

Estimasi Biaya dan Waktu Pekerjaan *Underpass* pada Jalan Tol Serpong - Balaraja Menggunakan Metode Erection dengan *Transfer Beam*

Defi Madilla Assyura, Mohamad Khoiri

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: e-mail: mkhoiri@ce.its.ac.id

Abstrak—Proyek Jalan Tol Serpong-Balaraja ini memiliki panjang total 5,150 km yang dibagi menjadi tiga zona. *Underpass* ini memiliki bentang 43 m yang berada pada zona tiga. Pada pelaksanaannya dilapangan, Metode Erection yang digunakan yaitu menggunakan crane. Saat pelaksanaan erection girder menggunakan crane ini, jalan eksisting perlu dibongkar dan lalu lintas dialihkan karena jalan eksisting digunakan sebagai tempat berdirinya crane. Alternatif metode erection dengan transfer beam ini bertujuan memberikan hasil yang optimum dari segi biaya dan waktu dikarenakan tidak perlu membongkar jalan eksisting yang ada, hanya cukup dengan buka tutup jalan saja. Metode Transfer Beam ini mengkombinasikan crawler crane dengan jembatan truss semi launcher yang menggunakan profil baja WF untuk rangka utamanya. Berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan, maka diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *Underpass* dengan metode erection transfer beam yaitu 151 hari kerja dengan biaya yang diperlukan yaitu Rp. 18.335.920.000. Biaya tersebut belum termasuk biaya K3. Dalam Pekerjaan *Underpass* ini membutuhkan biaya K3 sebesar Rp.275.038.800, yang merupakan dari 1,5% nilai kontrak. Sehingga biaya total keseluruhan adalah Rp.18.610.958.800.

Kata Kunci—Erection Girder, Transfer Beam, Biaya, Waktu.

I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan perkembangan zaman, pembangunan sarana transportasi memiliki peran yang sangat penting. Diimbangi dengan populasi manusia yang berkembang pesat, pembangunan jalan tol merupakan solusi yang tepat untuk mengurangi penyebaran penduduk yang tidak merata yang dapat menyebabkan kemacetan.

Biaya, mutu dan waktu merupakan indikator keberhasilan suatu proyek. Oleh karena itu untuk mencapai hal-hal tersebut, di butuhkan perencanaan awal yang cermat. Pada era globalisasi seperti saat ini terdapat banyak pilihan metode pelaksanaan yang efektif dan efisien dalam pengerjaannya sehingga dapat mengoptimalkan biaya dan waktu. Biaya dan waktu dapat dikontrol dengan menentukan metode pelaksanaan yang tepat sesuai perencanaan awal proyek. Masalah yang seringkali timbul yaitu pelaksanaan proyek tidak sesuai dengan jadwal proyek yang telah disusun sehingga menyebabkan pembengkakan biaya. Alat-alat berat yang digunakan serta sumber daya manusia merupakan faktor penting yang sangat berpengaruh pada biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

Proyek Jalan Tol Serpong – Balaraja ini memiliki Panjang 5,150 km yang dibangun dengan tujuan untuk menghubungkan Kota Tangerang Selatan dengan Kabupaten Tangerang. *Underpass* ini merupakan salah satu struktur utama yang ada pada Proyek Jalan Tol Serpong – Balaraja

Tabel 1.
Kebutuhan jam kerja buruh untuk membuat 100 bengkokan dan kaitan

Ukuran Besi Beton	Dengan Tangan		Dengan Tangan	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
½" (12mm)	2 – 4	3 -6	0,8 – 1,5	1,2 – 2,5
5/8" (16 mm)	2,5 – 5	4 – 8	1 – 2	1,6 - 3
¾" (19 mm)	3 – 6	5 – 10	1,2 – 2,5	2 - 4
7/8" (22 mm)	4 - 7	6 - 12	1,5 - 3	2,5 - 5
1" (25 mm)				
1 1/8" (28,5 mm)				
1 ¼" (31,75 mm)				

