gurindam 12 yaitu jalan lingkaran yang nantinya memiliki panjang 42 kilometer yang akan mengelilingi Tanjungpinang dan Bintan. Pembangunan yang dilakukan menggunakan proyek multiyears selama 3 tahun. Selain itu, hal – hal seperti kurang tersedianya jalan-jalan alternatif yang menghubungkan daerah – daerah di wilayah Kota Tanjungpinang dikarenakan kota Tanjungpinang yang dikelilingi oleh laut membuat pemerintah provinsi menetapkan secara matang untuk dibangunnya proyek Gurindam 12 yang nantinya akan menghubungkan beberapa daerah di wilayah Kota Tanjungpinang.

Penelitian ini mengamati perbedaan antara metode *launching gantry* dan *crawler crane* pada pekerjaan *erection slab on pile* pada jembatan yang terdapat di proyek Gurindam 12. Berdasarkan analisis penelitian ini didapatkan bahwa biaya yang dibutuhkan untuk metode *launching gantry* sebesar Rp 5.216.214.280,00 dengan waktu 125 hari dan untuk *crawler crane* membutuhkan biaya Rp 1.779.484.454,00 untuk 94 hari kerja.

Sehingga persentase perbedaan yang didapatkan adalah metode yang menggunakan *crawler crane* 65,88% lebih murah daripada *launching gantry* dan 24,8% lebih cepat dari segi waktu dibandingkan dengan metode *launching gantry*. Namun aspek resiko pada metode *crawler crane* jauh lebih besar dan pekerjaannya bisa jauh lebih lama dan mahal dikarenakan pembangunan jembatan di atas laut sehingga kondisi alam tidak dapat diprediksi.

Kata Kunci : *Erection Slab on Pile, Launching Gantry, Crawler Crane*, Perbandingan Biaya, Perbandingan Waktu

ABSTRACT

Tanjungpinang City is the capital city of the Riau Archipelago Province, Indonesia. The city is located on Bintan Island and several small islands such as Dompok Island and Penyengat Island. As the provincial capital, Tanjungpinang is considered necessary to restructure the road network due to the increase in population and vehicles. This is what then made the Riau Islands Provincial Government build the Gurindam 12 Mega Project, namely the ring road which will have a length of 42 kilometers that will surround Tanjungpinang and Bintan. The development is carried out using a multiyear project for 3 years. In addition, things such as the lack of availability of alternative roads that connect areas in the Tanjungpinang City area because Tanjungpinang city is surrounded by the sea made the provincial government decide carefully for the construction of the Gurindam 12 project which will later connect several areas in the Tanjungpinang City area. .

This study observes the difference between the launching gantry method and the crawler crane on the erection slab on pile work on the bridge in the Gurindam 12 project. Based on the analysis of this study, it was found that the cost required for the launching gantry method was Rp 5.216.214.280,00 with a time of 125 days and for a crawler crane it costs Rp 1.779.484.454,00 for 94 working days.

So that the percentage difference obtained is that the method using a crawler crane is 65.88% cheaper than the launching gantry and 24.8% faster in terms of time compared to the launching gantry method. However, the risk aspect of the crawler crane method is much greater and the work can be much longer and expensive due to the construction of a bridge over the sea so that natural conditions cannot be predicted.

Keywords: *Erection Slab on Pile, Launching Gantry, Crawler Crane, Cost Comparison, Time Comparison*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Tanjungpinang adalah ibu kota dari Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Kota ini terletak di Pulau Bintan dan beberapa pulau kecil seperti Pulau Dompok dan Pulau Penyengat. Sebagai Ibu Kota Provinsi, Tanjungpinang dinilai perlu penataan jaringan jalan yang dikarenakan oleh penambahan jumlah penduduk dan kendaraan. Hal ini lah yang kemudian menjadikan Pemerintah Provinsi Kepulauan Riau membangun Mega Proyek Gurindam 12 yaitu jalan lingkar yang nantinya memiliki panjang 42 kilometer yang akan mengelilingi Tanjungpinang dan Bintan. Pembangunan yang dilakukan menggunakan proyek multiyears selama 3 tahun. Selain itu, hal – hal seperti kurang tersedianya jalan-jalan alternatif yang menghubungkan daerah – daerah di wilayah Kota Tanjungpinang dikarenakan kota Tanjungpinang yang dikelilingi oleh laut membuat pemerintah provinsi menetapkan secara matang untuk dibangunnya proyek Gurindam 12 yang nantinya akan menghubungkan beberapa daerah di wilayah Kota Tanjungpinang.

Dengan adanya proyek Gurindam 12 ini, pemerintah Provinsi Kepulauan Riau (Kepri) sebagai pemilik proyek berharap agar proyek tersebut dapat memperlancar aktivitas sosial ekonomi masyarakat dalam berbagai aspek seperti menjadikan beberapa zona pembangunan sebagai tempat pariwisata yang nantinya selain menjadi nilai estetika bagi Kota tersebut juga menjadi sumber mata pencaharian bagi para pedagang yang ada di Kota Tanjungpinang. Selain itu diharapkan juga nantinya, Kota Tanjungpinang dapat mengembangkan penataan lalu-lintas antar wilayah di ibu kota Provinsi Kepri ini. Meskipun hal ini memerlukan beberapa tinjauan seperti pengalihan arus lalu lintas menerus yang melewati Kota Tanjungpinang.

Proyek pembangunan infrastruktur penataan kawasan pesisir pantai Gurindam 12 kota Tanjungpinang ini memiliki panjang keseluruhan 3955,046 meter. Pekerjaan

pembangunan proyek Gurindam 12 ini meliputi pekerjaan timbunan reklamasi untuk *rigid pavement* dan taman kota, serta jembatan yang melintang sepanjang 562,5 meter diatas laut. Pemilihan alat untuk metode *span by span* pada pemasangan beton pracetak full slab sebagai pelat lantai jembatan merupakan salah satu pertimbangan yang penting dalam pelaksanaan pembangunan jembatan di proyek Gurindam 12, hal ini dikarenakan pengaruh biaya operasi yang perlu dikeluarkan, serta waktu dan kesulitan dalam pelaksanaannya bergantung pada pemilihan alat yang optimal. Penyesuaian kondisi di lapangan juga menjadi salah satu faktor pentingnya memilih alat yang sesuai untuk metode *span by span* pada pemasangan beton pracetak di pelat lantai jembatan atau dikenal dengan istilah *erection slab on pile*.

Full span bridge construction, beam erector, segment erector, portal crane, travelling formwork, crawler crane, dan launching gantry merupakan contoh – contoh dari beberapa alat yang bisa digunakan untuk metode pemasangan pelat lantai jembatan. *Crawler crane* merupakan salah satu alat yang sesuai untuk metode *span by span* dan *crawler crane* juga memiliki kelebihan yaitu mempunyai roda yang bisa bergerak bebas dan diletakkan di atas ponton sehingga bisa menyesuaikan posisi pemasangan beton pracetak *full slab*, selain itu biaya sewa *crawler crane* yang relatif lebih murah dibandingkan dengan alat lainnya. Sedangkan pada proyek pembangunan Gurindam 12 kota Tanjungpinang, metode pemasangan beton pracetak pada pelat lantai jembatan memakai alat *launching gantry*. Kedua alat tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing – masing, maka perlu ditinjau baik dari segi waktu dan biaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan dari segi waktu dan biaya yang sesuai pada pelaksanaan *erection slab on pile* di proyek Gurindam 12 menggunakan *launching gantry* dan *crawler crane*?

2. Bagaimana metode erection slab on pile yang optimal jika ditinjau dari segi waktu dan biaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diperoleh berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui waktu dan biaya yang diperoleh dengan menggunakan *crawler crane* pada pelaksanaan pemasangan beton pracetak pelat lantai jembatan di proyek Gurindam 12 dibandingkan dengan menggunakan *launching gantry*.
2. Menentukan metode pelaksanaan pekerjaan pemasangan pelat lantai jembatan yang optimal dari segi waktu dan biaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui waktu dan biaya dari pekerjaan struktur pelat lantai jembatan dengan *launching gantry* dan *crawler crane*.
2. Mengetahui metode pemasangan beton pracetak pada struktur pelat lantai jembatan yang lebih ekonomis.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai Gurindam 12 Kota Tanjungpinang.
2. Penelitian dibatasi hanya menganalisis perbandingan waktu dan biaya pelaksanaan pemasangan pelat lantai jembatan dengan menggunakan alat *launching gantry* dan *crawler crane* tanpa menghitung struktur dan mobilisasi alat dan bahan.
3. Penelitian berfokus pada pekerjaan pemasangan struktur atas jembatan yaitu pelat lantai dengan beton pracetak *full slab*.

4. Jenis alat yang digunakan sebagai pembanding dari *launching gantry* adalah *crawler crane*.
5. Pada penelitian ini, erection slab on pile dengan crawler crane dianggap dalam kondisi normal sama dengan launching gantry, tidak mempertimbangkan kondisi alam seperti angin, gelombang, dan pasang surut air laut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka adalah “penjelasan yang harus berisi tentang pernyataan – pernyataan peneliti sebelumnya mengenai penelitian serupa yang dikerjakan” Leedy (1997). Tinjauan Pustaka merupakan suatu cara mengumpulkan data dengan melakukan penelitian terhadap literatur terdahulu seperti buku, jurnal, dan laporan penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan diteliti. Pada BAB II ini akan menguraikan tentang beberapa topik dari beberapa penelitian sebelumnya dan penelitian saat ini yang sedang berlangsung.

2.2 Tinjauan Penelitian

Supani (2007) melakukan penelitian dengan judul “Pemilihan Metode Pelaksanaan *Erection Girder* Tipe – 1 dengan Sistem *Floating Crane*, Kura – Kura, dan *Girder Launcher*”. Penelitian yang dilakukan pada proyek pembangunan *Causeway* jembatan Suramadu sisi Madura Tahap II ini bertujuan untuk memilih metode untuk pelaksanaan *erection girder* pada proyek pembangunan *Causeway* jembatan Suramadu sisi Madura Tahap II dengan cara menentukan bobot prioritas dari masing – masing alternatif pilihan metode *erection girder* yaitu metode *floating crane*, kura –kura, dan *girder launcher*. Analisis data dilakukan dengan melakukan survey wawancara dengan cara berkompromi, lalu menggunakan pendekatan *Analytic Hierarchy Process (AHP)* untuk menentukan nilai dari bobot prioritas dan alternative metodenya, serta menggunakan program *expert choice 2000* untuk analisis sensitifitas. Hasil dari penelitian ini adalah atribut yang dibutuhkan untuk menjadi penentu keputusan metode pelaksanaan erection girder adalah kriteria berdasarkan mutu, waktu, biaya, cara operasi , dan resiko yang selanjutnya dianalisa melalui pendekatan *AHP* dan analisa sensitifitas maka didapatkan hasil bahwa metode *girder launcher*

merupakan metode yang paling tepat dibandingkan dengan alternatif metode lainnya berdasarkan hasil analisa dan sesuai dengan kriteria atribut yang telah ditentukan.

Adi, dkk (2013) dalam judul penelitian “Analisa Perbandingan Metode *Erection Girder* menggunakan *Launcher Girder* dan *Temporary Bridge* dari Segi Biaya dan Waktu pada Jembatan Kali Surabaya Mojokerto” menjelaskan bahwa ada kelebihan dan kekurangan dari masing – masing metode *erection* yang digunakan baik dari segi keamanan, segi biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau ulang tentang metode pelaksanaan *erection girder* dengan membandingkan antara metode *temporary bridge* dengan *launcher girder* melihat dari aspek biaya dan waktu. Analisa data meliputi analisa volume berupa perhitungan kebutuhan material, analisa produktivitas dan durasi dari pekerjaan *erection girder*, analisa biaya pekerjaan *erection girder*. Hasil dari penelitian ini adalah metode *launcher girder* dipilih oleh para peneliti setelah dilakukan perhitungan secara paralel biaya untuk launcher girder sebesar Rp. 996.000.000,- dengan waktu 48 hari dinilai lebih efektif dan efisien dari metode *temporary bridge*.

Husein, dkk (2013) melakukan penelitian pada proyek pembangunan jalan layang non tol Kampung Melayu – Tanah Abang dengan judul “Perbandingan *Gantry* dan *Mobile Crane* pada Jalan Layang dari Segi Waktu, Metode Kerja, dan Biaya”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara kinerja alat berat *gantry* dan *mobile crane* dari segi waktu, metode kerja dan biaya. Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan rata – rata waktu dari *gantry* dan *mobile crane* dengan mengambil *sample* pada jarak yang sama. Selain itu perbandingan harga dari segi sewa alat hingga upah tenaga dari masing – masing metode juga diperhitungkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *mobile crane* lebih unggul dari segi biaya dengan harga satuan sebesar Rp. 885.390.83 sedangkan harga satuan untuk *gantry* sebesar Rp. 4.633.925.92. Akan tetapi, *gantry* lebih unggul dari segi waktu dan kinerja. Metode *gantry* lebih efisien jika dipakai dalam pekerjaan *erection segment* pada jalan layang karena tidak membutuhkan banyak tenaga kerja maupun tenaga ahli untuk

memasang *gantry*, namun untuk jalan layang dengan jarak pendek lebih disarankan memakai *mobile crane* dikarenakan pemasangan *gantry* memakan proses yang cukup lama dan biaya yang tidak sedikit.

Wicaksono (2018) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Perbandingan Metode *Erection Girder* menggunakan *Crawler Crane* dan *Launcher Girder* pada Pembangunan *Under Bridge* STA 03+550 Jalan Tol Pandaan – Malang”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor pertimbangan pemilihan metode *erection girder*, metode yang efektif untuk pelaksanaan *erection girder*, faktor yang mempengaruhi proses pelaksanaan *erection girder*, dan membandingkan metode pelaksanaan *erection girder* menggunakan *crawler crane* dan *launcher girder*. Analisis dilakukan dengan menggunakan data primer dan sekunder, kedua data tersebut dikumpulkan, kemudian dilakukan analisis rencana metode *crawler crane* dan *launcher girder*. Pada masing masing metode dilakukan analisis kebutuhan material dan alat, waktu, biaya dan mutu pekerjaan. Selanjutnya hasil dari analisis tersebut ialah metode *crawler crane* membutuhkan biaya sebesar Rp. 828.800.000,- sedangkan Rp. 815.010.000,- untuk metode *launcher girder*. Dari segi waktu, pelaksanaan *erection girder* untuk metode *crawler crane* dan *launcher girder* berturut – turut membutuhkan 25 hari dan 31 hari. Demikian dari hasil perhitungan maka metode *crawler crane* dipilih sebagai metode pelaksanaan *erection girder* dikarenakan metode *crawler crane* memiliki waktu pelaksanaan yang lebih cepat yaitu selisih waktu enam hari dengan selisih biayanya sebesar Rp. 13.790.000,- dibandingkan dengan metode *launcher girder*. Selain itu, kondisi lapangan, resiko alat berat dan mobilisasi dari *crawler crane* dinilai lebih baik dibandingkan dengan metode *launcher girder*.

Prihesnanto (2019) melakukan penelitian dengan judul “Analisa Perbandingan Metode *Erection Girder* menggunakan *Beam Launcher* dan *Crawler Crane* dari Segi Waktu dan Biaya pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Tanjung Priok Seksi E2”. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai dari tingkat efektivitas untuk penggunaan metode *beam launcher* dan *crawler crane* dari segi biaya dan waktu.

Analisis efektivitas dilakukan dengan membandingkan biaya dan waktu pelaksanaan yang dihitung berdasarkan proses pekerjaan alat berat saat melaksanakan pekerjaan. Biaya alat berat dihitung berdasarkan perhitungan Pedoman Analisis Harga Satuan (AHS), pekerjaan bidang umum, DPU 2013. Hasil dari perhitungan ini ialah pada *erection* balok *girder* metode *crawler crane* membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.080.433.448.00,- dengan waktu pengerjaan selama 37 hari, sedangkan untuk metode *beam launcher* membutuhkan biaya sebesar Rp. 4.000.901.912.00,- dengan waktu pengerjaan selama 217 hari yang artinya metode *crawler crane* jauh lebih unggul dan efektif dari segi biaya dan waktu dibandingkan dengan metode *beam launcher*.

Izza, dkk (2019) melakukan penelitian pada proyek pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo ruas Salatiga – Boyolali dengan judul “Kajian Waktu Penyelesaian Metode *Crane* dan Metode *Launcher* dalam Pelaksanaan *Erection Girder* Jembatan”. Pada penelitian ini, para peneliti membandingkan pelaksanaan *erection girder* atau pemasangan girder jembatan dengan metode *crane* dan *launcher* dari segi waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode yang paling efisien dalam pekerjaan pelaksanaan *erection girder* jembatan dengan kedua metode tersebut. Analisa data dilakukan dengan mengamati waktu terpendek, waktu terpanjang hingga waktu rata – rata pelaksanaan *erection girder* dari metode *Crane* dan *Launcher* pada enam jembatan yang masing – masing memiliki panjang bentang dan metode *erection girder* yang berbeda. Hasil dari analisis data metode *crane* dipilih sebagai metode yang lebih efisien berdasarkan data yang diperoleh dari perhitungan produktivitas dan persentase efisiensi waktu terpendek sebesar 61,44%, waktu terpanjang sebesar 32,13% dan waktu rata – rata sebesar 52,15% untuk bentang 20,8 meter, dan untuk bentang 40,8 meter persentase waktu terpendek sebesar 61,48%, waktu terpanjang sebesar 29,82% dan waktu rata – rata metode *crane* lebih efisien 41,81% dibandingkan dengan metode *launcher*.

2.3 Kesimpulan Dari Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan hasil dari penelitian – penelitian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat banyak perbedaan baik itu berdasarkan objek yang diamati seperti perbandingan dari segi biaya, waktu, produktivitas, metode pelaksanaan maupun metode dari alat berat itu sendiri. Pada penelitian ini, penulis berfokus pada metode pemasangan beton pracetak *fullslab* untuk pelat lantai jembatan dengan membandingkan metode *launching gantry* dan *crawler crane*.

2.4 Keaslian Penelitian Yang Dilakukan

Pada penelitian sebelumnya ada beberapa permasalahan yang membedakan dengan penelitian sekarang yaitu tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui perbandingan waktu dan biaya pada pelaksanaan pemasangan beton pracetak *fullslab* untuk pelat lantai jembatan di proyek Gurindam 12 dengan menggunakan metode *crawler crane* dan *launching gantry*. Selain itu juga untuk mengetahui total dari waktu dan biaya yang diperoleh setelah dilakukan alternatif metode pemasangan beton pracetak *fullslab* dari metode *launching gantry* ke metode *crawler crane* pada pelaksanaan pelat lantai jembatan di proyek Gurindam 12.

