



Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Matriks Pemilihan Jenis Metode Erection Pada Konstruksi Jalan Tol (Studi Kasus : Pemilihan Metode Erection Girder Menggunakan Metode *Launching Gantry* Atau Metode *Crawler Crane*)

Rizal Ardiana^{a*}, Ratna Widyawat^{b*}, Aleksander Purba^{c*}

^aPT Waskita Karya (Persero) TBK, Jalan MT Haryono No.Kav. 12-13, RT.4/RW.11, Bidara Cina, Jatinegara, Jakarta Timur 13330

^{b,c} Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Unila, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Kata kunci:

Metode Kerja
Area Garis Sempadan Sungai
Area banjir
Pileslab
Jembatan
Lifting Gantry Launcher & Crane
Matriks Pemilihan metode

Pembangunan infrastruktur seperti konstruksi jalan tol merupakan salah satu tujuan dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dimana tujuan dan manfaat dalam penyelenggaraan pembangunan jalan tol merupakan salah satu wujud untuk menciptakan perkembangan pertumbuhan ekonomi dan sosial. Jalan Tol Trans Sumatera adalah jaringan Jalan Tol sepanjang 2.818 Km yang merupakan terpanjang di Indonesia untuk saat ini. Pembangunan Jalan Tol yang menghubungkan kota-kota mulai dari Lampung hingga Aceh. Kehadiran Pembangunan Ruas Jalan Tol Kuala Tanjung – Inderapura sepanjang 18,05 Km yang terletak di Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara, merupakan koneksi menghubungkan Pelabuhan Internasional Kuala Tanjung dan Industrial Estate, sehingga akses pendistribusian logistik dari Kota Medan ke kawasan industri sekitarnya hingga ke pelabuhan menjadi semakin lebih mudah dan cepat. Dalam konstruksi pembangunan Jalan Tol di Kuala Tanjung – Inderapura memiliki tipikal desain yang hampir sama dengan konstruksi Jalan Tol lainnya, seperti perkerasan jalan menggunakan *Rigid Pavement*, Bangunan Struktur Jembatan, Struktur Overpass dan Bangunan Crossing Air (*Box Culvert*). Setelah perijinan konstruksi didapatkan dari BBWS Sumatera Utara, tim pelaksanaan konstruksi melakukan pengecekan bersama oleh 3 (tiga) pihak yaitu Owner, Konsultan Supervisi dan Kontraktor Pelaksana, terdapat Aliran Sungai Sei Sipare-pare beserta Tanggul Buatan dan Tanggul Alami yang melintasi Trase Jalan Tol yang akan dibangun. Pada saat pengecekan bersama ini, terdapat debit air atau muka air banjir yang cukup tinggi dan datang secara tiba-tiba. Dari hasil tinjauan tersebut ada 2 alternatif metode konstruksi yang dapat dikerjakan yaitu pertama menggunakan metode erection *launching gantry* tetapi harus menyelesaikan pekerjaan pile slab dahulu baru dapat dilakukan erection yang cukup memakan waktu sekitar 160 hari dan metode kedua menggunakan erection girder dengan *crawler crane* (3 Crane) erection girder dapat berjalan beriringan dengan pekerjaan pile slab tetapi dengan resiko erection yang cukup tinggi dengan waktu 50 hari sehingga perlu dilakukan review ulang secara waktu dan biaya konstruksi dengan metode matriks pemilihan metode yang cepat dan tetap aman proses konstruksi.

1. Pendahuluan

Jalan Tol merupakan sarana penghubung antar kota ke kota lainnya, dengan tujuan dan manfaat yang sangat berguna bagi pengguna jalan dan kota - kota tersebut. Tujuan dalam penyelenggaraan Jalan Tol adalah :

- Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang;
- Meningkatkan pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang pertumbuhan ekonomi;
- Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan;

- Meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi penggunaan jalan.