Tabel 2.
Kebutuhan jam kerja buruh untuk pemasangan 100kg pembesian

Ukuran Besi Beton	Panjang batang tulangan m)		
	Dibawah 3 m	3 – 6 m	6 – 9 m
½" (12mm)	3,5 - 6	5 - 7	6 – 8
5/8" (16 mm)			
¾" (19 mm)	4,5 - 7	6 – 8,5	7 – 9,5
7/8" (22 mm)			
1" (25 mm)			
1 1/8" (28,5 mm)	5,5 - 8	7 – 10	8,5 – 11,5
1 ¼" (31,75 mm)	6,5 - 9	8 - 12	10 - 14

tersebut tepatnya berada di zona 3. *Underpass* ini memiliki bentang 43,5 m dengan struktur utama beton bertulang dan PCI Girder berjumlah 14 buah.

Dalam pelaksanaannya, Erection Girder pada Pembangunan *Underpass* ini menggunakan dua unit crane. Penulis merencanakan Metode Erection menggunakan Truss Transfer Beam dengan tujuan memberikan hasil yang maksimum dan sergi biaya dan waktu. Metode Transfer Beam ini mengkombinasikan crawler crane dengan jembatan truss semi launcher yang menggunakan profil baja WF untuk rangka utamanya. Metode ini dapat dijadikan alternatif pelaksanaan erection girder karena dengan menggunakan metode transfer beam jalan eksisting tidak perlu dibongkar dan lalu lintas tidak perlu dialihkan, hanya cukup dengan buka tutup jalur.

Masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, dari segi keamanan lebih baik menggunakan truss transfer beam, namun perlu dilakukan tinjauan ulang dari segi biaya dan waktu.

Tabel 3.
Jam kerja bekisting tiap luasan 10 m²

Jenis Cetakan Kayu	Jam kerja tiap luasan cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan Membersihkan	Reparasi
1. Pondasi/pangkal jembatan	3 – 7	2 - 4	2 – 4	2 sampai 5 jam untuk segala jenis pekerjaan
2. Dinding				
3. Lantai	5 - 9	3 – 5	2 - 5	
4. Atap	3 – 8	2 - 4	2 - 4	
5. Tiang	3 - 9	2 - 5	2 – 4	
6. Kepala-kepala tiang	4 – 8	2 - 4	2 – 4	
7. Balok-balok	5 – 11	3 – 7	2 - 5	
8. Tangga-tangga				
9. Sudut-sutu tiang dan balok *berukir	6 – 10 6 – 12	3 – 4 4 – 8	2 – 5 3 – 5	
10. Ambang jendela dan lintel *	5 – 11	3 – 9	3 – 5	
	5 - 10	3 - 6	3 – 5	

Tabel 4.
Volume Pekerjaan

Item Pekerjaan	Volume
Pekerjaan Persiapan	
Mobilisasi	
Pembersihan Lahan & Akses Kerja	2800 m3
Pemasangan Rambu & Pemagaran	100 m
Pekerjaan Tanah	
Pekerjaan Galian	2637,564 m3
Pekerjaan Timbunan	1008,77 m3
Pekerjaan Struktur Bawah	
Pekerjaan Pondasi Borepile	44 titik
Pembesian Pile Cap	73570 kg
Bekisting Pile Cap	249,328 m2
Pengecoran Pile Cap	722.86 m3
Pembesian Abutment	154034 kg
Bekisting Abutment	1497.53 m2
Pengecoran Abutment	1146.69 m3
Pembesian Wingwall	7896 kg
Bekisting Wingwall	379.499 m2
Pengecoran Wingwall	88.498 m3
Pekerjaan Struktur Atas	
Pekerjaan Mortar Pad	28 titik
Pekerjaan Girder	14 buah
Pembesian Diafragma	14482 kg
Bekisting Diafragma	877.812 m2
Pengecoran Diafragma	141.96 m3
Pembesian Slab & Barrier	136829 kg
Bekisting Slab & Barrier	522.223 m2
Pengecoran Slab & Barrier	499.842 m3
Pembesian Plat Injak	46500 kg
Bekisting Plat Injak	56.85 m2
Pengecoran Plat Injak	108.74 m3
Pekerjaan Perkerasan	
Pekerjaan Pengaspalan	55.107 m3
Pekerjaan Expansion Joint	83.84 m'
Pekerjaan Drainase	
Pemasangan Pipa PVC 150 mm	92 m'
Pemasangan Deck Drain	10 buah
Pemasangan Pipa PVC 6"	88.2 m