2.5 Perbedaan dengan Penelitian yang Pernah Ada

Berdasarkan dari penelitian – penelitian sebelumnya, terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian sekarang. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Aspek	Supani (2007)	Adi, dkk (2013)	Husein, dkk (2013)	Wicaksono (2018)	Prihesnanto (2019)	Izza, dkk (2019)
Judul	Pemilihan	Analisa	Perbandingan	Analisis	Analisa	Kajian Waktu
Penelitian	Metode	Perbandingan	<i>Gantry</i> dan	Perbandingan	Perbandingan	Penyelesaian
	Pelaksanaan	Metode	<i>Mobile Crane</i>	Metode <i>Erection</i>	Metode <i>Erection</i>	Metode <i>Crane</i>
	<i>Erection</i>	<i>Erection Girder</i>	pada Jalan	<i>Girder</i>	<i>Girder</i>	dan Metode
	<i>Girder</i> Tipe –	menggunakan	Layang dari	menggunakan	menggunakan	<i>Launcher</i>
	1 dengan	<i>Launcher</i>	Segi Waktu,	<i>Crawler Crane</i>	<i>Beam Launcher</i>	dalam
	Sistem	<i>Girder</i> dan	Metode Kerja,	dan <i>Launcher</i>	dan <i>Crawler</i>	Pelaksanaan
	<i>Floating</i>	<i>Temporary</i>	dan Biaya	<i>Girder</i> pada	<i>Crane</i> dari Segi	<i>Erection</i>
	<i>Crane</i> , Kura –	<i>Bridge</i> dari Segi		Pembangunan	Waktu dan	<i>Girder</i>
	Kura, dan	Biaya dan		<i>Under Bridge</i>	Biaya pada	Jembatan
	<i>Girder</i>	Waktu pada		STA 03+550	Proyek Jalan	
	<i>Launcher</i>	Jembatan Kali		Jalan Tol	Bebas Hambatan	
		Surabaya		Pandaan –	Tanjung Priok	
		Mojokerto		Malang	Seksi E2	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Aspek	Supani (2007)	Adi, dkk (2013)	Husein, dkk (2013)	Wicaksono (2018)	Prihesnanto (2019)	Izza, dkk (2019)
Lokasi	Proyek Pembangunan <i>Causeway</i> jembatan Suramadu sisi Madura Tahap II.	Jembatan Kali Surabaya Mojokerto.	Proyek Pembangunan Jalan layang non Tol Kampung Melayu – Tanah Abang.	Proyek Pembangunan <i>Under Bridge</i> STA 03+550 Jalan Tol Pandaan – Malang.	Proyek Jalan Bebas Hambatan Tanjung Priok Seksi E2.	Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Solo ruas Salatiga – Boyolali.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Aspek	Supani (2007)	Adi, dkk (2013)	Husein, dkk (2013)	Wicaksono (2018)	Prihesnanto (2019)	Izza, dkk (2019)
Tujuan	Memilih metode untuk pelaksanaan <i>erection girder</i> dengan cara menentukan bobot prioritas dari masing – masing alternatif pilihan metode <i>erection girder</i> yaitu metode <i>floating crane</i> , kura –kura, dan <i>girder launcher</i> .	Meninjau ulang tentang metode pelaksanaan <i>erection girder</i> dengan membandingkan antara metode <i>temporary bridge</i> dengan <i>launcher girder</i> melihat dari aspek biaya dan waktu.	Mengetahui perbandingan antara kinerja alat berat <i>gantry</i> dan <i>mobile crane</i> dari segi waktu, metode kerja dan biaya.	Mengetahui faktor pertimbangan dan pemilihan metode <i>erection girder</i> yang efektif untuk membandingkan metode pelaksanaan <i>erection girder</i> menggunakan <i>crawler crane</i> dan <i>launcher girder</i> .	Mendapatkan nilai dari tingkat efektivitas untuk penggunaan metode <i>beam launcher</i> dan <i>crawler crane</i> dari segi biaya dan waktu.	Mendapatkan metode yang paling efisien dalam pekerjaan pelaksanaan <i>erection girder</i> jembatan dengan kedua metode tersebut.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Aspek	Supani (2007)	Adi, dkk (2013)	Husein, dkk (2013)	Wicaksono (2018)	Prihesnanto (2019)	Izza, dkk (2019)
Hasil	Atribut yang dibutuhkan untuk menjadi penentu keputusan metode pelaksanaan erection girder adalah kriteria berdasarkan mutu, waktu, biaya, cara operasi, dan resiko yang selanjutnya dianalisa melalui pendekatan <i>AHP</i> dan analisa sensitifitas -	Metode <i>launcher girder</i> dipilih oleh para peneliti setelah dilakukan perhitungan secara paralel biaya untuk <i>launcher girder</i> sebesar Rp. 996.000.000,- dengan waktu 48 hari dinilai lebih efektif dan efisien dari metode <i>temporary bridge</i> .	Metode <i>mobile crane</i> lebih unggul dari segi biaya dengan harga satuan sebesar Rp. 885.390.83 sedangkan harga satuan untuk <i>gantry</i> sebesar Rp. 4.633.925.92. Akan tetapi, <i>gantry</i> lebih unggul dari segi -	Metode <i>crawler crane</i> dipilih sebagai metode pelaksanaan <i>erection girder</i> dikarenakan metode <i>crawler crane</i> memiliki waktu pelaksanaan yang lebih cepat yaitu selisih waktu enam hari dengan selisih biayanya -	Pada <i>erection</i> balok <i>girder</i> metode <i>crawler crane</i> membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.080.433.44 8.00,- dengan waktu pengerjaan selama 37 hari, -	Metode <i>crane</i> dipilih sebagai metode yang lebih efisien berdasarkan data yang diperoleh dari perhitungan produktivitas dan persentase efisiensi waktu terpendek, waktu terpanjang, dan -

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang

Aspek	Supani (2007)	Adi, dkk (2013)	Husein, dkk (2013)	Wicaksono (2018)	Prihesnanto (2019)	Izza, dkk (2019)
Hasil	maka didapatkan hasil bahwa metode <i>girder launcher</i> merupakan metode yang paling tepat dibandingkan dengan alternatif metode lainnya berdasarkan hasil analisa dan sesuai dengan kriteria atribut yang telah ditentukan.		waktu dan kinerja. Metode <i>gantry</i> lebih efisien jika dipakai dalam pekerjaan <i>erection segment</i> pada jalan, namun untuk jalan layang dengan jarak pendek lebih disarankan memakai <i>mobile crane</i> dikarenakan pemasangan <i>gantry</i> memakan proses yang cukup lama dan biaya yang tidak sedikit.	sebesar Rp. 13.790.000,- dibandingkan dengan metode <i>launcher girder</i> . Selain itu, kondisi lapangan, resiko alat berat dan mobilisasi dari <i>crawler crane</i> dinilai lebih baik dibandingkan dengan metode <i>launcher girder</i> .	sedangkan untuk metode <i>beam launcher</i> membutuhkan biaya sebesar Rp. 4.000.901.912.00,- dengan waktu pengerjaan selama 217 hari yang artinya metode <i>crawler crane</i> jauh lebih unggul dan efektif dari segi biaya dan waktu dibandingkan dengan metode <i>beam launcher</i> .	waktu rata – rata untuk bentang 20,8 meter, dan 40,8 meter dibanding kan dengan metode <i>launcher</i> .

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Menurut Sugiyono (2010) “Landasan teori adalah alur logika atau penalaran yang merupakan seperangkat konsep, definisi, dan proporsi yang disusun secara sistematis. Secara umum landasan teori merupakan penyusunan dari teori – teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan melalui penelusuran beberapa sumber kepustakaan yang berisi teori – teori yang sesuai dengan objek penelitian”.

3.2 Manajemen

Menurut Handoko (2012) “Manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan usaha – usaha para anggota organisasi lainnya agar mmencapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan. Proses – proses yang disebut juga termasuk dalam fungsi manajemen”. Menurut Terry (2011) manajemen memiliki empat fungsi yaitu fungsi perencanaan (*planning*), fungsi pengorganisasian (*organizing*), fungsi pengarahan (*actuating*) dan fungsi pengendalian (*controlling*). Berikut penjelasan dari fungsi – fungsi manajemen:

1. Fungsi Perencanaan (*Planning*)

Fungsi perencanaan yaitu membuat dan mengembangkan strategi yang telah dirancang oleh suatu kelompok untuk mencapai tujuan tertentu dari organisasi tersebut.

2. Fungsi Pengorganisasian (*Organizing*)

Fungsi pengorganisasian merupakan suatu kegiatan disusunnya struktur, dibentuknya hubungan, pengalokasian, didistribusikannya pekerja, wewenang, serta sumber daya antar anggota suatu organisasi untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan sebelumnya sesuai kesepakatan bersama.

3. Fungsi Pengarahan (Actuating)

Fungsi pengarahan adalah pengoperasian suatu organisasi sesuai dengan pembagian tugas masing – masing, serta menjalankan semua sumber daya yang ada di dalam organisasi sehingga suatu pekerjaan dan kegiatan dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana dan tujuan.

4. Fungsi Pengawasan (Controlling)

Fungsi pengawasan merupakan pengawasan terhadap suatu pengoperasian organisasi sesuai dengan rencana dan memantau sumber daya yang digunakan dalam suatu organisasi sehingga sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien.

Selain fungsi – fungsi manajemen, hal lain yang sangat penting dari manajemen untuk mencapai tujuan yaitu unsur – unsur dari manajemen. Berikut adalah unsur – unsur manajemen menurut Manullang:

1. Manusia (*Man*)

Salah satu unsur penting dalam mencapai tujuan organisasi ialah manusia. Unsur manusia diperlukan dalam mencapai tujuannya, kegiatan - kegiatan organisasi seperti pengorganisasian, perencanaan, staffing, pengarahan, pengawasan, penjualan, produksi, serta keuangan. Manusia atau sumber daya manusia merupakan faktor penting dalam organisasi yang dapat menentukan berhasilnya suatu organisasi dalam mencapai tujuannya. Selain itu, manusia serta sumber daya manusia memiliki peran sebagai perancang, penetapan tujuan, dan juga menjalankan proses untuk mencapai tujuan sasaran.

2. Material (*Material*)

Material merupakan bahan baku, alat, maupun sarana dari manajemen yang dibutuhkan sumber daya manusia, untuk dapat melakukan atau menjalankan proses agar tercapainya tujuan organisasi.

3. Mesin (*Machine*)

Pada zaman seperti ini, teknologi mengalami perkembangan yang pesat, sehingga proses aktivitas organisasi seperti saat ini tidak lagi didominasi oleh manusia saja, namun teknologi juga dilibatkan seperti mesin dalam pelaksanaan aktivitas organisasi untuk mencapai tujuan bersama

4. Metode (*Method*)

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang sudah direncanakan, maka kita manusia membutuhkan metode yang tepat dan efektif. Metode yang harus dipersiapkan tentu tidak hanya satu namun harus ada alternatif metode, sehingga jika salah satu metode terbukti tidak tepat maka alternatif maka metode lain bisa dipakai sampai ditemukan metode yang efektif dan efisien untuk keberhasilan tujuan organisasi.

5. Uang (*Money*)

Uang merupakan salah satu unsur manajemen yang digunakan sedemikian rupa untuk mencapai tujuan suatu organisasi. Uang digunakan sebagai alat tukar pembayaran agar suatu proses manajemen menjadi lancar. Keuangan yang dikelola secara tidak tepat berdampak negatif terhadap kelancaran suatu proses manajemen.

6. Pasar (*Market*)

Jika suatu organisasi berorientasi pada profit, maka pasar merupakan sarana manajemen yang penting untuk diperhatikan. Suatu organisasi harus mampu memaksimalkan segala sumber daya agar bisa diterima pasar dan dalam jangka waktu yang panjang. Mempertahankan dan memperluas jaringan pasar perlu dilakukan demi keberhasilan suatu organisasi.

3.3 Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2002) “Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berdurasi jangka pendek”. Sedangkan menurut Gould (2002) “Proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk mendirikan suatu bangunan yang membutuhkan

sumber daya, baik biaya, tenaga kerja, material dan peralatan”. Pada rangkaian kegiatan yang dimaksud, hasil dari proses pengolahan sumber daya proyek adalah bangunan. Proses tersebut melibatkan banyak pihak – pihak yang terkait baik secara langsung maupun tidak langsung.

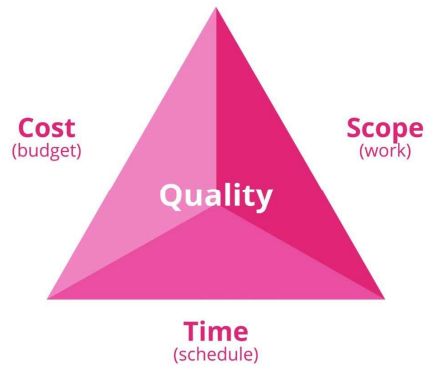
3.4 Manajemen Proyek

Menurut Kerzner (1982) “Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.” Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hierarki (arus kegiatan) vertikal dan horisontal. Sedangkan Ervianto (2002) berpendapat bahwa “Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu”. Dari definisi – definisi dapat ditarik kesimpulan bahwa konsep dari manajemen proyek memiliki hal – hal penting sebagai berikut:

1. Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan yang berupa manusia, dana, dan material.
2. Kegiatan yang dikelola berjangka pendek, dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik. Ini memerlukan teknik dan metode pengelolaan yang khusus, terutama aspek perencanaan dan pengendalian.
3. Memakai pendekatan sistem (*system approach to management*).
4. Mempunyai hierarki (arus kegiatan) horisontal di samping hierarki vertikal.

Setiap proyek biasanya memiliki tujuan khusus, misalnya membangun jembatan, tempat tinggal, serta instalasi pabrik. Selain itu, dapat berupa produk hasil kerja penelitian serta pengembangan. Terdapat batasan berupa biaya (anggaran) yang harus dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi di dalam proses mencapai tujuan khusus tersebut. Tiga hal tersebut menjadi parameter penting bagi penyelenggara

proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek, atau bisa disebut juga tiga kendala (*triple constraint*).



Gambar 3.1 Tiga Kendala (*Triple Constraint*)

1. Biaya (Cost)

Suatu proyek harus diselesaikan sesuai dengan anggaran, dan tidak melebihi anggaran yang telah ditentukan. Untuk proyek – proyek yang memiliki jadwal pengerjaan dengan periode yang cukup panjang hingga bertahun – tahun dan menggunakan dana dalam jumlah besar maka anggaran lebih baik dipisahkan dengan komponen – komponen atau per periode yang jumlah dananya sudah disesuaikan dengan kebutuhan pengerjaan proyek. Hal ini dilakukan agar anggaran bisa memenuhi sasaran dan selesai untuk tenggat periode atau komponen – komponen tertentu.

2. Jadwal (Schedule)

Proyek harus dikerjakan dan diselesaikan dalam kurun waktu tidak lebih dari tanggal akhir yang telah disepakati bersama. Apabila pengerjaan dari suatu proyek melebihi tenggat waktu yang telah disepakati akan ada penalti dari pihak pemilik proyek dan proyek tidak bisa diserahkan karena sudah melewati jadwal yang sudah disepakati sebelumnya dari kedua belah pihak.

3. Kinerja (Work)

Spesifikasi dan kriteria dari suatu proyek/bangunan harus sesuai dengan kesepakatan yang menjadi syarat. Memenuhi persyaratan mutu berarti mampu untuk memenuhi tugas yang dimaksudkan. Tiga batasan tersebut memiliki sifat tarik - menarik. Dalam artian, jika kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak ingin ditingkatkan, maka umumnya harus diikuti dengan peningkatan mutu. Hal tersebut berakibat pada kenaikan biaya sehingga anggaran melebihi standar. Sebaliknya, jika biaya ingin ditekan, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu dan jadwal.

Secara teknis, ukuran suatu keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauh mana target tersebut bisa dipenuhi. Paramater lingkup ditambahkan pada perkembangan selanjutnya, sehingga parameter diatas menjadi lingkup, biaya, jadwal, dan mutu.

3.5 Jembatan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dalam Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan, “Jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai penghubung dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, lembah dan selat atau laut, jalan raya dan jalan kereta api”. Sedangkan dalam Petunjuk Konstruksi Jembatan, jembatan diartikan sebagai suatu konstruksi yang berfungsi meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang permukaannya lebih rendah. Struktur jembatan terdiri dari dua bagian yaitu bangunan/struktur atas dan bangunan/struktur bawah.

3.5.1 Jembatan *Pile Slab*

Pada dasarnya, jembatan *pile slab* merupakan “*System Integral Bridge*” yang artinya struktur jembatan yang sudah direncanakan secara terpadu dimulai dari struktur bawah hingga struktur atas jembatan. Sehingga struktur jembatan akan menjadi portal menerus ketika struktur telah selesai dikerjakan. Pada pengerjaan *erection slab on pile*, ada beberapa kekurangan dan kelebihan, berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan struktur slab on pile :

Tabel 3.1 Kelebihan dan Kekurangan *Slab on Pile Structure*

<i>Slab on Pile Structure</i>	
Kelebihan	Kelemahan
Pelaksanaan yang lebih sederhana	Bentang relative pendek (5 – 15 meter)
Pengerjaan relative cepat	
Dapat dibuat <i>continuous</i> dengan <i>pile</i> untuk menahan gaya lateral	Keterbatasan tinggi, maksimal 10 meter. Untuk struktur yang lebih tinggi digunakan <i>bracing</i> atau <i>pile</i> yang lebih besar
Perawatan sedikit	

3.6 Pelat Lantai Jembatan

Menurut Asroni (2010) “Pelat Lantai merupakan struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus dengan arah struktur tersebut”. Dibandingkan dengan bentang atau panjang/lebar bidangnya ketebalan bidang ini relatif sangat kecil. Pada bidang teknik sipil pelat lantai beton banyak digunakan sebagai lantai jembatan, lantai atap, lantai bangunan, serta lantai dermaga. Mendistribusikan beban sepanjang potongan melintang jembatan merupakan fungsi utama dari pelat lantai yang merupakan komponen jembatan. Sebagai bagian yang menyatu dengan sistem struktur yang lain, pelat lantai didesain untuk mendistribusikan beban - beban sepanjang bentang jembatan.

3.7 Alat Angkut Vertikal

Alat angkut vertikal atau transportasi vertikal adalah metoda transportasi digunakan untuk mengangkut suatu benda atau manusia dari bawah ke atas ataupun sebaliknya. Ada berbagai macam tipe transportasi vertikal, di antaranya tangga, *lift*, *crane*, *escalator*, dan *launching gantry*. Penelitian ini berfokus pada dua jenis alat angkut vertikal yaitu *launching gantry* dan *crawler crane* sebagai alat angkut vertikal pada pekerjaan pelaksanaan *erection slab on pile*.

3.8 Erection Slab on Pile

Menurut Ervianto (2006) “*Erection* adalah proses penyatuan komponen bangunan yang berupa beton pracetak yang telah diproduksi dan layak (cukup umur) untuk disatukan menjadi bagian dari bangunan”. Pekerjaan ini adalah salah satu aspek keberhasilan dalam pengaplikasian teknologi beton precast. Ruang lingkup kegiatan *erection slab on pile* yang dibahas pada penelitian ini hanya sampai peletakkan *full slab precast* ke atas *pile cap* jembatan. Metode pelaksanaan *erection slab on pile* adalah sebagai berikut :

1. Mobilisasi *full slab precast* melalui ponton ke lokasi proyek dengan maksimal muatan 500 ton per *shipment*.



Gambar 3.2 Mobilisasi *full slab precast* menggunakan ponton dan *tugboat* ke lokasi proyek

(Sumber: PT. WIKACLT Proyek Pembangunan Gurindam 12)

2. Mobilisasi dan *setting* alat yaitu *launching gantry*.
3. *Setting* ponton bermuatan *full slab precast* menggunakan jangkar sesuai dengan posisi yang telah direncanakan.
4. *Lifting full slab precast* menggunakan *lifter beam* dari *launching gantry*.



Gambar 3.3 Pelaksanaan *Erection Slab on Pile* dengan *Launching Gantry*
(Sumber: PT. WIKACLT Proyek Pembangunan Gurindam 12)

5. Penempatan *full slab precast* pada lokasi yang sudah ditentukan berdasarkan *shop drawing*.



Gambar 3.4 Penempatan *Erection Slab on Pile* dengan *Launching Gantry*
(Sumber: PT. WIKACLT Proyek Pembangunan Gurindam 12)

6. Jika pemasangan *full slab precast* pada satu *span* telah selesai, *launching gantry* akan pindah ke *span* selanjutnya.

3.9 Full Slab Precast

Menurut Ervianto (2006) “Precast atau Pracetak dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur/arsitektural bangunan pada suatu tempat lokasi dimana elemen struktur/arsitektural tersebut akan digunakan dan selanjutnya dipasang di lokasi”. *Full Slab Precast* menurut Suswanto (2015) adalah elemen atau komponen pelat lantai yang dibuat pracetak dengan ketebalan utuh sesuai dengan perencanaan. *Full slab* pada umumnya digunakan sebagai lantai jembatan yang menyalurkan beban mati serta beban hidup ke rangka pendukung vertikal suatu struktur jembatan. Pada proyek ini, *full slab precast* digunakan sebagai pelat lantai dari jembatan *pile slab*.



Gambar 3.5 Precast Full Slab di Stockyard

(Sumber: PT. WIKACLT)

3.10 Launching Gantry

Launching gantry merupakan salah satu bentuk dari kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi jembatan. Perlunya banyak analisis dan keahlian serta alat khusus dalam pelaksanaannya membuat *launching gantry* ini menjadi salah satu metode *erection* yang biayanya tidak murah. Walaupun begitu, *launching gantry* memiliki beberapa kelebihan untuk para kontraktor dan pemilik proyek sehingga *launching gantry* bisa menjadi salah satu pilihan metode *erection* yang diminati. Menurut Pratama (2013) keuntungan menggunakan *launching gantry* adalah sebagai berikut :

1. Memberikan sedikit dampak buruk bagi lingkungan proyek.
2. Tidak memerlukan area yang luas dalam proses pelaksanaannya.
3. Akses jalan untuk masyarakat yang berada disekitar area proyek masih bisa terus berjalan karena pada pengerjaannya *launching gantry* tidak menutup akses.



Gambar 3.6 Peletakan Precast Full Slab sesuai Marking
(Sumber: PT. WIKACLT Proyek Pembangunan Gurindam 12)

Launching gantry dapat dipakai dalam berbagai macam kondisi kontur pada suatu proyek pembangunan jembatan, seperti contoh pada studi kasus yang penulis ambil jembatan slab on pile dibangun di atas lautan dan memakai *launching gantry* sebagai metode erectionnya.