Dari tujuan penyelenggaraan Jalan Tol tersebut diharapkan mendapat manfaat dengan adanya Jalan Tol, dengan sebagai berikut :

- Pembangunan Jalan Tol akan berpengaruh pada perkembangan wilayah & peningkatan ekonomi;
- Meningkatkan mobilitas dan aksesibilitas orang dan barang;
- Pengguna Jalan Tol akan mendapatkan keuntungan berupa penghematan Biaya Operasi Kendaraan (BOK) dan waktu dibanding apabila melewati Jalan Non Tol;

4. Badan Usaha mendapatkan pengembalian investasi melalui pendapatan tol yang tergantung pada kepastian tarif tol.

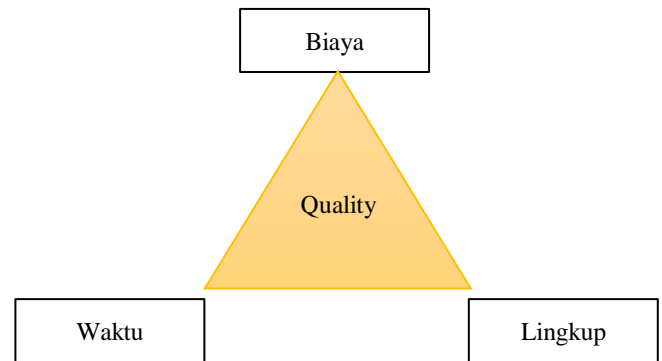
Dalam tujuan dan manfaat yang akan dirasakan langsung oleh pengguna jalan, kota atau wilayah tersebut, maka Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT) di bawah Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), bersama-sama dengan pengusaha dan pemerintah, terus menerus mengembangkan Jalan Tol ke wilayah-wilayah lainnya dengan melakukan tahapan pembangunan bertahap, dari satu wilayah ke wilayah lainnya.

Dengan Kehadiran Pembangunan Jalan Tol di wilayah Provinsi Sumatera Utara, yang ditunjuk oleh Pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) di Bawah Direktorat Jenderal Jalan Bebas Hambatan, sebagai penanggung jawab pengawasan Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) adalah PT. Utama Marga Waskita yang selaku sebagai Owner dalam 6 Ruas Jalan Tol, yaitu : Seksi 1 Ruas Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura (20,40 Km), Seksi 2 Ruas Jalan Tol Kuala Tanjung-Inderapura (18,05 Km), Seksi 3 Ruas Jalan Tol Tebing Tinggi-Serbelawan (30 Km), Seksi 4 Ruas Jalan Tol Serbelawan-Pematang Siantar (28 Km), Seksi 5 Ruas Jalan Tol Pematang Siantar-Saribudolok (22,30 Km) dan Seksi 6 Ruas Jalan Tol Saribudolok-Parapat (16,70 Km).

Dari 6 (enam) Ruas Jalan Tol tersebut total panjang dibawah kepemilikan Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) PT. Utama Marga Waskita adalah 135,45 Km. Dari 6 (enam) ruas yang terbagi Kontraktor yang melaksanakan adalah PT. Utama Karya (Persero) dan PT. Waskita Karya (Persero), Tbk. Dan Konsultan Supervisi adalah PT. Bina Karya – PT. Indra karya – PT. Eskapindo Matra, serta PT. Multi Phi Beta.

Konstruksi Ruas Jalan Tol Kuala Tanjung – Inderapura memiliki panjang trase mainroad 18,05 Km. Jenis konstruksi yang akan dibangun menggunakan tipikal perkerasan *Rigid Pavement*, dengan pekerjaan tanah timbunan dan tanah galian tinggi. Proses pekerjaan dilakukan dengan waktu konstruksi 730 hari kerja. Sebelum dilakukan proses konstruksi, gambar/desain konstruksi yang akan dilaksanakan telah diserahterimakan sebagai dokumen kontrak oleh owner PT. Utama Marga Waskita berupa gambar *Detail Engineering Design (DED)*. Gambar Kerja tersebut diserahterimakan kepada kontraktor pelaksana, setelah itu dilakukan joint survey bersama MC.0 lapangan terkait kecocokkan data yang diterima gambar *Detail Engineering Design (DED)* bersama 3 (tiga) pihak, yaitu : Owner, Kontraktor Pelaksana dan Konsultan Supervisi.