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Manajemen Proyek

Manajemen merupakan serangkaian tahapan dimulai dari perencanaan, pengorganisasian, dan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien untuk mencapai tujuan perusahaan. Sedangkan proyek merupakan upaya atau kegiatan yang dilakukan bersama untuk mencapai tujuan yang di harapkan pada rentang waktu tertentu menggunakan anggaran dan sumber daya yang ada. Manajemen proyek

adalah penerapan ilmu pengetahuan, keterampilan, keahlian, dan penerapan metode pelaksanaan yang terbaik dengan sumber daya yang optimal untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan baik dari segi, biaya, mutu, waktu dan keselamatan kerja [1]. Perencanaan awal yang baik terhadap kebutuhan sumber daya akan mempermudah dalam mencapai keberhasilan proyek. Kebutuhan sumber daya pada setiap proyek berbeda-beda. Kebutuhan sumber daya ini harus dihitung dengan cermat agar efektif dan efisien dalam penggunaannya [2].

B. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan dihitung berdasarkan gambar kerja yang didapatkan dari proyek, berikut ini cara menghitung volume dari pekerjaan pembesian, bekisting dan pengecoran :

1) Volume Bekisting

Volume bekisting dihitung berdasarkan gambar kerja yang ada dengan menghitung dua penampang struktur yang akan dipasang bekisting. Kebutuhan bekisting dalam satuan m² dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Volume\ bekisting = panjang\ (p) \times lebar\ (l) \tag{1}$$

2) Volume Pembesian

Volume pembesian dapat dihitung dengan melihat *bar bending schedule* tiap struktur, didalam *bar bending schedule* terdapat jenis tulangan beserya panjangnya, dihitung satu persatu kemudian dijumlahkan Volume besi ini biasanya dalam satuan kg. Berikut ini rumus menghitung panjang keseluruhan besi :

$$A = K + L + M + N + O \tag{2}$$

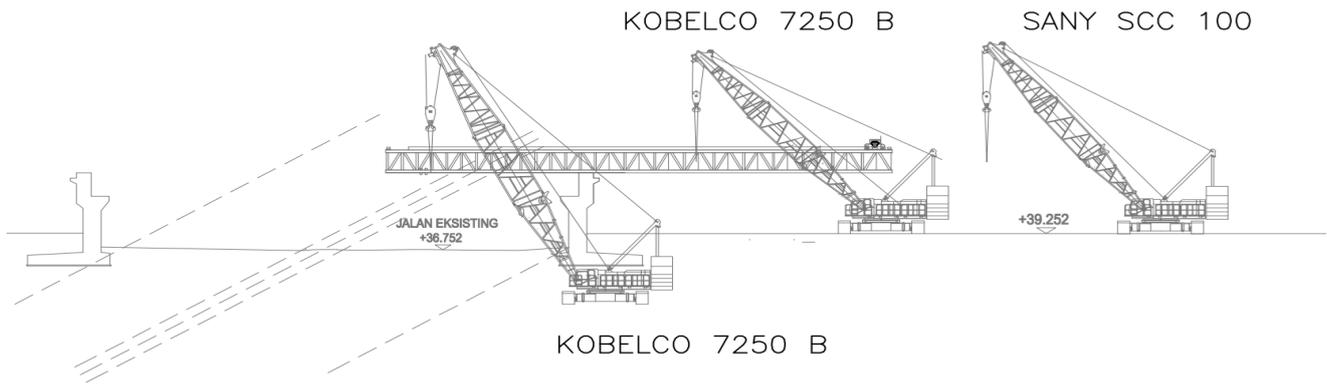
Dimana :