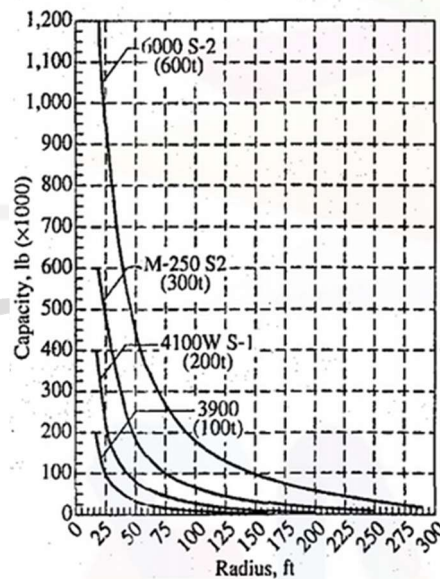
3.11 Crawler Crane

Menurut Darmawan (2016) “*crawler crane* atau sering disebut *crane* beroda rantai merupakan sebuah *crane* dengan *crawler* terdiri atas satu *set track* yang menempel pada *link* untuk bergerak/berpindah dengan merayap”. *Crawler crane* biasanya memiliki kapasitas pengangkatan yang lebih besar dibandingkan dengan *crane* dengan roda. Bagian atas dari *crawler crane* dapat bergerak hingga 360 derajat.



Gambar 3.7 Crawler Crane

Menurut Rosiyanti (2008) saat *crawler crane* mengangkat material, hal – hal yang harus diperhatikan adalah letak alat saat pengoperasian harus berada dalam posisi *water level*, keseimbangan alat dan penurunan permukaan tanah akibat dari beban material dan alat. *Crawler crane* biasanya memiliki biaya awal lebih rendah per kemampuan angkat terukur dibandingkan dengan jenis *mobile crane* lainnya. Oleh karena itu, mesin tipe *crawler crane* ini harus dipertimbangkan untuk proyek yang membutuhkan penggunaan durasi panjang di suatu lokasi proyek. Kemampuan beban dan jangkauan kerja atau jarak angkat *crawler crane* sangat bergantung. Seperti pada contoh gambar dibawah menunjukkan tipikal kapasitas pengangkatan dari empat tipe *crawler crane* dengan berbagai ukuran. Kapasitas beban terlihat bervariasi pada gambar.



Gambar 3.8 Perbandingan Radius dan Kapasitas Beban pada *Crawler Crane*

(Sumber : Peurojoy, Robert Leroy, Clifford J. Schexnayder, hal. 544)

3.12 Ponton atau Tongkang

Menurut Sundari dkk (2020) “Ponton atau tongkang adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi penumpang saat pasang – surut air laut pada dermaga apung”. Sistem penggerak ponton terdiri dari 2 yaitu :

1. Ponton Tarik (*Towing Barge*)

Towing barge adalah ponton yang digunakan untuk tempat muatan yang ditarik dengan kapal tunda (*tugboat*).

2. Ponton Bermesin (*Self Profelled Barge*)

Self profelled barge merupakan sebuah kapal yang memiliki bentuk seperti ponton tapi ponton ini memakai tenaga pendorong sendiri tanpa bantuan dari alat berat lain.

3.13 *TugBoat* atau Kapal Tunda

Menurut Damanik (2016) “*TugBoat* adalah jenis kapal pemandu yang biasa digunakan untuk menarik dan mendorong kapal besar di pelabuhan, memandu kapal besar dilaut, melakukan penyelamatan padai air seperti memadamkan api dan *salvage*”. *tugboat* pada umumnya digunakan untuk mendorong dan menarik kapal – kapal lainnya seperti ponton atau tongkang. Berdasarkan kinerja dan tempatnya, *tugboat* dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. *Seagoing Tug*

Kapal ini digunakan untuk pelayaran bebas seperti mendorong dan menarik kapal yang tidak mempunyai alat atau mesin penggerak sendiri.

2. *Escort Tug*

Berbeda dengan *seagoing tug*, *escort tug* biasanya digunakan sebagai pengawal kapal besar disepanjang lokasi – lokasi yang berbahaya.

3. *Harbor Tug*

Kapal yang digunakan di daerah pesisir, pelabuhan dan perairan dalam.

3.14 Biaya Proyek Konstruksi

Biaya proyek konstruksi adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan suatu proyek. Pada proses pendanaan proyek, kebijakan dipegang oleh perusahaan yang bersangkutan karena mengikuti kondisi keuangan perusahaan itu sendiri. Jika suatu perusahaan tidak dapat menunjang pelaksanaan proyek akibat dari kondisi keuangannya, maka kegiatan pendanaan pelaksanaan proyek menurut Ariyanto (2003) dapat dilaksanakan dengan sebagai berikut:

1. Guna keperluan pembiayaan secara tunai agar dapat menekan biaya proyek namun harus membayar bunga peminjaman dilakukan kepada perusahaan kepada bank atau lembaga keuangan lainnya.
2. Untuk menghindari bunga pinjaman maka kebijakan kredit barang atau jasa digunakan oleh perusahaan. Sisi negatif dari sistem kredit ini adalah harga yang didapat suatu perusahaan akan lebih tinggi.

3. Sumber daya yang semakin terbatas membuat sebuah proyek harus melakukan perhitungan biaya guna mengendalikan sumber daya yang ada. Memperkirakan biaya proyek serta mengontrol realisasi biaya proyek sesudengan batasan yang telah ditetapkan menjadi tugas dari seorang *cost engineer*.

3.14.1 Jenis Estimasi Biaya Proyek

Dalam penyelenggaraan proyek, estimasi biaya sangat memegang peranan penting yang nantinya digunakan untuk melihat seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk pembangunan suatu proyek maupun investasi. Kegiatan yang bersangkutan dengan pengkajian biaya yang nantinya digunakan untuk penyusunan estimasi biaya disebut dengan analisis biaya. Jenis – jenis biaya dalam pekerjaan proyek sebagai berikut:

1. Biaya langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung atau *Direct Cost* merupakan biaya yang langsung berkaitan dengan fisik suatu bangunan proyek, hal ini meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek (dimulai dari tahap persiapan sampai ke tahap penyelesaian) serta banyak mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan dalam suatu proyek. Volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan merupakan rumus dari biaya langsung. Dikarenakan sifat biaya yang tiap bulannya tidak tetap, dan menyesuaikan kemajuan pekerjaan maka biaya ini juga disebut biaya tidak tetap (*variable cost*). Secara garis besar, biaya langsung pada proyek konstruksi sesuai dengan definisi di atas dibagi menjadi lima (Asiyanto, 2005) yaitu:

- a. Biaya bahan/material
- b. Biaya upah pekerja
- c. Biaya alat
- d. Biaya subkontraktor
- e. Biaya lain – lain

2. Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*)

Biaya yang secara tidak langsung dibebankan pada proyek. Biaya ini biasanya terjadi di luar kegiatan proyek. Biaya pemasaran, pajak, biaya risiko, keuntungan kontraktor, merupakan bagian dari biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung ini sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*), dikarenakan nilai dari biaya tidak langsung ini cenderung relatif jika dibandingkan dengan biaya langsung. Setiap perhitungan total biaya proyek, akan ditambah dengan pembebanan biaya tetap perusahaan.

3. Biaya kesempatan yang hilang (*Opportunity Cost*)

Opportunity cost merupakan hilangnya potensi dari adanya profit pada suatu proyek yang diakibatkan oleh keterlambatan saat pelaksanaan suatu proyek. Profit yang dimaksud bisa didapatkan apabila pekerjaan proyek selesai tepat waktu sebelum tenggat waktu yang telah disepakati. *Opportunity cost* ini bisa meningkat seiring dengan mundurnya pelaksanaan tenggat waktu proyek yang disepakati.

3.15 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Menurut Ibrahim (1993), “Rencana Anggaran Biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut”. Sedangkan Menurut Djojowiriono (1984), “rencana anggaran biaya merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek”. Secara umum, rencana anggaran biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang akan dikeluarkan oleh suatu perusahaan berdasarkan volume – volume tiap pekerjaan ketika membangun sebuah pekerjaan proyek bangunan.

RAB disusun dengan maksud dan tujuan untuk menghitung biaya yang diperlukan seperti estimasi biaya yang didalamnya termasuk perkiraan dari profit atau pendapatan yang diterima, sehingga bangunan dapat terlaksana dengan sesuai. RAB

biasa disusun sebelum proyek dijalankan, besaran nilai dari RAB menyesuaikan dengan daerah – daerah yang akan dibangun proyek dikarenakan akan terjadinya perbedaan dari segi harga bahan hingga upah dari tenaga kerja. Menurut sastraatmadja (1984), RAB terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:

1. Rencana Anggaran Biaya Kasar

Rencana anggaran biaya kasar adalah rencana anggaran biaya kondisional yang tiap jenis pekerjaannya dihitung per satuan luas. Anggaran biaya kasar biasanya menggunakan harga satuan per meter persegi. Jumlah lantai, luas bangunan, jenis konstruksi, lokasi, serta jenis bangunan merupakan faktor – faktor yang memengaruhi perhitungan anggaran biaya kasar. Tidak diketahuinya harga per – item pekerjaan menjadi alasan anggaran biaya kasar lebih sulit dikontrol pengeluarannya.

2. Rencana Anggaran Biaya Terperinci

Rencana anggaran biaya terperinci dilaksanakan dengan cara perhitungan antara volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang dilaksanakan sehingga pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan rencana. Semua harga satuan dan volume tiap jenis pekerjaan dihitung merupakan cara perhitungan pertama dari Rencana Anggaran Terperinci. Cara kedua, dengan harga seluruhnya yang dikaitkan dengan harga lalu dijumlahkan seluruhnya.

Berikut adalah tahapan – tahapan yang harus dilaksanakan ketika akan menyusun RAB menurut Eryianto (2003) :

1. Mengumpulkan data berupa jenis, harga hingga ketersediaan bahan material yang akan digunakan selama kegiatan proyek konstruksi berlangsung.
2. Mengumpulkan data upah pekerja di daerah proyek konstruksi dilaksanakan yang masih berlaku, namun apabila pekerja didatangkan dari luar daerah maka menggunakan upah pekerja umum.
3. Menghitung analisis bahan dan upah dengan menggunakan metode analisis yang benar menurut pembuat anggaran.

4. Menghitung harga satuan pekerjaan dengan menggunakan hasil analisa satuan pekerjaan kuantitas pekerjaan.
5. Membuat rekapitulasi anggaran biaya keseluruhan.

3.16 Penjadwalan Proyek

Menurut Ervianto (2003) “Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan”. Proses penjadwalan dan penyusunan kegiatan harus dibuat secara terperinci dan mendetail, serta pekerjaan – pekerjaan antar kegiatan. Tujuannya yaitu agar mempermudah pelaksanaan evaluasi proyek ketika sedang berlangsung.

Ada beberapa jenis metode yang digunakan untuk penjadwalan dan penyusunan kegiatan proyek yang dimanfaatkan untuk mengelola sumber daya proyek dan waktu. Pemilihan penggunaan metode menyesuaikan dengan kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai dan disepakati bersama untuk mendapatkan hasil kinerja yang sesuai.

1. *Barchart* atau bagan balok

Menurut Callahan (1992), “Barchart atau diagram batang adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertical, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal”. Waktu mulai dan selesai masing – masing pekerjaan dan durasi ditampilkan dengan meletakkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap kegiatan. Perkiraan waktu ketika mulai hingga selesai bisa ditetapkan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang balok memperlihatkan durasi dari kegiatan yang umumnya kegiatan – kegiatan tersebut disusun melalui kronologi dari pekerjaannya.

Menurut Leggogeni dan Wideasanti (2013) barchart memiliki ciri – ciri yaitu:

- a. Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
- b. Memiliki bentuk yang mudah dipahami.
- c. Bila digabungkan dengan metode lain seperti kurva S, dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya.

Menurut Maharany dan Fajarwati (2006) “Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek”. Durasi kegiatan menurut Soeharto (1995) dapat diperkirakan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{perkiraan durasi} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas perhari}} \quad (3.1)$$

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam memperkirakan durasi pekerjaan menurut Soeharto (1995) yaitu :

1. Angka perkiraan lebih baik bebas dari pertimbangan pengaruh kurun waktu kegiatan yang mendahului atau yang terjadi setelahnya. Misalnya, pekerjaan kolom tergantung pada persediaan pasir, dalam memperkirakan kurun waktu pengecoran kolom jangan dimasukkan faktor terhambatnya pasokan pasir.
2. Dari asumsi jika sumber daya tersedia secara normal, maka menghasilkan angka perkiraan kurun waktu kegiatan.
3. Kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan atau paralel kemungkinan terjadi jika angka perkiraan dianggap tidak ada keterbatasan jumlah sumber daya pada tahap awal analisis.
4. Pergunakan hari kerja normal, hindari penggunaan asumsi waktu lembur, kecuali hal tersebut sebelumnya telah direncanakan khusus proyek yang dijalankan tersebut.

Terdorongnya untuk penentuan angka yang disesuaikan dengan target dikhawatirkan terjadi jika adanya kebebasan dari pertimbangan mencapai target jadwal penyelesaian proyek.

3.18 Kapasitas Operasi Peralatan

Kapasitas alat pada suatu proyek konstruksi perlu diperhatikan, Kapasitas alat adalah kemampuan suatu alat dalam menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan beban yang diatur dalam waktu pengerjaan yang sudah rencanakan. Volume pekerjaan yang dikerjakan dalam siklus waktu perjam merupakan salah satu cara menghitung suatu kapasitas alat. Jika perhitungan waktu dari suatu alat yang telah menyelesaikan

pekerjaannya selesai, langkah selanjutnya yaitu perhitungan jam kerja dan jumlah alat yang dibutuhkan.

1. Kapasitas Produksi

$$Q = q \times N \times Ek \quad (3.2)$$

Dimana :

Q = Produksi per satuan waktu

q = Kapasitas produksi peralatan per satuan waktu

$$N = \frac{T \text{ (Jumlah rip per satuan waktu)}}{Ws \text{ (Waktu siklus)}} \quad (3.3)$$

Ek = Efisiensi kerja2

2. Volume pekerjaan

3. Waktu siklus

Efisiensi kerja bergantung pada kondisi pengerjaan dan pemeliharaan suatu alat. Efisiensi kerja biasa disebut faktor koreksi sehingga faktor produktifitas dari suatu alat menyesuaikan dengan kondisi di lapangan. Tabel – tabel berikut adalah harga dari efisiensi kerja menurut Rochmanhadi (1994) :

Tabel 3.2 Efisiensi Kerja

Kondisi Pekerjaan	Pemeliharaan Mesin			
	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik sekali	0,84	0,81	0,75	0,70
Baik	0,75	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Jelek	0,68	0,61	0,57	0,52

a. Perhitungan untuk waktu siklus pada metode *launching gantry* menggunakan rumus sebagai berikut:

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{S}{v_1} \times 60$$

3) Waktu lain – lain

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

Dimana:

S = Jarak dari ponton ke *capping beam* rencana

v1 = kecepatan rata – rata *launching gantry*

b. Perhitungan untuk waktu siklus pada metode *crawler crane* menggunakan rumus sebagai berikut:

Perhitungan waktu pengangkatan

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$t = \frac{Dv}{v}$$

Dimana :

v = Kecepatan hoisting

Dv = Elevasi tujuan

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$t = \frac{\alpha}{v}$$

Dimana :

α = Ketinggian

v = Kecepatan *swing max*

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$t = \frac{h}{v}$$

Dimana :

h = Ketinggian

v = Kecepatan *landing*

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

Perhitungan waktu kembali

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$t = \frac{h}{v}$$

Dimana :

h = Ketinggian

v = Kecepatan *landing*

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$t = \frac{\alpha}{v}$$

Dimana :

α = Ketinggian

v = Kecepatan *swing max*

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$t = \frac{Dv}{v}$$

Dimana :

v = Kecepatan *hoisting*

Dv = Elevasi tujuan

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

Tabel 3.3 Efisiensi Waktu

Kondisi Kerja	E
Menyenangkan	0,90
Normal	0,83
Jelek	0,75



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Definisi

Menurut Arikunto (2006) “Metode penelitian adalah cara yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data penelitian”. Metode penelitian terbagi menjadi metode kualitatif, kuantitatif, dan campuran. Menurut rahmadi (2011) “Penelitian kuantitatif merupakan prosedur penelitian yang menemukan pengetahuan dengan menggunakan data berupa angka sebagai alat menemukan pengetahuan dengan menggunakan data berupa angka sebagai alat menemukan keterangan mengenai apa yang ingin diketahui”. Pada penelitian ini, jenis metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dikarenakan hasil analisis dari penelitian hanya membandingkan dari segi biaya dan waktu. Metode kuantitatif menganalisis menggunakan statistik sebagai alat. Reduksi, pengkategorian data, penentuan hubungan serta identifikasi perbedaan kelompok – kelompok data yang menjadi bahan dari statistik.

4.2 Objek Penelitian

Menurut Sugiyono (2016) “Objek penelitian adalah sasaran ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu tentang sesuatu hal yang objektif, valid, dan reliable tentang sesuatu hal (variabel tertentu)”. Objek dari penelitian ini adalah analisis perbandingan waktu dan biaya metode erection pracetak pelat lantai jembatan dengan alat *launching gantry* dan *crawler crane*.

4.3 Subjek Penelitian

Menurut Suharsimi Arikunto (2016) “Subjek merupakan suatu tempat dimana data untuk variabel penelitian diperoleh dan ditentukan dalam kerangka pemilihan”. Subjek dari penelitian ini adalah proyek pembangunan infrastruktur penataan kawasan pesisir pantai gurindam 12 kota Tanjungpinang.

4.4 Metode Pengambilan Data

Menurut Winarsunu (2006) “Data dapat diartikan sebagai keterangan mengenai sesuatu. Keterangan tersebut bisa berupa bilangan, angka, atau disebut dengan data kuantitatif, juga dapat berupa keterangan yang bukan berupa bilangan atau disebut dengan data kualitatif. Pada penelitian kali ini, data yang dipakai berupa data kuantitatif dan data kualitatif.

Data yang diambil untuk penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu.

1. Data Primer

Menurut Hasan (2002) “Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya”. Data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah durasi, volume dan urutan pekerjaan pemasangan pelat lantai jembatan.

2. Data Sekunder

Menurut Hasan (2002) “Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber – sumber yang telah ada”. Data sekunder ini data yang diperoleh secara tidak langsung yang berupa data – data asli dari proyek. Data sekunder dari penelitian ini adalah kurva S, daftar harga sewa alat, gambar kerja (*shop drawing*) dari proyek pembangunan infrastruktur penataan kawasan pesisir pantai gurindam 12 kota Tanjungpinang.

4.5 Metode Analisis Data

Menurut Muhadjir (1998) “Analisis data adalah upaya mencari dan menata secara sistematis catatan hasil observasi, wawancara, dan lainnya untuk meningkatkan pemahaman peneliti tentang kasus yang diteliti dan menyajikannya sebagai temuan bagi orang lain. Sedangkan untuk meningkatkan pemahaman tersebut analisis perlu dilanjutkan dengan berupa mencari makna”. Analisis data merupakan pengolahan data yang sudah didapatkan dari penelitian dengan menggunakan metode yang telah disesuaikan dengan penelitian dan masalah yang akan diteliti hingga diperoleh hasil

akhir dari analisis data yang kemudian dapat dijadikan standar untuk pelaksanaan proyek selanjutnya.

Penelitian ini membahas topik tentang perbandingan metode pemasangan pelat lantai jembatan dengan menggunakan launching gantry dan crawler crane. Hasil analisis data penelitian ini adalah analisis perbandingan waktu dan biaya dari masing – masing alat berat. Aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Microsoft Excel* untuk menghitung perbandingan dari biaya dan waktunya.

4.6 Tahap Penelitian

Tahap penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi masalah

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

2. Studi pustaka

Tahap studi pustaka yaitu pencarian informasi mengenai topik yang akan dijadikan penelitian meliputi literatur, jurnal, buku, dan laporan penelitian sebelumnya.

3. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder yang diperlukan untuk penelitian. Data yang dibutuhkan seperti durasi, volume dan urutan pekerjaan pemasangan pelat lantai jembatan, kurva S, daftar harga sewa alat, dan gambar kerja (*shop drawing*) yang berkaitan selama proses penelitian.

4. Analisis data

Tahap analisis data yaitu menganalisis data yang telah didapatkan dalam proses penelitian seperti menghitung efisiensi biaya dan nilai produktivitas dengan *launching gantry* dan *crawler crane*.