Pekerjaan konstruksi di lapangan yang dilakukan Kontraktor Pelaksana berdasarkan gambar DED yang telah diterima dari pihak owner. Dari DED inilah yang akan menjadi acuan menentukan sebuah metode kerja yang akan dilaksanakan di lapangan untuk mencapai tujuan khusus, misalkan membangun sebuah jembatan terdapat batasan batasan yang harus dipenuhi berapa biaya (anggaran) yang harus disediakan biaya konstruksi (BK) tidak boleh melebihi biaya pendapatan usaha (PU), serta kesesuaian skedul dan mutu atau hasil harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dalam buku spesifikasi umum tersebut. Tiga hal tersebut menjadi parameter penting bagi kontraktor sebagai tujuan proyek.



Gambar 1 : Segitiga Manajemen Proyek

Dalam sebuah proyek permasalahan yang sering terjadi adalah pembengkakan biaya, waktu pelaksanaan terlambat dan mutu pekerjaan tidak terpenuhi sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditentukan yang berujung terjadinya pekerjaan ulang atau yang lebih fatal adalah gagal konstruksi akibat dari kesalahan pemilihan metode, jumlah tenaga kurang, keterbatasan material dan alat. Kinerja proyek dipengaruhi oleh beberapa faktor sumber daya dalam proyek, yang lebih dikenal 5M yaitu biaya (Money), tenaga kerja (Man power), material (Material), metode kerja (Method) dan alat pendukung (Machine). Dalam proyek penggunaan metode kerja alternatif pilihan yang tanpa mengurangi kualitas konstruksi tersebut harus dilakukan oleh seorang engineer yang merupakan bagian dari ilmu praktik keinsinyuran yang sangat berguna untuk efisiensi secara biaya dan waktu.

Di sungai sei Sipare-pare ini akan dibangun jembatan bentang 40,8m dan dihubungkan oleh pile slab diantara tanggul alam dan tanggul buatan. Disini diperlukan Analisa metode konstruksi yang aman dari bahaya banjir yang melintasi sungai Sei Sipare-pare dan efisien waktu.



Gambar 2 : Sungai Sei Sipare-pare, Kab. Batubara

Dari evaluasi dan pembahasan bersama-sama dengan Owner, Konsultan Supervisi, Konsultan Perencana dan Kontraktor Pelaksana perlu dilakukan reviu ulang metode. Dilakukan matriks pemilihan metode kerja untuk mengetahui dari beberapa kriteria aspek biaya, aspek waktu dan aspek safety.

2. Metodologi

Konstruksi Jembatan Sungai Sipare-pare Ruas Jalan Tol Kuala Tanjung - Inderapura Zona 2 dilakukan review metode pelaksanaan erection girder bentang 40,8 m dengan menggunakan alat *launching gantry* dan 3 *crawler crane* dalam proses ini dilakukan dengan pemilihan alternatif pengganti metode menggunakan matriks pemilihan dengan menimbang

dan memilih berdasarkan dari skor penilaian resiko bahaya medan kerja, biaya, mutu dan waktu.

Penggantian metode erection girder 12 balok di lokasi jembatan Sta.12+974 dengan bentang girder 40,8 m yang dihubungkan dengan konstruksi pile slab yang merupakan *crossing* dari Garis Sempadan Sungai Sei Sipare-pare sepanjang 400 m. Beberapa alternatif pemilihan untuk metode konstruksi ini adalah :

Alternatif 1 : Metode *Launching Gantry* (Desain Awal)

Alternatif 2 : Metode *Crawler Crane* (Desain Optimasi)

Dari 2 Alternatif pemilihan alternatif pengganti konstruksi Timbunan, dilakukan dengan metode matriks skor penilaian terhadap 2 Alternatif tersebut. Proses awal dilakukan dengan membuat rencana kerja pekerjaan (*Time Schedule*) lalu menghitung biaya konstruksi (BK) metode dari 2 alternatif tersebut, nilai pendapatan usaha (PU) dari erection girder ini sama, serta menganalisa resiko bahaya area kerja di kawasan banjir saat musim penghujan dan analisa mutu quality control.

Dalam proses pemilihan alternatif metode yang diberikan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, untuk itu dilakukan beberapa aspek penilaian.