- A = Total Panjang Tulangan (m)
- K = Panjang tulangan terpendek (m)
- L = Panjang tulangan terpanjang (m)
- M = Panjang kaitan (m)
- N = Panjang kaitan tambahan (m)
- O = Panjang bengkokan (m)

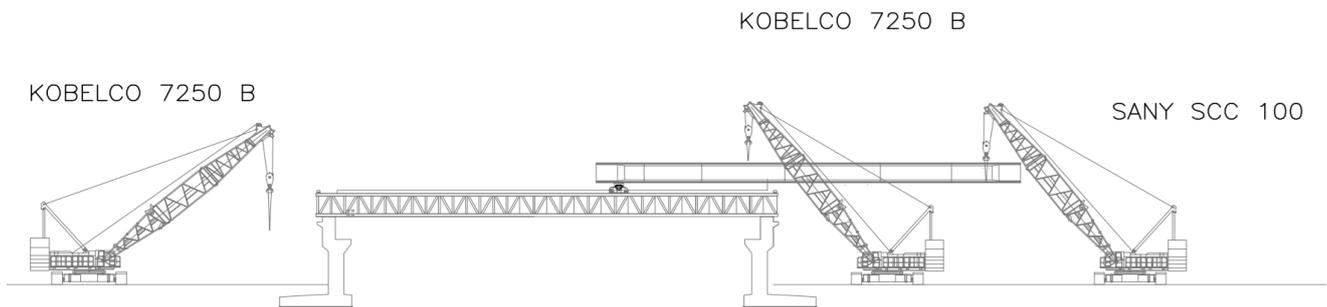
3) Volume Pengecoran

Volume bersih pengecoran didapatkan dari menghitung volume beton tiap strktur dikurangi dengan volume pembesian. Volume beton dan pembesian terdapat pada gambar kerja proyek. Volume beton ini dalam satuan m³

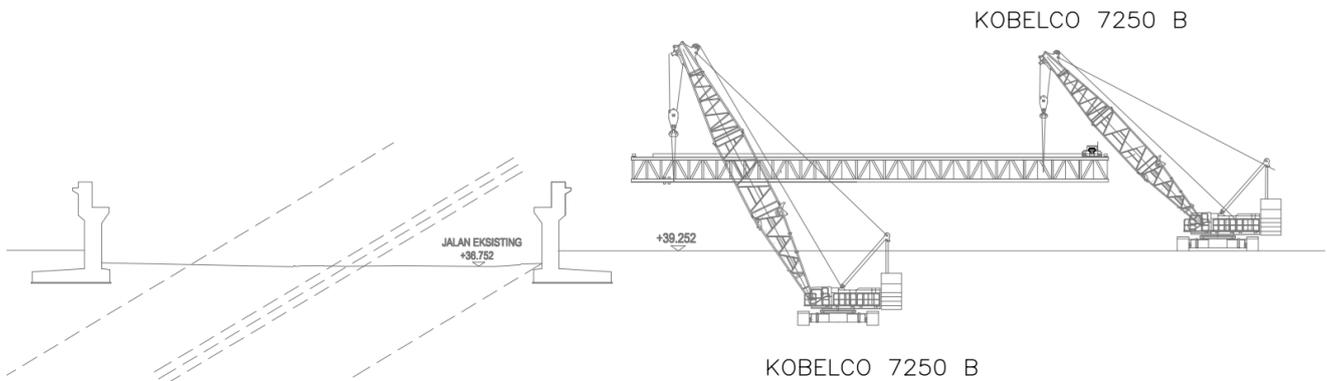
$$Volume\ Pengecoran = panjang \times lebar \times tinggi \tag{3}$$



Gambar 1. Pengangkatan Main Truss.



Gambar 2. Proses Erection Girder.



Gambar 3. Penurunan Main Truss.

C. Durasi Pekerjaan

Durasi pekerjaan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Durasi pekerjaan bisa dalam satuan hari maupun minggu.