5. Perbandingan hasil perhitungan

Setelah melakukan perhitungan biaya dan waktu masing – masing metode maka selanjutnya dapat dibandingkan perbedaan dari segi biaya maupun waktu pekerjaan pemasangan pelat lantai jembatan dengan menggunakan *crawler crane* dan

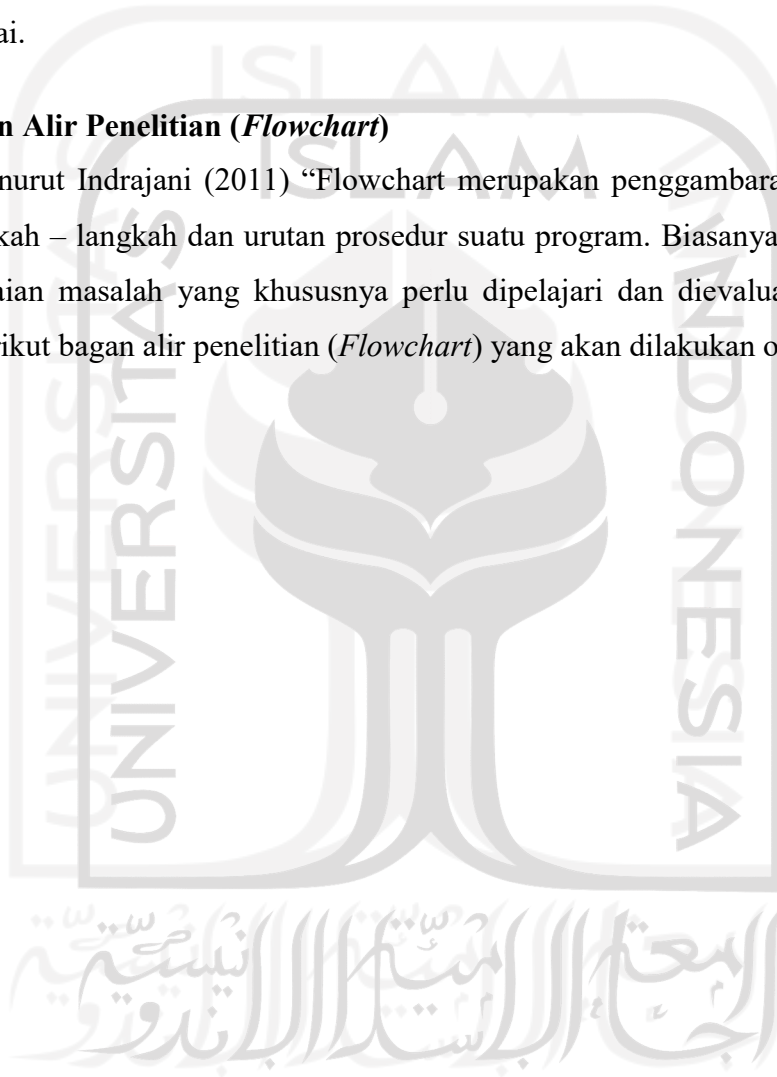
pekerjaan pemasangan pelat lantai jembatan dengan *launching gantry* pada proyek pembangunan infrastruktur penataan kawasan pesisir pantai gurindam 12 kota Tanjungpinang.

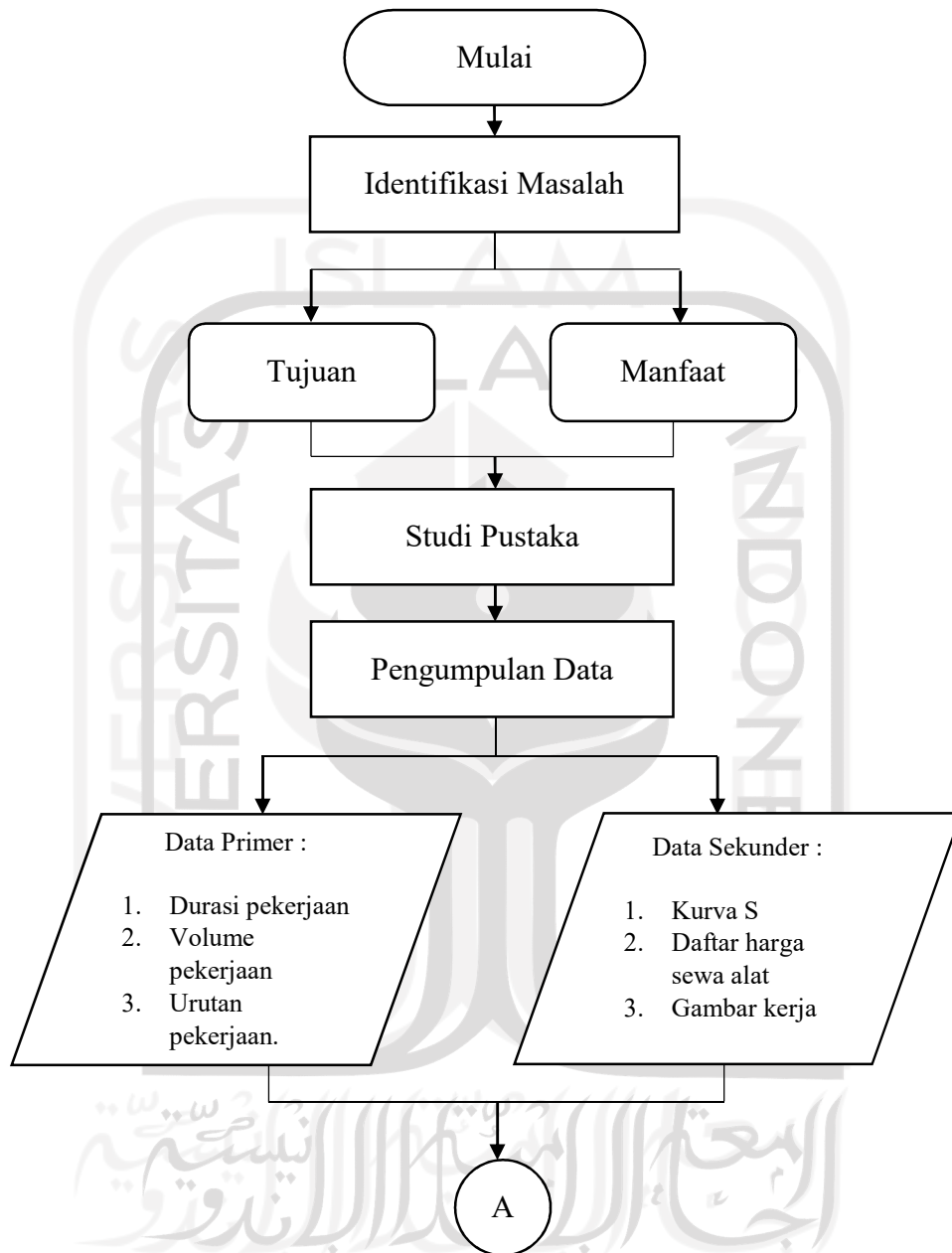
6. Kesimpulan dan saran.
7. Selesai.

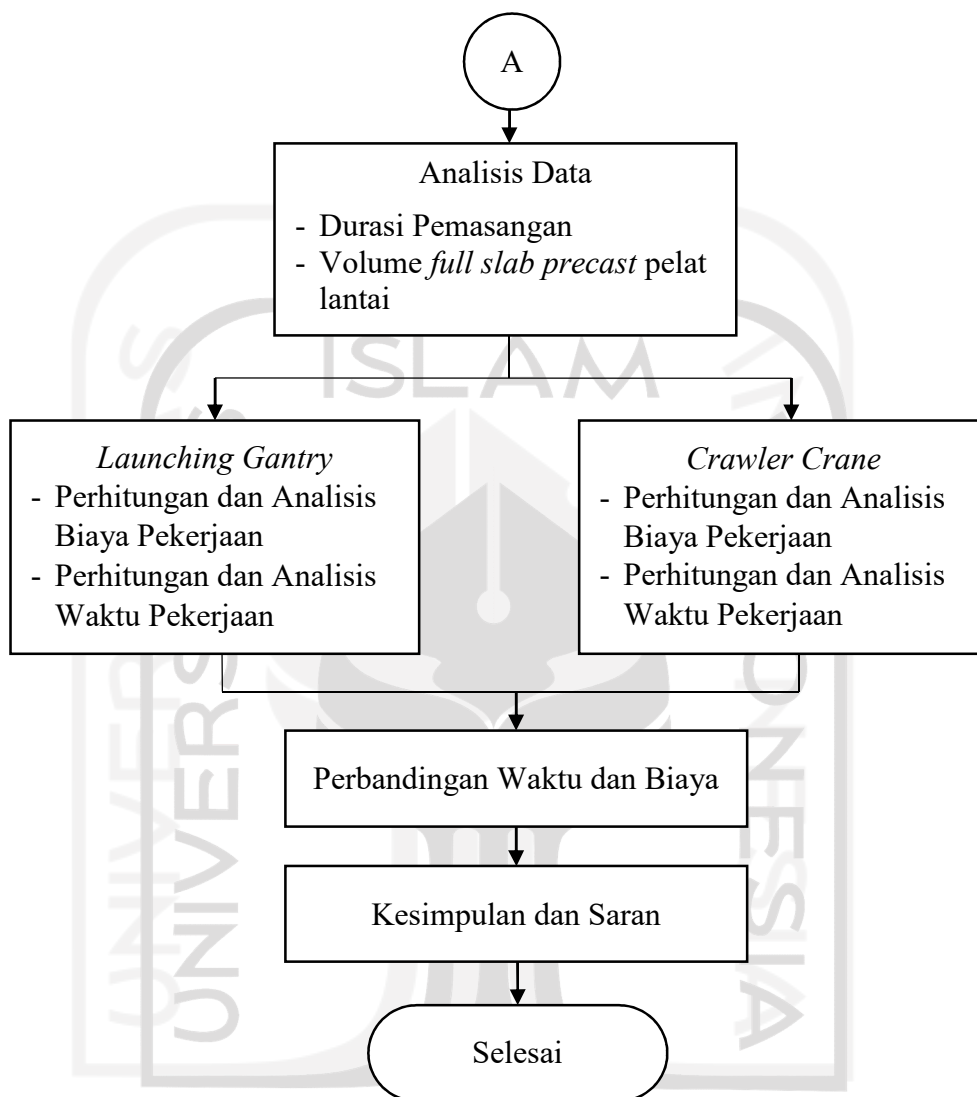
4.7 Bagan Alir Penelitian (*Flowchart*)

Menurut Indrajani (2011) “Flowchart merupakan penggambaran secara grafik dari langkah – langkah dan urutan prosedur suatu program. Biasanya mempengaruhi penyelesaian masalah yang khususnya perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut.

Berikut bagan alir penelitian (*Flowchart*) yang akan dilakukan oleh peneliti:







Gambar 4.1 Bagan Alir (Flowchart) Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Beberapa metode harus dilakukan agar hasil penelitian bisa tercapai telah dijelaskan pada Bab sebelumnya. Untuk mengetahui perbandingan waktu dan biaya pada *erection slab* antara metode *launching gantry* dan *crawler crane*, data - data yang diperlukan harus dikumpulkan.

Proyek Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai Gurindam 12 Kota Tanjungpinang ini merupakan pekerjaan reklamasi di atas permukaan laut. Pembangunan pada kawasan ini meliputi reklamasi pembangunan taman, jalan, dan jembatan. Berikut adalah data profil proyek:

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai
Gurindam 12 Kota Tanjungpinang

Lokasi Proyek : Jl. Hang Tuah Raya, Tanjungpinang Kota, Kota Tanjungpinang
Kepulauan Riau

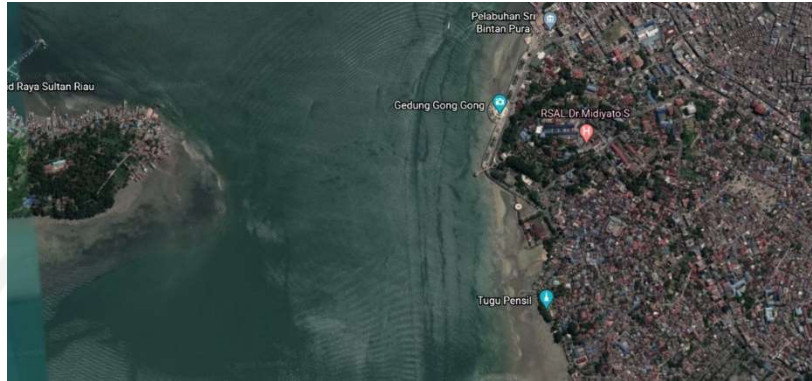
Waktu Pelaksanaan : 822 hari kalender

Pemilik Proyek : Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang dan Pertanahan Provinsi
Kepulauan Riau

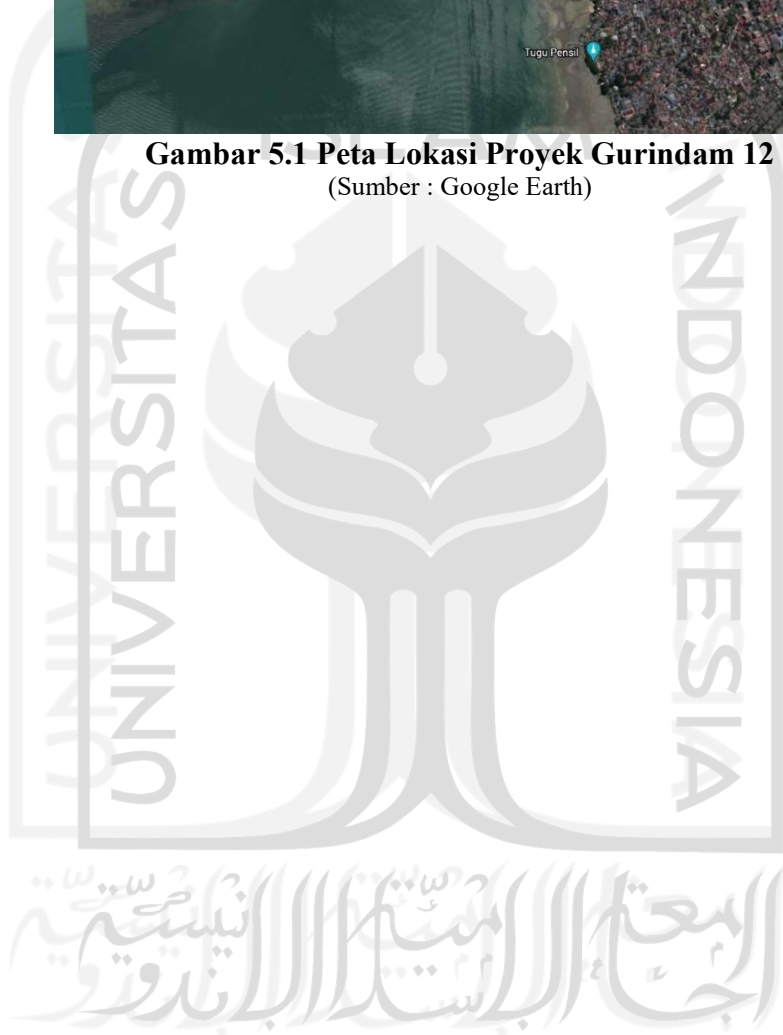
Biaya Pembangunan : Rp 487.999.203,600

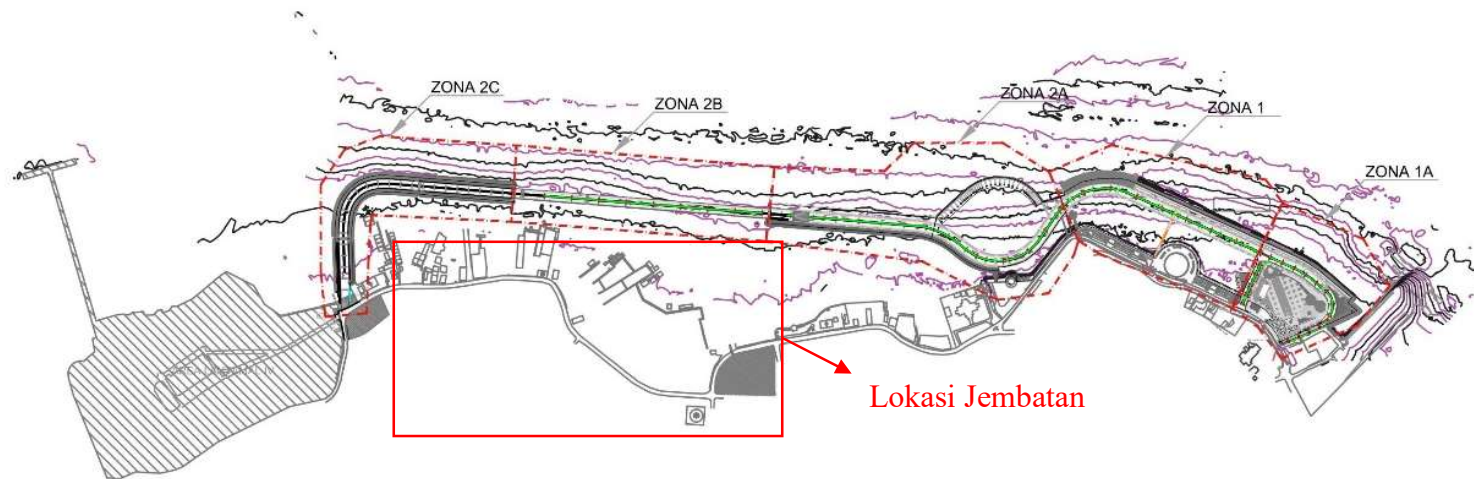
5.1.1 Data Pekerjaan Struktur Atas Jembatan

Berikut merupakan gambar denah Proyek Pembangunan Infrastruktur Penataan Kawasan Pesisir Pantai Gurindam 12 Kota Tanjungpinang.



Gambar 5.1 Peta Lokasi Proyek Gurindam 12
(Sumber : Google Earth)





Gambar 5.2 Denah Proyek Gurindam 12

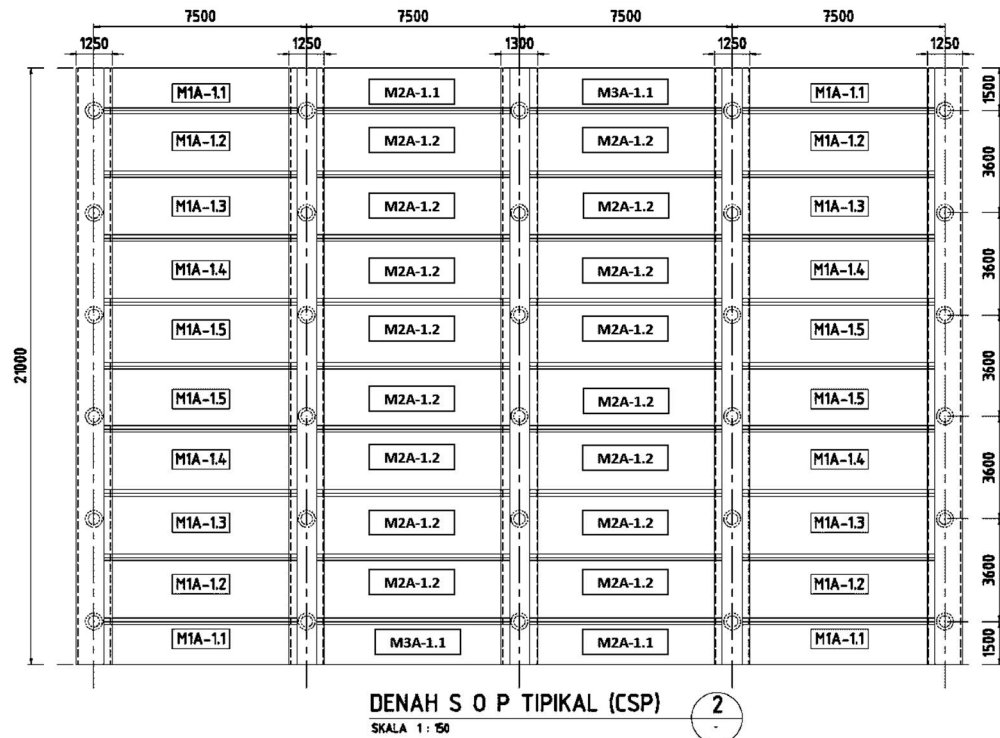
(Sumber : Proyek Pembangunan Gurindam 12)

Biaya material, alat, dan tenaga kerja untuk pekerjaan *Erection Slab on Pile* disesuaikan dengan harga wilayah kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. *Precast full slab* yang digunakan sebagai pelat lantai pada pembangunan proyek Gurindam 12 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 5.1 Spesifikasi *Precast Full Slab*

No	Tipe Produk	Volume (mm)	Jumlah Span
1	Tipe M1A – 1.1	6800 x 1500 x 350	126
2	Tipe M1A – 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	6800 x 2250 x 350	504
3	Tipe M2A – 1.1	6800 x 1500 x 350	12
4	M2A – 1.2, 1.3, 1.4, 1.5	6800 x 2250 x 350	96
5	M3A – 1.1	6800 x 1500 x 350	12
Total			750

Berikut adalah contoh potongan dari rencana denah SOP Tipikal pada jembatan proyek Gurindam 12



Gambar 5.3 Denah SOP Tipikal Jembatan Gurindam 12
(Sumber : PT. Wika CLT)

5.2 Analisis Produktivitas dan Biaya Pekerjaan *Erection Slab on Pile* dengan alat *Launching Gantry*

5.2.1 Analisis Produktivitas *Erection Slab on Pile* dengan *Launching Gantry*

Dalam *erection slab on pile* metode *existing* yaitu *launching gantry*, alat *launching gantry* dirangkai terlebih dahulu pada salah satu sisi pertama *capping beam* hingga pada bentang ketiga *capping beam* struktur atas jembatan. Alat utama yang digunakan adalah *launching gantry*. Seperti yang bisa dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.4 Proses *Erection slab on pile* pada bentang pertama dengan *launching gantry*
(Sumber : Dokumentasi Proyek)

Berikut merupakan alat yang digunakan sebagai alat tambahan pada *erection slab on pile* dengan metode *launching gantry*.