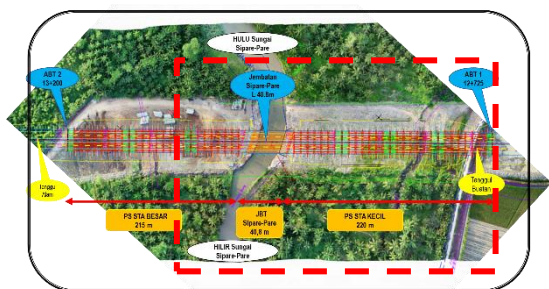
3. Hasil dan Pembahasan

Analisis ini bertujuan meninjau ulang tentang metode pelaksanaan *erection girder* dengan membandingkan antara metode *launching girder* dengan crane melihat dari aspek biaya dan waktu. Analisa data meliputi Analisa durasi pekerjaan, Analisa biaya, dan Analisa keamanan agar didapat hasil yang efisien dan cepat. Adapun kajian desain Timbunan ada 2 alternatif metode erection yang akan direncanakan sebagai metode *erection girder* jembatan sungai Sipare-pare pada Sta.12+974 bentang standart 40,8 m sebanyak 12 balok, sebagai berikut :

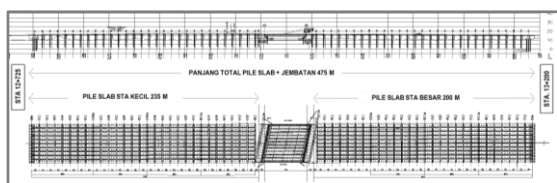
1. Pekerjaan Metode *Launching Gantry* (Alternatif 1)

Metode *Launching Gantry* merupakan metode erection yang menggunakan komponen rangka utama (*main truss*) sebagai media penyalur girder dari *stock yard* sampai duduk diatas struktur abutment atau pier.

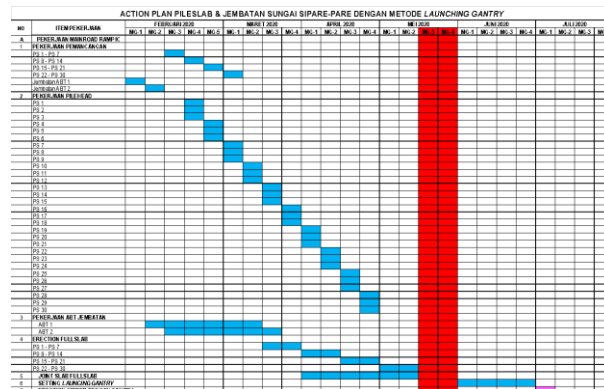
Desain pekerjaan jembatan dan pile slab sesuai dengan *Plan Detail Engineering Design (DED)*, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 4 : plan pekerjaan untuk metode *launching gantry*



Gambar 5 : Long Section Pekerjaan Pile Slab



Tabel 1 : Rincian Schedule Pekerjaan *Launching Gantry* (Alternatif 1)

Dari hasil perencanaan time schedule tersebut didapat waktu dibutuhkan dengan metode ini adalah 160 hari kerja, waktu tersebut adalah jika kondisi lancar dan tanpa kendala.

Proses analisis perhitungan yang dilakukan dengan menghitung semua item-item pekerjaan yang ada pada konstruksi Pekerjaan Erection tersebut. Berikut rincian biaya pekerjaan *erection girder* dengan *launching Gantry* (alternatif 1) :

Tabel 2 : Rincian Biaya Pekerjaan *Launching Gantry* (Alternatif 1)

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Persiapan alat	LS	1	Rp776,160,000	Rp 776,160,000
	- Gantry Kap : 100 ton				
	- Launcher Kap : 150 ton				
	- Trolley Rell				
	- Alat Pendukung				
2	Erection PCI 40,8 m	buah	12	Rp 37,000,000	Rp 444,000,000
Total Biaya erection girder					Rp 1,220,160,000

*Harga Satuan sesuai Kontrak

Dari hasil analisis yang dilakukan metode *Launching Gantry* ini memiliki kelebihan dan kekurangan dalam metode pekerjaan ini. Sebagai berikut :