1) Pekerjaan pembesian

Dalam pekerjaan pembesian terdapat dua tahap yaitu tahap fabrikasi dan instalasi. Tahap fabrikasi terdiri dari pemotongan, pengkaitan dan pembengkokan. Durasi pekerjaan dapat dihitung dengan mencari produktivitas per-grup yang terdiri dari beberapa orang. Sebelum itu, tentukan dulu jumlah grup yang akan digunakan. Pada penelitian ini, durasi pekerjaan pembesian mengacu pada tabel 1 yaitu keperluan jam kerja butuh yang diperlukan untuk membuat 100 bengkokan dan kaitan.

2) Pekerjaan Bekisting

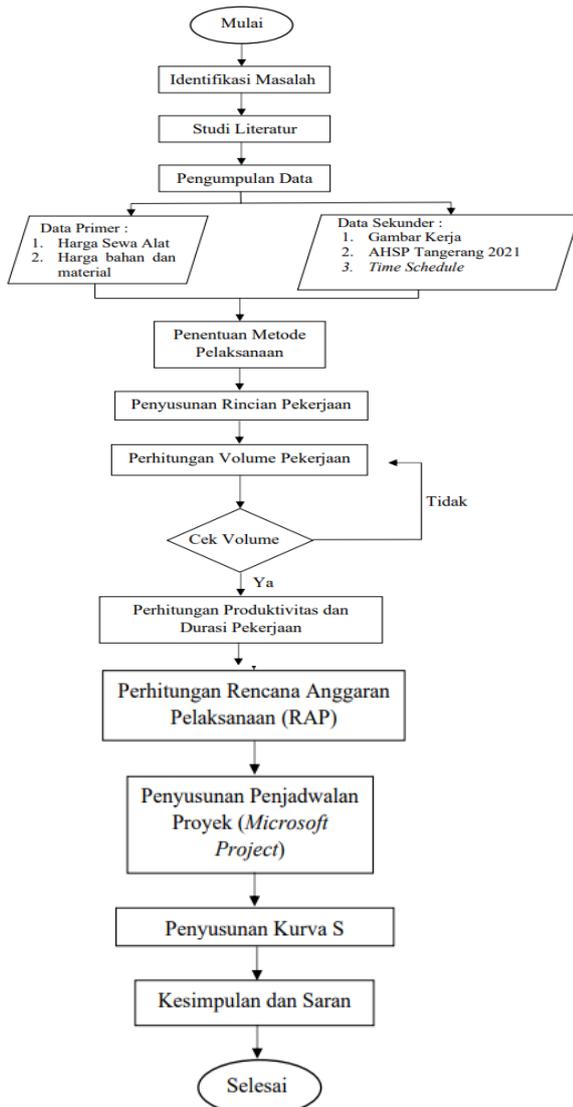
Volume pekerjaan bekisting didapatkan dari menghitung luasan bekisting. Durasi pekerjaan bekisting dapat dilihat pada tabel 3.

3) Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan Pengecoran merupakan tahap akhir yang dilakukan setelah pekerjaan pembesian dan bekisting selesai. Durasi pengecoran didapatkan dari perhitungan produktivitas.

D. Rencana Anggaran Pelaksanaan

Berdasarkan buku Ir. A. Soedrajat berjudul Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Ada 3 aspek dalam menghitung rencana anggaran pelaksanaan, yaitu [3] :



Gambar 4. Diagram Alir Urutan Pelaksanaan.

1) *Biaya Material*

Biaya Material didapatkan dari menghitung banyaknya volume material yang dibutuhkan dikalikan dengan harga satuan.

$$Biaya\ Material = Volume\ Material \times Harga\ Satuan \quad (4)$$

2) *Upah Pekerja*

Upah pekerja dihitung berdasarkan jumlah pekerja yang dibutuhkan dikalikan dengan durasi dan dikalikan dengan upah pekerja.

$$Upah\ Pekerja = Jumlah\ pekerja\ durasi \times Harga\ Satuan \quad (5)$$

3) *Sewa Alat*

Lama pemakaian, masa pakai alat dan volume pekerjaan yang harus diselesaikan menggunakan alat tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi biaya sewa alat.

$$Biaya\ Material = Jumlah\ alat \times durasi \times Harga\ Sewa \quad (6)$$

E. *Penjadwalan*

Penjadwalan berfungsi untuk mengendalikan biaya konstruksi, menghindari keterlambatan proyek dan perselisihan. Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material dan alat [4].