1. Kebutuhan alat dalam metode *launching gantry*

Selain *launching gantry*, pada proses pemasangan *erection slab on pile* ini juga membutuhkan alat tambahan sebagai alat mobilisasi *precast full slab*. Kebutuhan alat dalam metode pertama yaitu dengan alat *launching gantry* disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.2 Kebutuhan Alat *Erection Slab on Pile* Metode *Launching Gantry*

Alat Berat	Jumlah	Satuan
<i>Launching Traveller Gantry</i>	1	Unit
<i>Ponton + Tugboat</i>	1	Unit

Berikut adalah spesifikasi *launching gantry* yang digunakan pada proyek Gurindam 12 :

Tabel 5.3 Spesifikasi *Launching Gantry*

Spesifikasi <i>Launcher</i>	<i>Launcher</i>
Merk/Type	Jatra
Model	LC240
Kapasitas	138 T / 50 m
Berat	20 ton
Kecepatan Angkut (v)	0,06 km / jam
Lendutan Maksimum	208,33 mm

Dalam pelaksanaan *erection slab on pile* dengan *launching gantry* digunakan 2 alat *crane* untuk *service*, dan mobilitas *precast full slab* dari *stockyard* menuju *ponton*.

Banyaknya volume material dan material yang akan diangkat menjadi dasar dari perhitungan waktu pelaksanaan alat. Bahan yang akan diangkat yaitu *full slab* jembatan dengan beban maksimal sebesar 12,85 ton. Jarak tempuh dan frekuensi alat melakukan pulang pergi dan waktu untuk bongkar muat menjadi dasar dari waktu pengangkatan oleh *launcher slab* dimana waktu tersebut tergantung berdasarkan waktu *winch* dan *truss*.

2. Produktivitas *erection slab on pile* dengan *launching gantry*

Pada pelaksanaan *erection slab on pile* dengan *launching gantry*, *full slab* sebagai bahan yang diangkat keatas jembatan menggunakan *launching gantry* di proyek Gurindam 12 memiliki ukuran yang berbeda pada masing – masing tipe seperti pada **Tabel 5.1** dan **Gambar 5.2** namun perbedaan ukuran *full slab* hanya sebatas terletak pada lebarnya, untuk panjang dan tebal *full slab* pada masing – masing tipe sama yaitu 6800 mm dan 350 mm. Berikut adalah perhitungan produktivitas *erection slab on pile* pada alat *launching gantry*.

Total *full slab* = 750 buah

Berikut adalah perhitungan dari produktivitas dari *erection slab on pile* menggunakan metode *launching gantry*.

Kecepatan rata – rata bermuatan = 0,06 km/jam

$$\text{Kecepatan rata – rata kosong} = 0,08 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.1a} = 0,003 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2a} = 0,005 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2b} = 0,007 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2c} = 0,009 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2d} = 0,012 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2e} = 0,014 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2f} = 0,016 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2g} = 0,018 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.2h} = 0,021 \text{ km}$$

$$\text{Jarak dari ponton ke M1A – 1.1b} = 0,022 \text{ km}$$

a. Waktu siklus M1A – 1.1a

5) Waktu tempuh isi

$$\begin{aligned} &= \frac{s}{v_1} \times 60 \\ &= \frac{0,003}{0,06} \times 60 = 3 \text{ menit} \end{aligned}$$

6) Waktu tempuh kosong

$$\begin{aligned} &= \frac{s}{v_1} \times 60 \\ &= \frac{0,003}{0,08} \times 60 = 2,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

7) Waktu lain – lain = 10 menit

8) Total waktu siklus :

$$\begin{aligned} &= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain} \\ &= 3 \text{ menit} + 2,5 \text{ menit} + 10 \text{ menit} \\ &= 15,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Waktu siklus M1A – 1.2a

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,005}{0,06} \times 60 = 5 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,005}{0,08} \times 60 = 3,75 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 5 \text{ menit} + 3,75 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 18,75 \text{ menit}$$

c. Waktu siklus M1A – 1.2b

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,007}{0,06} \times 60 = 7 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,007}{0,08} \times 60 = 5,25 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 7 \text{ menit} + 5,25 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 22,25 \text{ menit}$$

d. Waktu siklus M1A – 1.2c

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,009}{0,06} \times 60 = 9 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,009}{0,08} \times 60 = 6,75 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 9 \text{ menit} + 6,75 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 25,75 \text{ menit}$$

e. Waktu siklus M1A – 1.2d

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,012}{0,06} \times 60 = 12 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,012}{0,08} \times 60 = 9 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 12 \text{ menit} + 9 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 31 \text{ menit}$$

f. Waktu siklus M1A – 1.2e

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,014}{0,06} \times 60 = 14 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,014}{0,08} \times 60 = 10,5 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 14 \text{ menit} + 10,5 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 34,5 \text{ menit}$$

g. Waktu siklus M1A – 1.2f

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,016}{0,06} \times 60 = 16 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,016}{0,08} \times 60 = 12 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain} \\
 &= 16 \text{ menit} + 12 \text{ menit} + 10 \text{ menit} \\
 &= 38 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

h. Waktu siklus M1A – 1.2g

1) Waktu tempuh isi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{s}{v1} \times 60 \\
 &= \frac{0,018}{0,06} \times 60 = 18 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$\begin{aligned}
 &= \frac{s}{v1} \times 60 \\
 &= \frac{0,018}{0,08} \times 60 = 13,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain} \\
 &= 18 \text{ menit} + 13,5 \text{ menit} + 10 \text{ menit} \\
 &= 41,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

i. Waktu siklus M1A – 1.2h

1) Waktu tempuh isi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{s}{v1} \times 60 \\
 &= \frac{0,021}{0,06} \times 60 = 21 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,021}{0,08} \times 60 = 15,75 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 21 \text{ menit} + 15,75 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 46,75 \text{ menit}$$

j. Waktu siklus M1A – 1.1a

1) Waktu tempuh isi

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,022}{0,06} \times 60 = 22 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh kosong

$$= \frac{s}{v1} \times 60$$

$$= \frac{0,022}{0,08} \times 60 = 16,5 \text{ menit}$$

3) Waktu lain – lain = 10 menit

4) Total waktu siklus :

$$= \text{Waktu tempuh isi} + \text{waktu tempuh kosong} + \text{waktu lain – lain}$$

$$= 22 \text{ menit} + 16,5 \text{ menit} + 10 \text{ menit}$$

$$= 48,5 \text{ menit}$$

Rata – rata waktu siklus untuk satu buah *full slab*

= Total waktu siklus M1A – 1.1a + total waktu siklus M1A – 1.2a + total waktu siklus M1A – 1.2a + total waktu siklus M1A – 1.2b + total waktu siklus M1A – 1.2c + total waktu siklus M1A – 1.2d + total waktu siklus M1A – 1.2e + total waktu siklus M1A –

$$\begin{aligned}
 & 1.2f + \text{total waktu siklus M1A} - 1.2g + \text{total waktu siklus M1A} - 1.2h + \text{total waktu} \\
 & \text{siklus M1A} - 1.1b / 10 \\
 & = 15,5 \text{ menit} + 18,75 \text{ menit} + 22,25 \text{ menit} + 25,75 \text{ menit} + 31 \text{ menit} + 34,5 \text{ menit} + 38 \\
 & \text{menit} + 41,5 \text{ menit} + 46,75 \text{ menit} + 48,5 \text{ menit} / 10 \\
 & = \frac{322,5}{10} = 32,25 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi dari perhitungan waktu siklus untuk pekerjaan *erection slab on pile* menggunakan *lanching gantry*.



Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus pada Pekerjaan *Slab on Pile* dengan *Launching Gantry*

Tipe Full Slab	Jarak Ponton (KM)	Waktu Tempuh Isi (Menit)	Waktu Tempuh Kosong (Menit)	Waktu Lain – Lain (Menit)	Total Waktu Siklus (Menit)
M1A – 1.1a	0,003	3	2,5	10	15,5
M1A – 1.2a	0,005	5	3,75	10	18,75
M1A – 1.2b	0,007	7	5,25	10	22,25
M1A – 1.2c	0,009	9	6,75	10	25,75
M1A – 1.d	0,012	12	9	10	31
M1A – 1.2e	0,014	14	10,5	10	34,5
M1A – 1.2f	0,016	16	12	10	38
M1A – 1.2g	0,018	18	13,5	10	41,5
M1A – 1.2h	0,021	21	15,75	10	46,75
M1A – 1.2b	0,022	22	16,5	10	48,5
Total					322,5
Rata – rata waktu siklus					32,25

Waktu total untuk pelaksanaan *erection slab on pile* didapat dari perhitungan waktu tempuh isi, waktu tempuh kosong dan waktu lain – lain. Perhitungan untuk waktu siklus satu *precast full slab* didapatkan dari perhitungan waktu siklus pada bentang pertama dan dibagi dengan jumlah *precast full slab* (n) yang ada pada satu bentang yaitu 10, didapatkanlah hasil waktu rata – rata untuk satu precast yaitu 32,25 menit. Berikut adalah perhitungan jumlah siklus dalam satu jam :

$$\begin{aligned} N &= \frac{60}{\text{total waktu siklus}} \\ &= \frac{60}{32,25} \\ &= 1,86 \end{aligned}$$

Asumsi faktor waktu kerja efektif dalam kondisi baik dengan nilai efisiensi kerja yaitu 0,83 dan faktor keterampilan operator dan *crew* rata – rata baik dengan nilai efisiensi kerja yaitu 0,75. Berikut adalah produksi dari *launching gantry* per jam :

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times E_k \\ &= 1 \times 1,86 \times (0,83 \times 0,75) \\ &= 1,157 \text{ buah / jam} \end{aligned}$$

Setelah produksi dari *launching gantry* (Q) telah diketahui, maka kita dapat menghitung durasi pekerjaan dalam 1 hari jam kerja selama 8 jam. Berikut adalah perhitungan durasi dari *erection slab on pile* menggunakan *launching gantry* :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= \frac{750}{6 \text{ buah/jam}} \\ &= 125 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, total waktu yang diperlukan untuk *erection slab on pile* menggunakan *launching gantry* adalah 125 hari. Proses ini hanya meliputi pekerjaan *erection slab* dan tidak termasuk pekerjaan lain seperti *stressing*, pembesian, dan cor.

5.2.2 Analisis Biaya Pekerjaan *Erection Slab on Pile* dengan *launching gantry*

Analisis biaya juga dipertimbangkan selain dari analisis efektivitas dari aspek waktu. Berikut adalah rincian biaya untuk pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* menggunakan *launching gantry* :

a. Biaya sewa alat

1) *Launching gantry* = Rp 3,500,500.00/jam

2) Ponton + *Tugboat* = Rp 1,550,000.00/jam

b. Biaya operator

1) Mandor = Rp 15,714.29/jam

2) Tukang = Rp 21,428.57/jam

3) Pekerja = Rp 21,428.57/jam

Jumlah pekerja yang dibutuhkan = 6 orang

= Rp 21.428,57 x 6

= Rp 128.571,42/jam

c. Waktu Jam Kerja

Jam kerja per orang = 8 jam

Total jam kerja dengan *launching gantry*

= 8 jam x 125 hari

= 1000 jam kerja

Tabel 5.5 Perhitungan Biaya *Erection Slab on Pile* dengan *Launching Gantry*

No	Alat Berat	Volume (Jam)	Harga Sewa (Rp)	Total (Rp)
1	<i>Launching Traveller Gantry</i>	1000	Rp 3.500.500,00	Rp 3.500.500.000,00
2	Ponton + <i>Tugboat</i>	1000	Rp 1.550.000,00	Rp 1.550.000.000,00
3	Mandor	1000	Rp 15.714,29	Rp 15.714.290,00
4	Tukang	1000	Rp 21.428,57	Rp 21.428.570,00
5	Pekerja	1000	Rp 128.571,42	Rp 128.571.420,00

Pada rincian biaya *erection slab on pile* menggunakan metode *launching gantry*, total biaya yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp 5.216.214.280,00 untuk pekerjaan selama 125 hari dengan jam kerja 1 hari adalah 8 jam. Perhitungan di atas adalah perhitungan untuk 125 hari kerja dengan jam kerja 1 hari adalah 8 jam sehingga didapatkan total 1000 jam.

5.3 Analisis Produktivitas dan Biaya Pekerjaan *Erection Slab on Pile* dengan alat *Crawler Crane*

5.3.1 Analisis Produktivitas Pekerjaan *Erection Slab on Pile* dengan alat *Crawler Crane*

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, pembangunan jembatan pada proyek Gurindam 12 ini terdapat dua rencana penggunaan alat berat untuk pelaksanaan metode konstruksi pemasangan (*erection*) *slab on pile* yang dibandingkan. Dua rencana penggunaan alat berat untuk metode pelaksanaan pemasangan (*erection*) yaitu *launching gantry* dan *crawler crane*. Berikut beberapa alat yang digunakan pada pelaksanaan *erection slab on pile* dengan metode *crawler crane*.

1. Kebutuhan alat dalam metode *crawler crane*

Berikut adalah kebutuhan alat dalam metode kedua yaitu menggunakan alat *crawler crane* :

Tabel 5.6 Kebutuhan Alat *Erection Slab on Pile* Metode *Crawler Crane*

Alat Berat	Jumlah	Satuan
<i>Crawler Crane 80 ton</i>	1	Unit
Ponton + <i>Tugboat</i>	1	Unit

Berikut adalah spesifikasi dari *crawler crane* yang dipakai :

Tabel 5.7 Spesifikasi *Crawler Crane*

Spesifikasi <i>Crawler Crane</i>	Keterangan
Merk	FUWA
Model	FCC55C
Kapasitas Angkat Maksimum	55 Ton
Kemampuan Jangkauan <i>Boom Length</i>	52 m
Kecepatan Angkat (v)	52 m/menit
Kecepatan <i>Swing</i> (Maksimum)	3,2 rpm

2. Produktivitas *erection slab on pile* dengan *crawler crane*

Dalam pelaksanaan *erection slab on pile* dengan *crawler crane* digunakan 3 alat *crane* yaitu 2 untuk *service*, dan mobilitas *precast full slab* dari *stockyard* menuju *ponton* dan 1 *crawler crane* bermuatan 55 ton untuk *erection slab* di tempat. Banyaknya volume material dan material yang akan diangkat menjadi dasar dari perhitungan waktu pelaksanaan alat. Bahan yang akan diangkat yaitu *full slab* jembatan dengan beban maksimal sebesar 12,85 ton. Jarak tempuh dan frekuensi alat melakukan pulang pergi dan waktu untuk bongkar muat menjadi dasar dari waktu pengangkatan oleh *crawler crane* dimana waktu tersebut tergantung berdasarkan waktu *hoisting* dan *winch*.

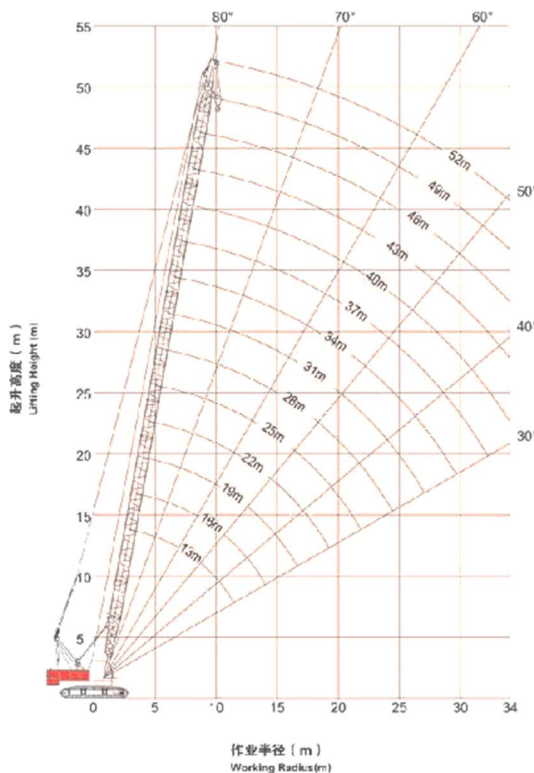
Berikut adalah contoh perhitungan waktu pengangkatan material yang dalam proyek ini merupakan *precast full slab* untuk pekerjaan pelaksanaan *erection slab on pile*. Kecepatan *hoisting* = 52 m/menit, kemudian kecepatan *swing* = 3,2 rpm =

1152°/menit dengan asumsi faktor waktu kerja efektif dalam kondisi baik dengan nilai efisiensi kerja sebesar 0,83 dan faktor – faktor keterampilan kerja operator alat berat beserta *crew* rata – rata baik dengan efisiensi kerja sebesar 0,75. Dalam satu bentang jembatan Gurindam 12 terdapat 10 buah *full slab* dengan tipe yang berbeda. Berikut adalah contoh perhitungan produktivitas untuk pekerjaan pelaksanaan *erection slab on pile* dengan bentang pertama yang dijadikan sebagai patokan perhitungan, perbedaan berat dari beberapa tipe full slab tidak mempengaruhi kinerja dari pelaksanaan *erection slab on pile* dengan *crawler crane*.

a. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.1a

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Ketinggian dibaca secara manual dari spesifikasi crawler crane merk FUWA



Gambar 5.5 Working Range Crawler Crane
(Sumber : FUWA HEAVY INDUSTRY CO.,LTD.)

$$Dv = \text{elevasi tujuan} \\ = 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting (v) = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max } (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 77^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{77^\circ}{1152^\circ} = 0,067 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } landing = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$Hoisting + Swing + Landing$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,173 \text{ menit}$$

b. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.1a1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max } (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 77^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{77^\circ}{1152^\circ} = 0,067 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,173 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,173 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,173 \text{ menit}$$

$$= 40,346 \approx 40,3 \text{ menit}$$

c. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2a

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Dv = elevasi tujuan

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan hoisting (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan swing max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 74,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{74,5^\circ}{1152^\circ} = 0,065 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$\text{Hoisting} + \text{Swing} + \text{Landing}$$

$$0,057 + 0,124 + 0,029 \text{ menit} = 0,170 \text{ menit}$$

d. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2a1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan hoisting} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan swing max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian (\alpha)} = 74,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{74,5^\circ}{1152^\circ} = 0,065 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$\text{Hoisting} + \text{Swing} + \text{Landing}$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,170 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

$$\begin{aligned}
 & \text{Waktu menunggu} + \text{waktu pengangkatan} + \text{waktu menurunkan} + \text{waktu kembali} \\
 & = 20 \text{ menit} + 0,170 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,170 \text{ menit} \\
 & = 40,341 \approx 40,3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

e. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2b

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

$$\begin{aligned}
 Dv & = \text{elevasi tujuan} \\
 & = 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan } hoisting \ (v) & = 52 \text{ m / menit} \\
 \text{Ketinggian } (Dv) & = 3 \text{ m} \\
 \text{Waktu } (t) & = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan } swing \ max \ (v) & = 1152^\circ / \text{menit} \\
 \text{Ketinggian } (\alpha) & = 72,5^\circ \\
 \text{Waktu } (t) & = \frac{72,5^\circ}{1152^\circ} = 0,063 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan } landing & = 52 \text{ m / menit} \\
 \text{Ketinggian } (h) & = 1,5 \text{ m} \\
 \text{Waktu } (t) & = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

4) Waktu Total

$$\begin{aligned}
 & Hoisting + Swing + Landing \\
 & 0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,169 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

f. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2b

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan } hoisting & = 52 \text{ m / menit} \\
 \text{Ketinggian } (h) & = 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan swing max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 72,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{72,5^\circ}{1152^\circ} = 0,063 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 + 0,124 + 0,029 \text{ menit} = 0,169 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,169 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,169 \text{ menit}$$

$$= 40,337 \approx 40,3 \text{ menit}$$

g. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2c

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Dv = elevasi tujuan

$$= 3 \text{ m}$$

5) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan hoisting (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

6) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } \textit{swing max} (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 70,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{70,5^\circ}{1152^\circ} = 0,061 \text{ menit}$$

7) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } \textit{landing} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

8) Waktu Total

$$\textit{Hoisting} + \textit{Swing} + \textit{Landing}$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,167 \text{ menit}$$

h. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2c5) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } \textit{hoisting} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

6) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } \textit{swing max} (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 70,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{70,5^\circ}{1152^\circ} = 0,061 \text{ menit}$$

7) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } \textit{landing} (v) = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

8) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,167 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,167 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,167 \text{ menit}$$

$$= 40,334 \approx 40,3 \text{ menit}$$

i. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2d

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Dv = elevasi tujuan

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting \text{ (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 68,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{68,5^\circ}{1152^\circ} = 0,059 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } landing = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 + 0,029 \text{ menit} = 0,165 \text{ menit}$$

j. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2d

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 68,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{68,5^\circ}{1152^\circ} = 0,059 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } landing \text{ (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$Hoisting + Swing + Landing$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,165 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

$$\text{Waktu menunggu} + \text{waktu pengangkatan} + \text{waktu menurunkan} + \text{waktu kembali}$$

$$= 20 \text{ menit} + 0,165 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,165 \text{ menit}$$

$$= 40,330 \approx 40,3 \text{ menit}$$

k. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2e

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

$$Dv = \text{elevasi tujuan}$$

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting (v) = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max } (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 66,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{66,5^\circ}{1152^\circ} = 0,058 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } landing = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$Hoisting + Swing + Landing$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,163 \text{ menit}$$

I. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2e1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max } (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 66,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{66,5^\circ}{1152^\circ} = 0,058 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$\text{Hoisting + Swing + Landing}$$

$$0,057 + 0,124 + 0,029 \text{ menit} = 0,163 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

$$\text{Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali}$$

$$= 20 \text{ menit} + 0,163 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,163 \text{ menit}$$

$$= 40,327 \approx 40,3 \text{ menit}$$

m. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2f

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

$$\text{Dv} = \text{elevasi tujuan}$$

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan hoisting (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan swing max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 64,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{64,5^\circ}{1152^\circ} = 0,056 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,162 \text{ menit}$$

n. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2f

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 64,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{64,5^\circ}{1152^\circ} = 0,056 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } landing \text{ (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,162 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,162 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,162 \text{ menit}$$

$$= 40,324 \approx 40,3 \text{ menit}$$

o. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2g

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Dv = elevasi tujuan

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting (v) = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max } (v) = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 62,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{62,5^\circ}{1152^\circ} = 0,054 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan } landing = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$Hoisting + Swing + Landing$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,160 \text{ menit}$$

p. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2g

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan swing max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian (}\alpha\text{)} = 62,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{62,5^\circ}{1152^\circ} = 0,054 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\text{Kecepatan landing (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

$$\text{Hoisting} + \text{Swing} + \text{Landing}$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,160 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,160 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,160 \text{ menit}$$

$$= 40,320 \approx 40,3 \text{ menit}$$

q. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.2h

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Dv = elevasi tujuan

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan hoisting (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan swing max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian } (\alpha) &= 60,5^\circ \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{60,5^\circ}{1152^\circ} = 0,053 \text{ menit} \end{aligned}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } \textit{landing} &= 52 \text{ m / menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit} \end{aligned}$$

4) Waktu Total

$$\begin{aligned} &\textit{Hoisting} + \textit{Swing} + \textit{Landing} \\ &0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,158 \text{ menit} \end{aligned}$$

r. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.2h1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } \textit{hoisting} &= 52 \text{ m / menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit} \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } \textit{swing max} (v) &= 1152^\circ / \text{menit} \\ \text{Ketinggian } (\alpha) &= 60,5^\circ \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{60,5^\circ}{1152^\circ} = 0,053 \text{ menit} \end{aligned}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } \textit{landing} (v) &= 52 \text{ m / menit} \\ \text{Ketinggian (Dv)} &= 3 \text{ m} \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit} \end{aligned}$$

4) Waktu Total

$$\textit{Hoisting} + \textit{Swing} + \textit{Landing}$$

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,158 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,158 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,158 \text{ menit}$$

$$= 40,317 \approx 40,3 \text{ menit}$$

s. Perhitungan waktu pengangkatan M1A – 1.1b

Perhitungan dengan tujuan bentang pertama pada jembatan

Dv = elevasi tujuan

$$= 3 \text{ m}$$

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\text{Kecepatan } hoisting \text{ (v)} = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (Dv)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\text{Kecepatan } swing \text{ max (v)} = 1152^\circ / \text{menit}$$

$$\text{Ketinggian } (\alpha) = 58,5^\circ$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{58,5^\circ}{1152^\circ} = 0,051 \text{ menit}$$

3) Waktu tempuh vertikal landing

$$\text{Kecepatan } landing = 52 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian (h)} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Waktu (t)} = \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,157 \text{ menit}$$

t. Perhitungan waktu kembali M1A – 1.1b

1) Waktu tempuh *hoisting*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } hoisting &= 52 \text{ m / menit} \\ \text{Ketinggian (h)} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{1,5 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,029 \text{ menit} \end{aligned}$$

2) Waktu tempuh rotasi *swing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } swing \text{ max (v)} &= 1152^\circ / \text{menit} \\ \text{Ketinggian (\alpha)} &= 58,5^\circ \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{58,5^\circ}{1152^\circ} = 0,051 \text{ menit} \end{aligned}$$

3) Waktu tempuh vertikal *landing*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } landing \text{ (v)} &= 52 \text{ m / menit} \\ \text{Ketinggian (Dv)} &= 3 \text{ m} \\ \text{Waktu (t)} &= \frac{3 \text{ m}}{52 \text{ m/menit}} = 0,057 \text{ menit} \end{aligned}$$

4) Waktu Total

Hoisting + Swing + Landing

$$0,057 \text{ menit} + 0,124 \text{ menit} + 0,029 \text{ menit} = 0,157 \text{ menit}$$

Total waktu siklus

Waktu menunggu + waktu pengangkatan + waktu menurunkan + waktu kembali

$$= 20 \text{ menit} + 0,157 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,157 \text{ menit}$$

$$= 40,313 \approx 40,3 \text{ menit}$$

Tabel 5.8 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus pada Pekerjaan *Slab on Pile* dengan *Crawler Crane*

Tipe Full Slab	Waktu Menunggu (Menit)	Waktu Pengangkatan (Menit)				Waktu Menurunkan (Menit)	Waktu Kembali (Menit)				Total Waktu Siklus (Menit)
		Hoisting	Swing	Landing	Total		Hoisting	Swing	Landing	Total	
M1A – 1.1a	20	0,057	0,067	0,029	0,173	20	0,029	0,067	0,057	0,173	40,346
M1A – 1.2a	20	0,057	0,065	0,029	0,170	20	0,029	0,065	0,057	0,170	40,341
M1A – 1.2b	20	0,057	0,063	0,029	0,169	20	0,029	0,063	0,057	0,169	40,337
M1A – 1.2c	20	0,057	0,061	0,029	0,167	20	0,029	0,061	0,057	0,167	40,334
M1A – 1.2d	20	0,057	0,059	0,029	0,165	20	0,029	0,059	0,057	0,165	40,330
M1A – 1.2e	20	0,057	0,058	0,029	0,163	20	0,029	0,058	0,057	0,163	40,327
M1A – 1.2f	20	0,057	0,056	0,029	0,162	20	0,029	0,056	0,057	0,162	40,324
M1A – 1.2g	20	0,057	0,054	0,029	0,160	20	0,029	0,054	0,057	0,160	40,320
M1A – 1.2h	20	0,057	0,053	0,029	0,158	20	0,029	0,053	0,057	0,158	40,317
M1A – 1.2b	20	0,057	0,051	0,029	0,157	20	0,029	0,051	0,057	0,157	40,313
Rata – rata waktu siklus											40,3

Waktu total untuk *erection slab on pile* didapat dari waktu menunggu dan waktu menurunkan yang datanya didapatkan dari proyek, dan perhitungan untuk waktu pengangkatan dan waktu kembali. Pada perhitungan waktu total bentang satu didapatkan rata – rata waktu total untuk melakukan satu kali *erection slab on pile* yaitu 40,3 menit. Sehingga dari total waktu siklus tersebut kita dapat menghitung jumlah siklus dalam 1 jam (N), yaitu :

$$\begin{aligned} N &= \frac{60}{\text{total waktu siklus}} \\ &= \frac{60}{40,3} \\ &= 1,49 \end{aligned}$$

Asumsi faktor waktu kerja efektif dalam kondisi baik dengan nilai efisiensi kerja yaitu 0,83 dan faktor keterampilan operator dan *crew* rata – rata baik dengan nilai efisiensi kerja yaitu 0,75. Berikut adalah produksi dari *crawler crane* per jam :

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times E_k \\ &= 1 \times 1,49 \times (0,83 \times 0,75) \\ &= 0,927 \text{ buah / jam} \approx 1 \text{ buah / jam} \end{aligned}$$

Setelah produksi dari *crawler crane* (Q) telah diketahui, maka kita dapat menghitung durasi pekerjaan dalam 1 hari jam kerja selama 8 jam. Berikut adalah perhitungan durasi dari *erection slab on pile* menggunakan *crawler crane* :

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= \frac{750}{8 \text{ buah/jam}} \\ &= 93,75 \text{ hari} \approx 94 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, total waktu yang diperlukan untuk *erection slab on pile* menggunakan *crawler crane* adalah 94 hari. Proses ini hanya meliputi pekerjaan *erection slab* dan tidak termasuk pekerjaan lain seperti *stressing*, pembersian, dan cor.

5.3.2 Analisis Biaya Pekerjaan *Erection Slab on Pile* dengan *Crawler Crane*

Proyek penataan Kawasan Pesisir Pantai Gurindam 12 Kota Tanjungpinang dilaksanakan di Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. Harga Upah Tenaga

Kerja serta Sewa Alat Berat untuk metode *Crawler crane* sesuai dengan standar harga di wilayah Kepulauan Riau. Berikut ini merupakan rincian biaya yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* menggunakan *crawler crane* :

a. Biaya sewa alat

- 1) *Crawler crane* = Rp 650.621,43/jam
- 2) Ponton + *Tugboat* = Rp 1.550.000,00/jam

b. Biaya operator

- 1) Mandor = Rp 15.714,29/jam
- 2) Tukang = Rp 21.428,57/jam
- 3) Pekerja = Rp 21.428,57/jam

Jumlah pekerja yang dibutuhkan = 6 orang
 = Rp 21.428,57 x 6
 = Rp 128.571,42/jam

c. Waktu Jam Kerja

Jam kerja per orang = 8 jam
 Total jam kerja dengan *crawler crane*
 = 8 jam x 94 hari
 = 752 jam kerja

Tabel 5.9 Perhitungan Biaya *Erection Slab on Pile* dengan *Crawler Crane*

No	Alat Berat	Waktu Kerja (Jam)	Harga Sewa (Rp)	Total (Rp)
1	<i>Crawler Crane</i>	752	Rp 650.621,43	Rp 489.267.315,43
2	<i>Ponton + Tugboat</i>	752	Rp 1.550.000,00	Rp 1.165.600.000,00
3	Mandor	752	Rp 15.714,29	Rp 11.817.146,08
4	Tukang	752	Rp 21.428,57	Rp 16.114.284,64
5	Pekerja	752	Rp 128.571,42	Rp 96.685.707,84
Total				Rp 1.779.484.454,00

Pada rincian biaya *erection slab on pile* menggunakan metode *crawler crane* total biaya yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp 1.779.484.454,00 yang memerlukan waktu selama 94 hari dengan jam kerja 1 hari adalah 8 jam. Jika dibandingkan dengan metode sebelumnya yaitu *launching gantry*, metode *crawler crane* ini jauh lebih murah dikarenakan oleh harga sewa *crawler crane* yang relatif lebih murah.

5.4 Pembahasan Analisis Perhitungan Biaya dan Waktu pada pekerjaan Erection Slab on Pile

Setelah perhitungan dari masing – masing analisis di atas, maka diperoleh nilai biaya dan waktu dari pelaksanaan *erection slab on pile* dengan menggunakan dua metode yaitu *launching gantry* dan *crawler crane*. Berikut adalah rekapitulasi biaya dan waktu dari masing – masing metode yang digunakan untuk pelaksanaan *erection slab on pile* :

Tabel 5.10 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan masing – masing Metode

No	Metode	Waktu Pelaksanaan	Persentase Waktu	Biaya Pelaksanaan	Persentase Biaya
1	<i>Launching Gantry</i>	125 hari	$\frac{31}{125} \times 100\%$	Rp 5.216.214.280,00	$\frac{3.436.729.826}{5.216.214.280}$
2	<i>Crawler Crane</i>	94 hari	= 24,8%	Rp 1.779.484.454,00	x 100% = 65,88%
Selisih		31 hari		Rp 3.436.729.826,00	

Berdasarkan tabel uraian hasil rekapitulasi waktu dan biaya pelaksanaan masing – masing metode di atas maka diketahui metode *Launching Gantry* memiliki waktu pelaksanaan selama 125 hari sedangkan metode *Crawler Crane* memiliki waktu total

94 hari yang berarti bahwa selisih waktu dari pelaksanaan erection slab on pile dari segi waktu yaitu 31 hari sedangkan selisih biayanya yaitu Rp 3.436.729.826,00. Maka *Crawler crane* 24,8% lebih cepat dibandingkan dengan *launching gantry*.

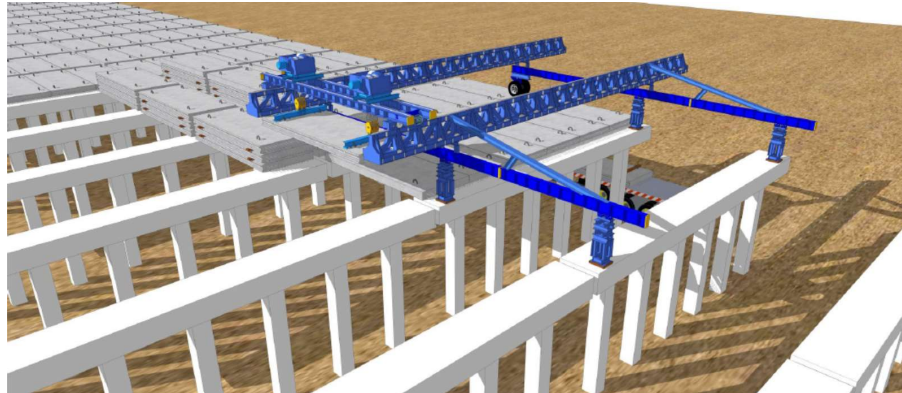
Sedangkan dari segi biaya dapat diketahui bahwa metode *crawler crane* jauh lebih terjangkau. Metode *launching gantry* memiliki total biaya pelaksanaan yaitu Rp 5.216.214.280,00 dan *crawler crane* memiliki total biaya pelaksanaan sebesar Rp 1.779.484.454,00 sehingga selisih yang didapat yaitu sebesar Rp 3.436.729.826,00. Dari data tabel di atas dapat diambil kesimpulan bahwa pelaksanaan menggunakan *Crawler crane* 65,88% lebih murah dibandingkan dengan *launching gantry*.

5.5 Metode Pelaksanaan Erection Slab on Pile

5.5.1 Metode Pelaksanaan Erection Slab on Pile dengan alat Launching Gantry

Launching Gantry merupakan alat yang digunakan dalam proses pengangkatan *slab* yang dibuat dengan cara *precast* yang kemudian disambungkan menjadi satu *span* jembatan.

Dalam proses pelaksanaan pemasangan terdapat dua metode yaitu *span to span* dan *balance cantilever*. Pada metode *balance cantilever* pelaksanaannya dilakukan dengan cara seimbang yaitu pengangkatannya ada di masing – masing sisi *pier head*. Sedangkan pada metode *span to span* pelaksanaannya dilakukan dengan menggantungkan semua *precast slab* dalam satu *span* yang kemudian dilakukan *stressing* hingga selesai dalam satu bentang untuk kemudian dilanjutkan ke bentang berikutnya sampai seluruh bentang jembatan tersambung. Pelaksanaan *erection slab on pile* di proyek Gurindam 12 menggunakan metode *span to span* seperti ditunjukkan dalam **Gambar 5.3** dan **5.4** berikut.



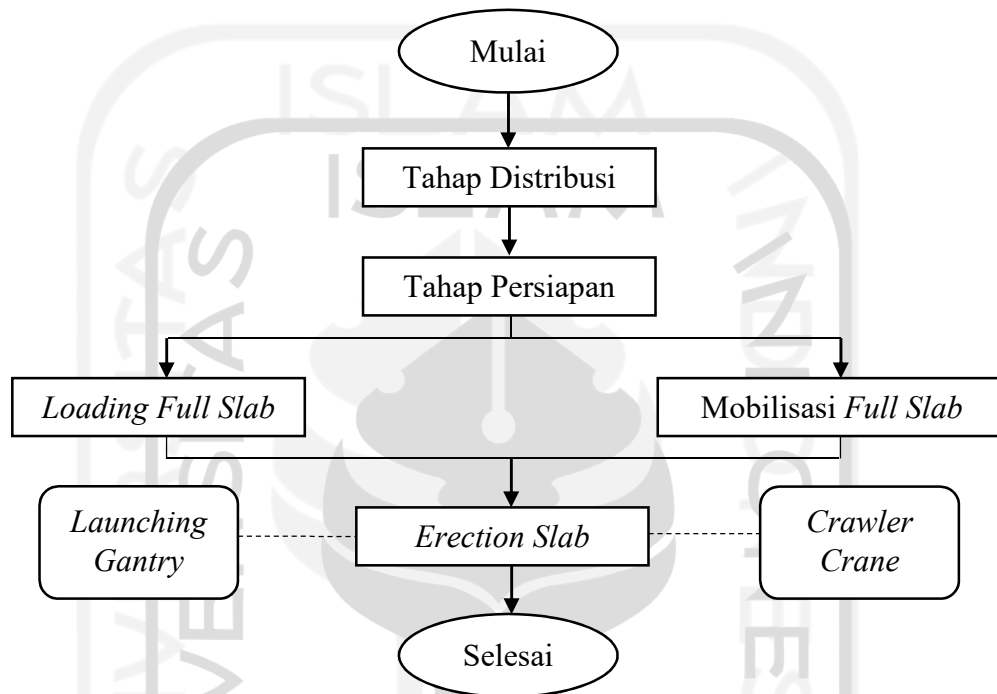
Gambar 5.6 Ilustrasi Metode *Span to Span Erection Slab on Pile* dengan *Launching Gantry*
(Sumber : PT. Wika CLT)



Gambar 5.7 Metode *Span to Span Erection* dengan *Launching Gantry*
(Sumber : Dokumentasi Proyek)

Tahap pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* di proyek Gurindam 12 dimulai dengan tahap distribusi, tahap persiapan, dan tahap pemasangan. Pelaksanaan

erection slab on pile dilaksanakan di atas jembatan. Berikut adalah *flowchart* pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile*.



Gambar 5.8 Flowchart Erection Slab on Pile

1. Tahap Distribusi

Distribusi yang dilakukan pada tahap ini yaitu distribusi produk berupa *precast full slab* yang didistribusikan oleh PT. Wika Citra Lautan Teduh. *Slab* ini dikirim dari kota Batam ke kota Tanjungpinang menggunakan kapal tongkang/*ponton* dan *tugboat*. Alat mobilisasi yang dipakai pada tahap distribusi ini selain kapal *ponton* dan *tugboat* yaitu *truck trailer* untuk mengangkut *precast* beton *slab* dari pabrik ke pelabuhan dan *mobile crane* untuk pemindahan *slab* dari pabrik ke *truck trailer* dan dari *truck trailer* ke *ponton*. *Ponton* yang dipakai untuk distribusi bermuatan 500 ton yang mampu menampung ± 40 pcs per *shipment*. Berikut adalah gambar ketika pendistribusian produk dilakukan.



Gambar 5.9 Distribusi *Full Slab* dari Pabrik ke Pelabuhan di Kota Batam
(Sumber : Dokumentasi Proyek)



Gambar 5.10 Distribusi *Full Slab* dari Pelabuhan ke Ponton di Kota Batam
(Sumber : Dokumentasi Proyek)

2. Tahap Persiapan

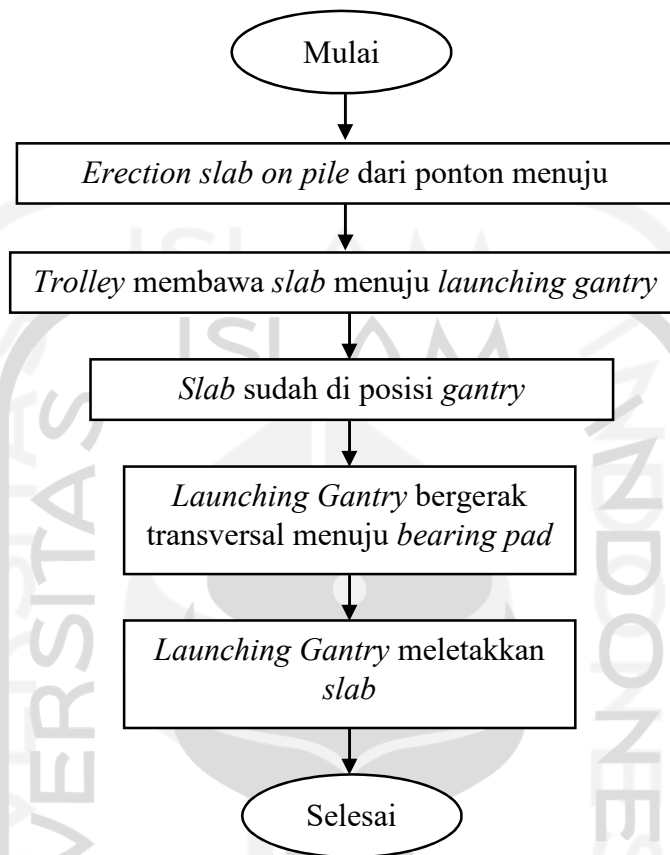
Pada tahap persiapan pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* hal pertama yang dilakukan yaitu mobilisasi alat mulai dari mendatangkan alat *launching gantry* seberat 20 ton selama 14 hari. Selanjutnya yaitu *setting* alat yang dimulai dari menginstall *main beam* yang dilakukan di bawah, diwaktu yang sama memasang *rail* ke atas *capping beam* menggunakan bantuan *crane* untuk mengangkat *main beam*.