Tabel 3 : Kelebihan dan kekurangan Pekerjaan Timbunan

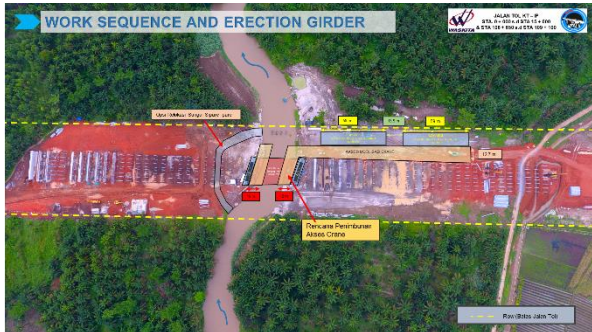
No	Kelebihan	No	Kekurangan
1	Metode pekerjaan relatif mudah	1	Alat sulit diperoleh
2	Tidak terpengaruh cuaca / Banjir	2	Biaya relatif mahal ☹️
3	Tidak membutuhkan material pendukung	3	Tinggi
		4	Waktu dibutuhkan 160 hari kerja (Tanpa kendala)
		5	Memerlukan area kerja (pile slab selesai terlebih dahulu)

2. Pekerjaan Metode *Crawler crane* (Alternatif 2)

Metode *Crawler Crane* merupakan metode erection yang menggunakan Alat crane sebagai media pengangkut girder dari *stock yard* sampai duduk diatas struktur abutment atau pier.

Dengan metode *Crawler Crane* sebagai alternatif erection dibutuhkan persiapan yang akurat dan matang karena metode ini cukup memiliki resiko yang besar karena di lahan yang terbatas dengan ROW dan pada area banjir sungai. Yang menjadi poin penting dalam metode ini adalah landasan track

harus stabil dan kuat. Metode ini tidak bergantung terhadap urutan diselesaikannya pekerjaan pile slab, sehingga pekerjaan erection dapat dilakukan terlebih dahulu atau jalan bersamaan dengan struktur pile slab. Metode ini membutuhkan material lain seperti tanah, granular untuk finishing top, dan jalur pengalihan air sungai tambahan



Gambar 6 : plan pekerjaan untuk metode Erection girder dengan *Crawler crane* dengan estafet

NO	ITEM PEKERJAAN	FEBRUARI 2020				MARET 2020				APRIL 2020				MEI 2020			
		MEI.1	MEI.2	MEI.3	MEI.4	MEI.1	MEI.2	MEI.3	MEI.4	MEI.1	MEI.2	MEI.3	MEI.4	MEI.1	MEI.2	MEI.3	MEI.4
A	PEKERJAAN MAINROAD RAMP																
1	PEKERJAAN PEMANCANGAN																
	PS 1 - PS 7																
	PS 8 - PS 14																
	PS 15 - PS 21																
	PS 22 - PS 28																
	PS 29 - PS 35																
	PEKERJAAN ART 1																
	PEKERJAAN ART 2																
2	PEKERJAAN PERHEAD																
	PS 1																
	PS 2																
	PS 3																
	PS 4																
	PS 5																
	PS 6																
	PS 7																
	PS 8																
	PS 9																
	PS 10																
	PS 11																
	PS 12																
	PS 13																
	PS 14																
	PS 15																
	PS 16																
	PS 17																
	PS 18																
	PS 19																
	PS 20																
	PS 21																
	PS 22																
	PS 23																
	PS 24																
	PS 25																
	PS 26																
	PS 27																
	PS 28																
	PS 29																
	PS 30																
3	PEKERJAAN ART JEMBATAN																
	ART 1																
	ART 2																
4	ERECTION FULL SLAB																
	PS 1 - PS 7																
	PS 8 - PS 14																
	PS 15 - PS 21																
	PS 22 - PS 28																
5	JOINT SLAB FULL SLAB																
6	SETTING CRANE (JUMIT)																
7	ERECTION GIRDER DENGAN CRANE																

Tabel 4 : Rincian Schedule Pekerjaan *Crawler Crane* (Alternatif 2)

Dari hasil perencanaan time schedule tersebut didapat waktu dibutuhkan dengan metode ini adalah 160 hari kerja, waktu tersebut adalah jika kondisi lancar dan tanpa kendala.