Setelah semua *main beam* sudah terpasang, *main beam* lalu diangkat ke atas *capping beam* tepat pada *rail*. *Crane* yang dibutuhkan untuk mengangkat *main beam* minimal bermuatan 100 ton dan dipakai 2 crane masing – masing di ujung *main beam*. Ketika *main beam* sudah naik di atas maka selanjutnya pemasangan diafragma diantara kedua *main beam* yang kemudian dipasang *lock* pada bagian *rail*. Selanjutnya dipasang komponen – komponen *launching gantry* yang lainnya dan *launching gantry* sudah terinstall. Selain *crane*, penginstallan *launching gantry* memerlukan tenaga kerja manusia untuk pemasangan *anchor* penyambung antar – *beam* secara manual. Penginstallan *launching gantry* ini memakan waktu 12 hari di proyek Gurindam 12.

Setelah *launching gantry* selesai diinstall hal yang selanjutnya dilakukan yaitu *loading test*. *Loading test* dilakukan pada *launching gantry* untuk menguji apakah *lock* pada *spreader beam* berfungsi atau tidak, berapa banyak defleksi yang terjadi ketika sudah diberi beban, berfungsi atau tidaknya *lock winch*, *lock* pada *sling*, berfungsinya motor pada *launching gantry*, dan peralatan pendukung lainnya.

3. Tahap Pemasangan

Tahap selanjutnya yaitu tahap pemasangan *precast full slab* ke *capping beam* jembatan dengan menggunakan *launching gantry*. Pada tahap *erection full slab*, *full slab* diluncurkan dari *span* satu ke *span* yang dituju menggunakan *trolley* yang bergerak di atas rel longitudinal, setelah *full slab* sampai pada posisi *launching gantry*, setelah itu *launching gantry* yang membawa *full slab* bergerak secara *transversal* menuju *bearing pad* yang ada diatas *capping beam* jembatan, setelah pekerjaan *erection slab on pile* pada satu *span* selesai maka *launching gantry* akan bergerak maju untuk peluncuran bentang selanjutnya. Karena jembatan di proyek Gurindam 12 ini di atas laut, maka ada penyesuaian pada pelaksanaan *erection slab on pile* dengan kondisi pasang surut air laut. Berikut adalah *flowchart* metode pelaksanaan *erection slab on pile* dengan *launching gantry*.



Gambar 5.11 *Flowchart Metode Pelaksanaan Erection Slab on Pile dengan alat Launching Gantry*

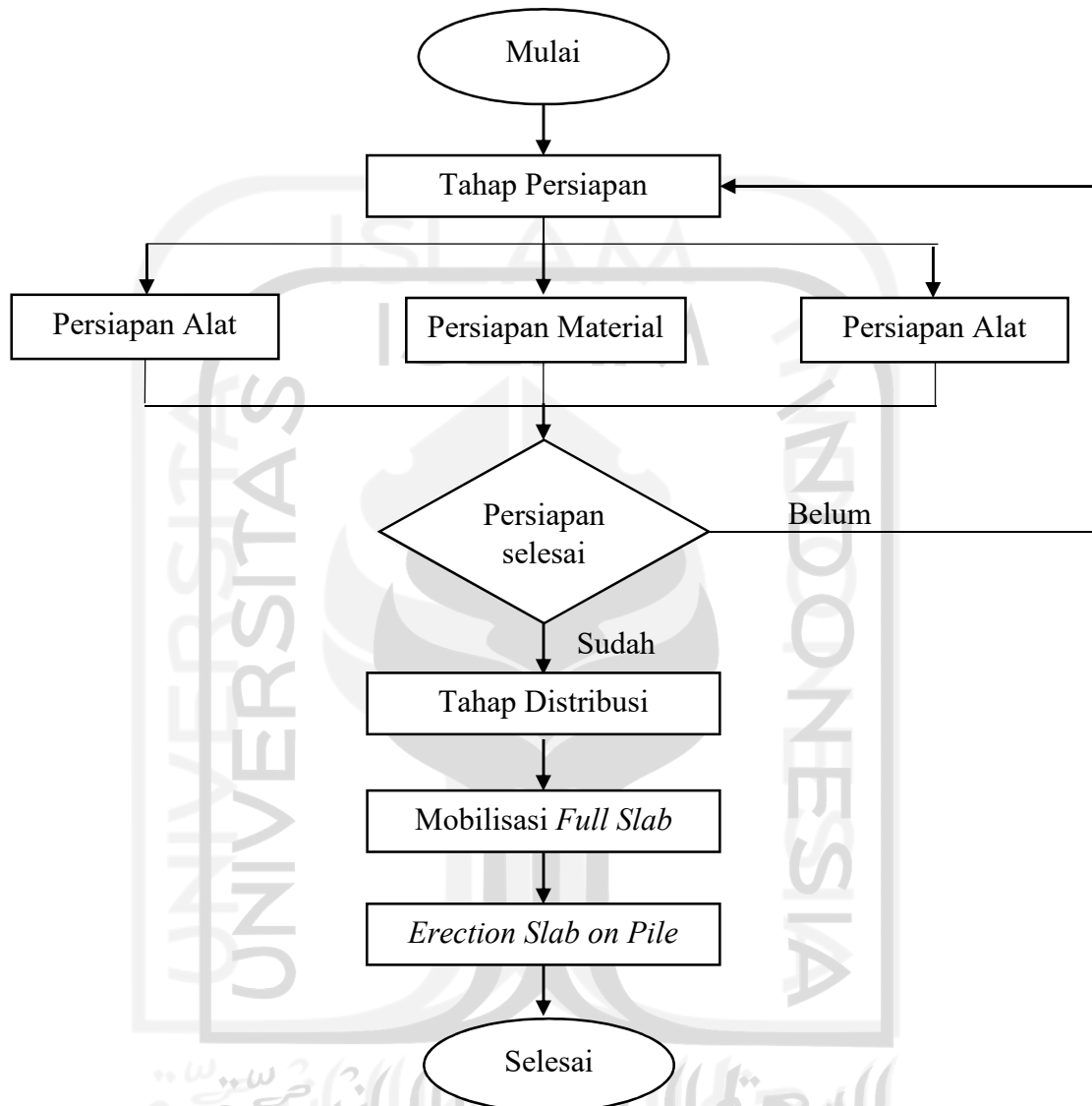
5.5.2 Pelaksanaan Erection Slab on Pile dengan Crawler Crane

Crawler crane merupakan alat berat atau alat pengangkat vertikal yang digunakan pada suatu proyek konstruksi. Pada prosesnya, *crane* bekerja dengan cara mengangkat suatu material secara vertikal lalu memindahkan material tersebut secara horizontal dan kemudian diturunkan secara vertikal ke tempat yang telah ditentukan sebelumnya. *Crawler crane* juga merupakan *crane* yang memiliki penggerak yang berarti *crane* ini bisa melakukan mobilisasi dari satu tempat ke tempat yang lainnya. *Turntable* memungkinkan *crawler crane* memiliki bagian atas yang bisa bergerak hingga 360°. Berikut adalah gambar dari *crawler crane* kapasitas 55 ton.



Gambar 5.12 Ilustrasi *Crawler Crane* yang dipakai pada proyek Gurindam 12

Berikut adalah tahap pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* menggunakan *crawler crane*.



Gambar 5.13 Tahap Pekerjaan *Erection Slab on Pile* dengan *Crawler Crane*

1. Tahap Persiapan

a. Persiapan Alat

Berikut adalah persiapan peralatan pada pelaksanaan *erection slab on pile*:

- 1) Melakukan *checklist* pada kondisi dan kelengkapan alat – alat.
- 2) Melakukan *test* beban dan kalibrasi terlebih dahulu terhadap alat.

- 3) Satu unit *crawler crane* dengan kapasitas 80 ton dengan perlengkapannya yang telah disiapkan di lokasi *erection*.
 - 4) Satu unit *crawler crane* dengan kapasitas 80 ton dengan perlengkapannya yang telah disiapkan di lokasi *erection* (di atas ponton).
 - 5) Satu unit *tugboat* dan ponton dengan kapasitas 500 ton dengan perlengkapannya yang telah disiapkan di lokasi produksi (Batam, Kepulauan Riau).
 - 6) Satu unit *tugboat* dan ponton dengan kapasitas 500 ton dengan perlengkapannya yang telah disiapkan di lokasi *erection* (Tanjungpinang, Kepulauan Riau).
- b. Persiapan Material
- Material yang perlu dipersiapkan yaitu *precast full slab* sebagai pelat lantai, persiapannya yaitu sebagai berikut :
- 1) Melakukan pengecekan terhadap posisi perletakan *full slab*.
 - 2) Melakukan *marking* pada titik, angkat *full slab*.
- c. Persiapan Personil
- Berikut adalah hal – hal yang perlu dipersiapkan pada tahap persiapan personil :
- 1) Melakukan pengecekan untuk Surat Izin Operator (SIO).
 - 2) Melakukan *briefing* untuk memastikan bahwa setiap personil mengerti dengan tugasnya.
 - 3) Melakukan pemeriksaan kesehatan pada setiap personil.
 - 4) Melakukan pengecekan pada kelengkapan alat pelindung diri tiap personil.

2. Tahap Distribusi

Tahap distribusi pada pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* yang dilaksanakan pada kedua metode alat berat yaitu *launching gantry* dan *crawler crane* masih sama karena kebutuhan alat pada saat pendistribusian material dan volume material tidak berubah sehingga pada tahap ini tidak ada perubahan.

3. Mobilisasi *Full Slab*

Proses pemindahan *precast full slab* yang telah diproduksi oleh PT. WIKA CLT menuju lokasi *erection* disebut dengan mobilisasi *full slab*. Proses mobilisasi ini menggunakan *crawler crane* dengan kapasitas 80 ton yang letaknya ada di kota Batam sebagai tempat produksi *precast full slab*. *Precast full slab* yang siap di distribusikan dari pabrik diangkut menggunakan *truck trailer* menuju pelabuhan untuk selanjutnya diangkut menggunakan *crawler crane* ke atas kapal *ponton*. Material *precast full slab* yang telah berada di atas kapal *ponton* kemudian ditarik oleh *tugboat* menuju ke kota Tanjungpinang. Setelah sampai di kota Tanjungpinang, *precast full slab* yang berada pada kapal *ponton* kemudian diangkut kembali untuk diletakkan di *stockyard* yang berada di proyek Gurindam 12 di kota Tanjungpinang menggunakan *crawler crane*. Proses mobilisasi memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, berikut adalah syarat – syarat dari mobilisasi :

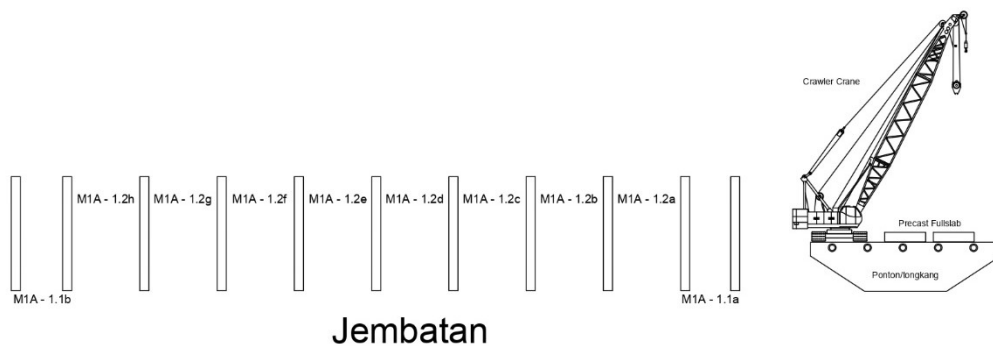
- a. Jalur untuk mobilisasi di lapangan harus telah disurvei terlebih dahulu, agar memastikan bahwa rute menuju *stockyard* dan *ponton* dan dilewati oleh *crawler crane* dengan lancar.
- b. Operator alat berat harus dalam kondisi sehat dan memiliki SIO/SIM untuk mengendarai alat beratnya.
- c. Kondisi dari alat berat yang dipakai untuk kegiatan mobilisasi dalam keadaan sudah dilakukan pengecekan pada fungsi – fungsi sistem keamanannya seperti klakson, lampu, dan lain – lain.
- d. Beban dari material yang diangkut dalam hal ini yaitu *precast full slab* tidak melebihi dari kapasitas angkut kendaraan mobilisasi.
- e. Memastikan bahwa *precast full slab* diletakkan stabil di atas bantalan ketika ditumpuk di atas *ponton* maupun ketika di *stockyard*.

4. *Erection Slab on Pile* dengan *Crawler Crane*

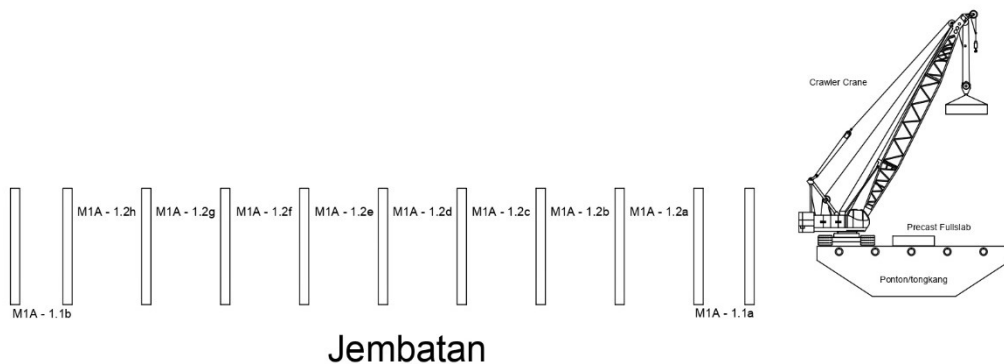
Urutan pekerjaan pelaksanaan *erection slab on pile* adalah sebagai berikut :

- a. *Crawler crane* datang dari *stockyard* untuk mengangkut material yaitu *precast full slab* ke atas ponton.
- b. *Crawler crane* dengan kapasitas 55 ton naik ke atas ponton dengan menggunakan pelat baja.
- c. Setelah kapasitas dari *ponton* terpenuhi maka selanjutnya yaitu *tugboat* menarik ponton menuju lokasi *erection*.
- d. *Precast full slab* diangkat hingga posisi *full slab* berada di atas *capping beam* dengan *marking* yang telah ditentukan.

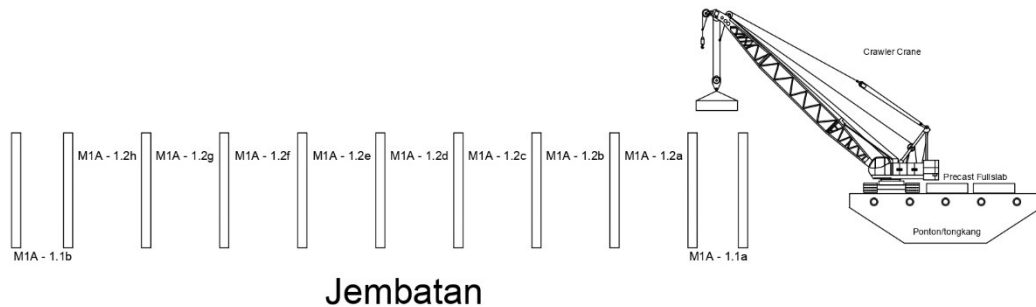
Berikut adalah ilustrasi dari *erection slab on pile* menggunakan *crawler crane*.



Gambar 5.14 Precast Full Slab dan Crawler Crane berada pada Ponton

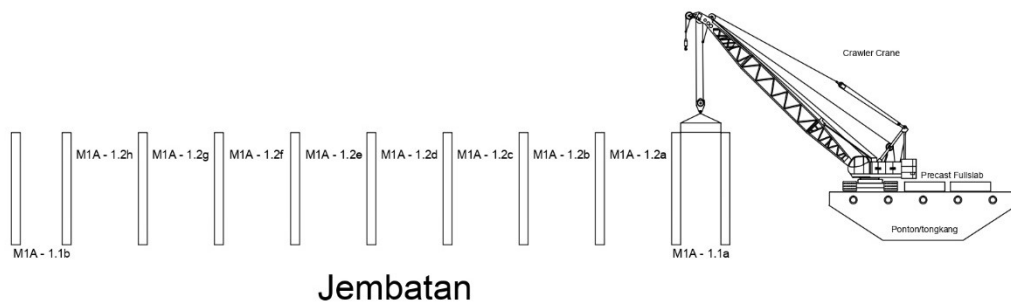


Gambar 5.15 Operator Crawler Crane Mengangkat Precast Full Slab



Jembatan

Gambar 5.16 Operator *Crawler Crane* melakukan *Swing* pada *Precast Full Slab* sampai pada *Capping Beam* yang telah ditentukan



Jembatan

Gambar 5.17 Operator *Crawler Crane* menurunkan *Precast Full Slab* pada *Marking Capping Beam* yang telah ditentukan dan memastikan *Full Slab* diletakkan di titik yang tepat

5.6 Pembahasan Analisis Metode Pelaksanaan Erection Slab on Pile dengan Launching Gantry dan Crawler Crane

Selain aspek waktu dan biaya, aspek mutu dan resiko juga mempengaruhi pelaksanaan kedua metode baik menggunakan *launching gantry* maupun *crawler crane*. Berikut adalah perbandingan dari pelaksanaan metode *erection slab on pile* menggunakan *launching gantry* dan *crawler crane* :

Tabel 5.11 Perbandingan Pelaksanaan masing – masing Metode

No	<i>Launching Gantry</i>	<i>Crawler Crane</i>
1	Kepresisian dari penempatan <i>full slab</i> dengan <i>launching gantry</i> yang diletakkan pada <i>capping beam</i> sesuai as rencana dilakukan secara mekanis sehingga bisa lebih akurat dan bisa meminimalisir <i>human error</i> .	Kepresisian penempatan dari <i>full slab</i> pada <i>capping beam</i> sesuai as rencana didasarkan hanya pada perkiraan dan ketelitian dari operator <i>crawler crane</i> dan pengarahannya tenaga kerja yang mengarahkan.
2	Mobilisasi dan <i>setting</i> alat yang memakan waktu lebih lama karena alat harus dirakit terlebih dahulu akibat dari komponen alat yang terpisah.	Mobilisasi dan <i>setting</i> alat lebih mudah karena alat tidak harus dirakit dan bisa langsung digunakan.
3	Tumpuan pada lantai kerja yaitu <i>capping beam</i> sehingga pelaksanaannya lebih stabil.	Tumpuan roda pada <i>crawler crane</i> terletak pada ponton sehingga lantai kerja tidak stabil yang diakibatkan oleh pasang surut serta gelombang air laut.
4	Resiko kerusakan alat minim.	Kerusakan alat dari faktor cuaca seperti hujan dan angin kencang serta pasang surut air laut

Jika dilihat dari kedua faktor yaitu waktu dan biaya, maka metode *crawler crane* jauh lebih efisien baik dari segi biaya maupun waktu. Namun, aspek resiko dari pekerjaan menggunakan *crawler crane* pun jauh lebih tinggi, hal ini dikarenakan proyek yang dikerjakan di atas laut sehingga sulit untuk memprediksi kapan pasang surut dan gelombang air laut. Selain itu, faktor lain yaitu keadaan ponton sebagai tumpuan dari *crawler crane* untuk melakukan *erection* di atas laut juga sangat sulit untuk dilakukan karena keadaan tumpuan yang tidak stabil akibat gelombang air laut

sehingga waktu pelaksanaannya pun bisa jauh lebih lama dari perkiraan mengingat keadaan gelombang air laut yang sulit diprediksi.

Pemilihan metode launching gantry pada proyek Gurindam 12 sebagai alat angkut pada pekerjaan pelaksanaan erection slab on pile merupakan pilihan yang sudah dianalisis dan diamati secara cermat karena keamanan dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut menjadi fokus yang penting dalam pemilihan suatu alat angkut vertikal mengingat kondisi lingkungan yang berbeda dari ketika kita membangun sebuah jembatan di atas daratan.



BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisis perbandingan perhitungan biaya dan waktu dari penggunaan dua metode alat berat untuk pelaksanaan pekerjaan *erection slab on pile* proyek Gurindam 12. Maka didapatkan hasil seperti di bawah ini :

1. Waktu pelaksanaan pada penggunaan masing – masing metode berdasarkan data spesifikasi yaitu 125 hari untuk metode *launching gantry* dan 94 hari untuk pelaksanaan *erection slab on pile* dengan metode *crawler crane* sehingga pelaksanaannya 24,8% lebih cepat dengan *crawler crane*, dan biaya pelaksanaan dari masing – masing metode berdasarkan data spesifikasi yaitu Rp 5.216.214.280,00 untuk metode *launching gantry* dan Rp 1.779.484.454,00 untuk metode *crawler crane* sehingga pelaksanaannya lebih murah dengan metode *crawler crane* hingga 65,88%.
2. Metode pelaksanaan yang efisien dari segi waktu dan biaya adalah *crawler crane* namun jika melihat dari aspek resiko, metode *launching gantry* merupakan metode yang lebih aman.

6.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perbandingan bisa ditambahkan dengan model alat berat yang lain seperti *mobile crane* atau dengan metode lain seperti metode kura – kura, dikarenakan lokasi proyek yang berada diatas laut, sehingga bisa memilih alternatif model mana yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Graha Ilmu. Surakarta.
- Damanik, L., Mulyatno, I.P., Arswendo, B. 2016. Kajian Teknik Kekuatan Konstruksi Kapal TugBoat 2 x 800 HP dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Darmawan, M.S., Wiranto, P., Nugraha W.T. 2016. Produktivitas Mobile Crane pada Pembangunan Gedung Bertingkat. Universitas Pakuan. Bogor.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2020. Petunjuk Konstruksi Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Ervianto, W.I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi. Andi. Yogyakarta.
- Ervianto, W.I. 2005. Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi. Andi. Yogyakarta.
- Husein, W.S., Dinariana, D. 2013. Perbandingan Gantry dan Mobile Carane pada Jalan Layang dari Segi Waktu, Metode Kerja, dan Biaya. Universitas Bina Nusantara. Jakarta Pusat.
- Izza, F.K., Praditama, M.A., Kirana, C.N., Setiyono, J.K. dan Sudarmono. 2019. Kajian Waktu penyelesaian Metode Crane dan metode Launcher dalam Pelaksanaan Erection Girder Jembatan. Politeknik Negeri Semarang. Semarang.
- Lenggogeni dan Wideasanti, I. 2013. Manajemen Konstruksi. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Libby, J.R. 1984. Modern Prestressed Concrete: Design Principles and Construction Methods. Springer US. New York. 44
- Peurifoy, R.L., Schexnayder, C.J., Shapira, A. 1985. Construction Planning, Equipment, & Methods. McGraw-Hill Education. New York.

- Pratama, A.A. 2019. Analisis Produktivitas pekerjaan Erection Full Slab Precast pada Konstruksi Jembatan Pile Slab. Tugas Akhir. Universitas Mercu Buana Jakarta. Jakarta.
- Pratama, A.R.D. 2019. Pelaksanaan Metode Erection Girder menggunakan Crawler Crane pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo. Tugas Akhir. Universitas Jember. Jember.
- Pratama, D.D., Adi, T.J.W. 2013. Analisa Perbandingan Metode Erection Girder menggunakan Launcher Girder dan Temporary Bridge dari Segi Biaya dan Waktu pada Jembatan Kali Surabaya Mojokerto. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Prihesnanto, F., Kurniawan, W., Nuryati S. 2019. Analisa Perbandingan Metode Erection Girder menggunakan Beam Launcher dan Crawler Crane dari Segi Waktu dan Biaya pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Tanjung Priok Seksi E2. Universitas Islam 45 Bekasi. Bekasi.
- Rochmanhadi. 1992. Alat – Alat Berat dan Penggunaannya. YBPPU. Semarang.
- Rostiyanti, S.F.R. 2008. Alat Berat untuk Proyek Konstruksi. Edisi Kedua. PT. RINEKA CIPTA. Jakarta.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual sampai Operasional). Edisi Kedua. Jilid 1. ERLANGGA. Jakarta. 45
- Sundari, I., Lubis, M., Lukman, A., Tanjung, D. 2020. Perencanaan Desain Pekerjaan Pembangunan Ponton Ukuran 8 Meter x 16 Meter Terminal Penumpang Dermaga A Dumai. Universitas Islam Sumatera Utara. Medan.
- Supani. 2007. Pemilihan Metode Pelaksanaan Erection Girder Tipe – 1 dengan Sistem Floating Crane, Kura – Kura dan Girder Launcher. Jurnal. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Wicaksono, M.F. 2018. Analisis Perbandingan Metode Erection Girder menggunakan Crawler Crane dan Launcher Girder pada Pembangunan Under Bridge STA 03+550 Jalan Tol Pandaan – Malang. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

The image features a large, faint watermark of the Universitas Islam Indonesia logo in the background. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized green and white tree or plant in the center. The text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' is written around the perimeter of the shield, and 'ISLAM' is written at the top. Below the shield, there is Arabic calligraphy in black.

LAMPIRAN

جامعة الإسلام
الاندونيسية

Lampiran 1

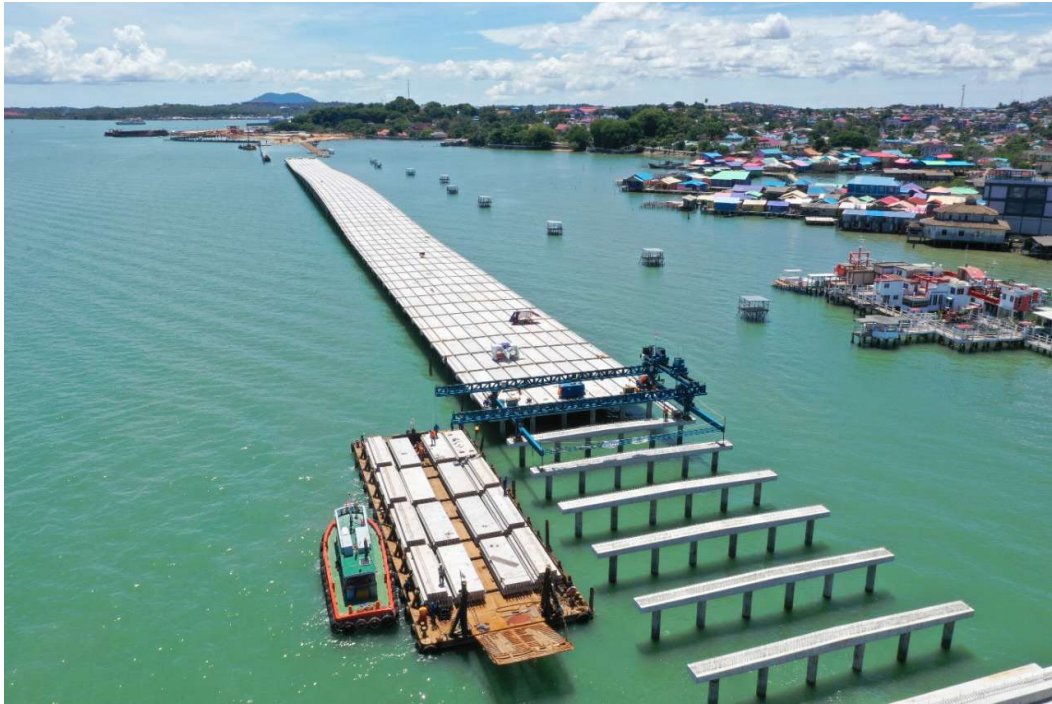
Gambar Alat yang Digunakan



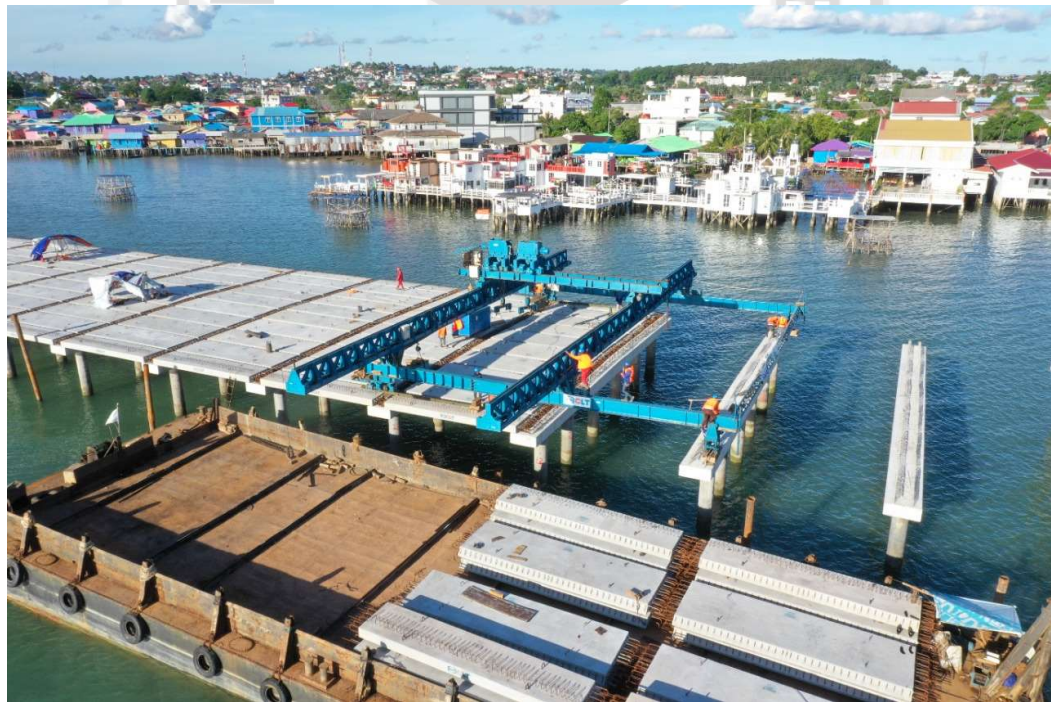
Gambar L-1.1 *Launching Gantry*



Gambar L-1.2 Pekerja dan Tukang pada *Erection on Slab* dengan *Launching Gantry*



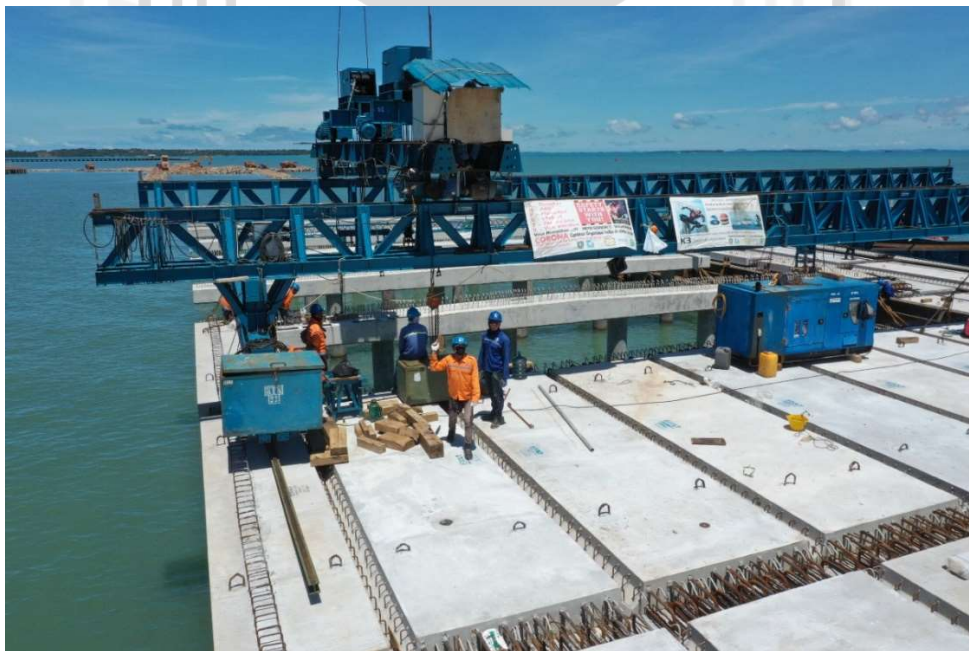
Gambar L-1.3 Tampak Atas pekerjaan *Erection on Slab* di Jembatan



Gambar L-1.4 Ponton yang Mengangkut *Precast Full Slab* ke Jembatan



Gambar L-1.5 Peletakan *Precast Full Slab* pada *Marking* yang telah ditentukan di *capping beam*



Gambar L-1.6 *Precast Full Slab* yang telah terpasang sebagai Pelat Lantai Jembatan



Gambar L-1.7 Pemasangan *Precast Full Slab* dilakukan per satu bentang atau *Metode Span to Span*

液壓式履帶起重機
HYDRAULIC CRAWLER CRANE
FCC55C



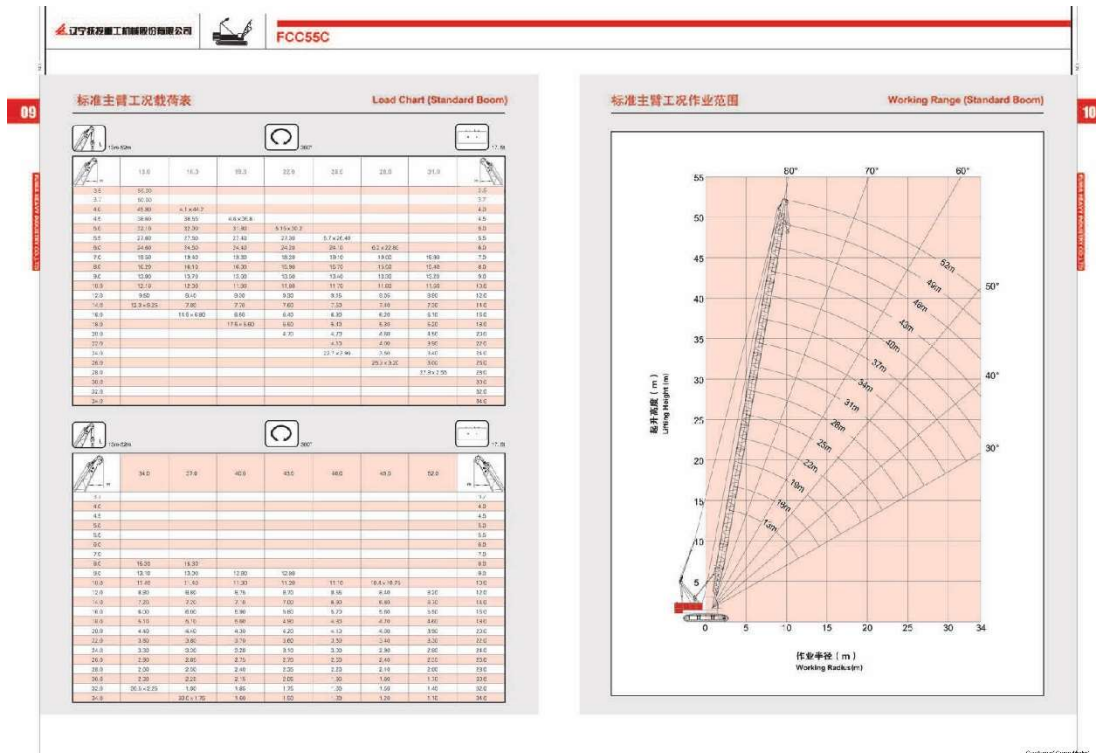
辽宁铁力重工机械有限公司
地址: 辽宁省铁岭市经济开发区
邮编: 113126
网站: www.cikw.com
销售热线: +86-413-7647 8897/842 419
传真: +86-413-7642 419
售后服务热线: +86-413-7641 727
电子邮箱: sales@fhw.com.cn
销售分公司电话: +86-413-7648 113/7642 888
传真: +86-413-7642 785
电子邮箱: export@fhw.com.cn
售后服务电话: +86-413-7642 419

FUWA HEAVY INDUSTRY CO., LTD.
Add: No. 2 Shuangyang Road, Shuangyang District, Liaoning, China
p.c. 113126
Http://www.cikw.com
China Market Sales Dept. Tel: +86-413-7647 8897/842 419
Fax: +86-413-7642 419
After sale Service Dept. Tel: +86-413-7641 727
E-mail: sales@fhw.com.cn
Import & Export Dept. Tel: +86-413-7648 113/7642 888
Fax: +86-413-7642 785
E-mail: export@fhw.com.cn

本行所有数据仅供参考
Data for reference only, not for contract

辽宁铁力重工机械有限公司
FUWA HEAVY INDUSTRY CO., LTD.

Gambar L-1.8 *Crawler Crane* yang dipakai untuk *Erection on Slab* dengan *Crawler Crane*



Gambar L-1.13 Load Chart dan Working Range Crawler Crane

C.	PERALATAN				
1.	Launcher Traveller Gantry	jam	1.1159	3,500,000.00	3,905,622.49
2.	Crane1	jam	1.9076	650,621.43	1,241,145.30
3.	Crane2	jam	1.9076	650,621.43	1,241,145.30
4.	Pontoon + Tugboat	jam	0.3081	1,550,000.00	477,574.50
5.	Alat Bantu	Ls	1.0000	1,000.00	1,000.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					6,866,487.58

Gambar L-1.13 Harga Sewa Alat di Proyek Gurindam 12



FAKULTAS PROGRAM STUDI
TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN
TEKNIK SIPIL

Nomor : 273/Ka. Prodi PSTS/20/TA/VII/2021
Hal : Permohonan Izin Penelitian & Pengambilan Data untuk TA

Kepada Yth:
Bapak Triyoga, S.T.
PT. Gunakarya Nusantara
Jl. Ir. Sutami Komplek Pinang Mas No. 87B,
Kel. Tanjungpinang Timur, Kec. Bukit Bestari, Tanjungpinang
Kepulauan Riau 29124

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dalam rangka mempersiapkan mahasiswa untuk menempuh ujian Tugas Akhir/Skripsi, maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk Menyusun Tugas Akhir/Skripsi. Sehubungan dengan hal tersebut, maka diperlukan data-data, baik dari instansi pemerintah, ataupun dari perusahaan swasta/proyek.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka dengan ini kami mohon bantuannya untuk dapat memberikan izin Penelitian dan Pengambilan Data untuk Keperluan Tugas Akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:

Nama : AYUDAFFARY APGAR KAMILA
No. Mhs : 17511121
Prodi : Teknik Sipil

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, 2 Juli 2021
Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sa' Amini Yuni Astuti, MT

Gedung KH. Moh. Natsir Lt.1 Sayap Timur
Jl. Kallurang Km 14,5 Yogyakarta
Telp. (0274) 898444 ext. 3235
Fax. (0274) 895330

Gambar L-1.14 Surat Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data

Wawancara *Pemasangan Full Slab Menggunakan Launching Gantry*

Pertanyaan: Bagaimana Metode Pemasangan Full Slab Menggunakan Launching Gantry?

Pertama, pekerjaan persiapan. Yaitu mobilisasi alat selama 14 hari, dengan berat launching gantry 20 ton. Selanjutnya, setting alat selama 12 hari, dan loading test selama 2 hari. Untuk Setting tongkang per kedatangan selama ≈ 2 jam. Untuk metode pemasangannya yaitu dengan menggunakan metode span to span, yaitu dengan menyelesaikan pekerjaan pada bentang yang pertama terlebih dahulu, dan selanjutnya menyelesaikan bentang berikutnya hingga selesai.

Pertanyaan: Berapakah Kapasitas Tongkang dan Butuh Berapa Kali Pengiriman untuk Menyelesaikan Satu Jembatan?

Tongkangnya memiliki kapasitas 500 ton yang bisa memuat ≈ 40 buah precast full slab, dengan kebutuhan precast sebanyak 750 buah maka shipmentnya sebanyak 19 kali.

Pertanyaan: Berapa Biaya Sewa Launching Gantry di Proyek Gurindam 12?

Harga sewa launching gantry per jam yaitu Rp3.500.000,00.

Pertanyaan: Berapa Biaya Sewa Ponton dan Tugboat di Proyek Gurindam 12?

Harga sewa ponton dan tugboat per jam yaitu Rp1.550.000,00.

Januari, 2022

Bapak Triyoga, S.T

Lampiran 2
Jadwal Penelitian

No	Bulan ke-		7				8				9				10				11				12										
	Minggu ke-		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							
	Kegiatan	Jam	Bobot																														
1	Persiapan																																
	a. Perumusan masalah	10	7.25%	3.62%	3.62%																												
	b. Studi Pustaka	18	13.04%	6.52%	6.52%																												
2	Pengumpulan Data																																
	a. Pengumpulan Data Sekunder	4	2.90%			2.90%																											
	b. Pengumpulan Data Primer	10	7.25%			2.42%	2.42%	2.42%																									
3	Analisis Data dan Perhitungan	42	30.43%					3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%																			
4	Analisis Pembahasan	16	11.59%													2.90%	2.90%	2.90%	2.90%														
5	Penyusunan Laporan	38	27.54%																	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%			
	Total Jam	138	100%	10%	10%	5.31%	2.42%	2.42%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	3.80%	2.90%	2.90%	2.90%	2.90%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%	3.93%			
	Mingguan			10%	20%	26%	28%	30%	34%	38%	42%	46%	49%	53%	57%	61%	64%	67%	70%	72%	76%	80%	84%	88%	92%	96%	100%						