Proses analisis perhitungan yang dilakukan dengan menghitung semua item-item pekerjaan yang ada pada konstruksi Pekerjaan Timbunan tersebut. Berikut rincian biaya pekerjaan *erection girder* dengan *Crawler Crane* 3 unit (alternatif 2) :

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan	Total
A	Alat Utama				
1	Persiapan alat (mobilisasi)	LS	1	Rp 120,000,000	Rp 120,000,000
	- Crane : 250 ton				
	- Crane : 180 ton				
	- Crane : 100 ton				
2	Erection PCI 40,8 m	buah	12	Rp 41,000,000	Rp 492,000,000
B	Material Pendukung				
3	Borrow Material	m3	1800	Rp 145,460	Rp 261,827,460
4	Granular	m3	320	Rp 533,030	Rp 170,569,527
5	Kayu Gelam	bh	200	Rp 25,000	Rp 5,000,000
Total Biaya erection girder					Rp 1,049,396,987

Tabel 5 : Rincian Biaya Pekerjaan *Crawler Crane* (Alternatif 2)

Dari hasil analisis yang dilakukan metode *Launching Gantry* ini memiliki kelebihan dan kekurangan dalam metode pekerjaan ini. Sebagai berikut :

Tabel 6 : Kelebihan dan kekurangan Pekerjaan Timbunan

No	Kelebihan	No	Kekurangan
1	Waktu dibutuhkan 50 hari kerja (tanpa menunggu pile slab selesai)	1	Metode pekerjaan relatif sulit
2	Biaya relatif murah ☺	2	Terpengaruh cuaca / Banjir
3	Jembatan segera terhubung dan dapat dijadikan akses material agar lebih dekat (efisien)	3	Membutuhkan material pendukung seperti Tanah timbunan, granular dan proteksi kayu gelam

3. Kesimpulan

Dari hasil analisa yang dilakukan untuk matriks pemilihan metode *erection girder* antara *Launching Gantry* dengan *Crawler Crane* untuk konstruksi Pekerjaan jembatan sungai Sipare-pare sta 12+974. Berikut hasil kesimpulan yang didapat :

- 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). Hasil dari perhitungan ini ialah pada erection balok girder metode *crawler crane* membutuhkan biaya sebesar Rp1,049,396,987 dengan waktu pengerjaan selama 50 hari dari awal pemancangan dan konstruksi struktur, sedangkan untuk metode *Launching Gantry* membutuhkan biaya sebesar Rp1,220,160,000 dengan waktu pengerjaan selama 160 hari dari awal pemancangan dan konstruksi struktur yang artinya metode *crawler crane* jauh lebih unggul dan efektif dari segi biaya dan waktu dibandingkan dengan metode *Launching Gantry*.

Matriks pemilihan penggantian alternatif konstruksi adalah sebagai berikut :

Tabel 7 : Matriks Perbandingan Aspek Biaya

Matrik Rekap dari Segi Biaya dan Waktu				
No	Pilihan metode	Perbandingan Keandalan		Catatan
		Biaya	Waktu	
1	Alternatif 1 (<i>Launching Gantry</i>)	Rp 1,220,160,000	160 hari	Tidak rekomendasi
2	Alternatif 2 (<i>Clawer crane</i>)	Rp 1,049,396,987	50 hari	Rekomendasi

Tabel 8 : Matriks Keandalan Konstruksi

Matrik Keandalan Metode Erection							
No	Pilihan metode	Perbandingan Keandalan				Total	Catatan
		Safety	Mutu	Biaya	Waktu		
1	Alternatif 1 (<i>Launching Gantry</i>)	5	5	3	2	15	Tidak rekomendasi
2	Alternatif 2 (<i>Clawer crane</i>)	4	5	4	5	18	Rekomendasi

Dari matriks pemilihan metode erection yang dipilih adalah dengan *Crawler Crane* (alternatif 2). Pemilihan metode ini berdasarkan dari aspek safety, mutu, biaya dan waktu. Konstruksi ini akan diminta persetujuan ke seluruh pihak kontraktor yang diawasi oleh konsultan pengawas dan disetujui oleh Owner.

Ucapan terima kasih

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat, Ridho dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan artikel ini dengan baik. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian artikel ini. Semoga artikel ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan secara umum.

Daftar pustaka

Kementerian PUPR (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, nomor 28/prt/m/2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*

Direktorat Jenderal JBH (2017). *Spesifikasi Umum*

PT. Utama Marga Waskita (2017). *Kriteria desain jasa pemborongan pekerjaan pembangunan (design and build) akses Pelabuhan kuala tanjung ruas indrapura-kuala tanjung (sta 0+000 s.d sta 15+600) termasuk junction dan simpang susun indrapura serta mainroad ruas tebing tinggi – indrapura (sta 106+650 s.d sta 109+100)*