Tabel 5. Durasi Pekerjaan

Item Pekerjaan	Durasi (hari)
Pekerjaan Persiapan	
Mobilisasi	1
Pembersihan Lahan & Akses Kerja	3
Pemasangan Rambu & Pemagaran	2
Pekerjaan Tanah	
Pekerjaan Galian	3
Pekerjaan Timbunan	1
Pekerjaan Struktur Bawah	
Pekerjaan Pondasi Borepile	17
Pekerjaan Lantai Kerja	11
Pembobokan Kepala Borepile	5
Pekerjaan Pile Cap	25
Pekerjaan Abutment	35
Pekerjaan Wingwall	35
Pekerjaan Struktur Atas	
Pekerjaan Mortar Pad	18
Pekerjaan Girder	10
Pekerjaan Diafragma	16
Pekerjaan Slab & Barrier	16
Pekerjaan Plat Injak	13
Pekerjaan Pengaspalan	5
Pekerjaan Expansion Joint	5
Pemasangan Pipa PVC 150 mm	3
Pemasangan Deck Drain	3
Pemasangan Pipa PVC 6"	1

Tabel 6. Cycle Time Erection Girder dengan Truss Transfer Beam

Item Pekerjaan	Durasi (menit)
HANDLING TRUSS	
Setting Truss	60
Handling Truss menuju Abutment	40
Setting Girder Carrier	10
HANDLING PCI GIRDER	
Handling dari Stockyard ke truss	20
Pergeseran Girder diatas truss	20
Handling PCI girder menuju posisi pedestal	30
PENURUNAN TRUSS	
Penurunan Truss ke Stockyard	30

1) *Network Planning*

Network Planning merupakan suatu prinsip yang menghubungkan antara pekerjaan-pekerjaan apa saja yang harus di dahulukan dan pekerjaan apa yang dapat dilakukan setelah pekerjaan lainnya selesai yang dapat digambarkan dalam Network Diagram [4]. Precedence Diagramming Method (PDM) merupakan salah satu metode dari Network Planning. Ada empat hubungan logis antar tiap aktivitas pada metode PDM ini, yaitu :

- FS (*Finish to Start*) : Suatu kegiatan dapat dimulai apabila kegiatan pendahulunya telah selesai.
- SS (*Start to Start*) : Suatu kegiatan dapat dimulai bergantung pada kegiatan pendahulunya.
- FF (*Finish to Finish*) : Suatu kegiatan selesai bergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya.
- SF (*Start to Finish*) : Selesainya suatu kegiatan bergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya.

2) *Kurva S*

Kurva S merupakan salah satu alat pengendalian waktu yang merupakan hasil plot dari bar chart, yang berfungsi untuk melihat kegiatan yang masuk dalam jangka waktu penyelesaian proyek [5]. Sumbu vertikal pada kurva S menunjukkan nilai kumulatif biaya dan sumbu horizontal sebagai waktu pelaksanaan pekerjaan [6]. Langkah-langkah

Tabel 7.
Harga Tiap Item Pekerjaan

Item Pekerjaan	Harga (Rp.)
Pekerjaan Persiapan	Rp. 610,679,302.32
Pekerjaan Tanah	Rp. 649,388,076.34
Pekerjaan Struktur Bawah	
<i>Pondasi Borepile</i>	Rp. 5,240,895,524.67
<i>Lantai Kerja</i>	Rp. 68,247,741.79
<i>Pile Cap</i>	Rp. 1,547,561,386.54
<i>Abutment</i>	Rp. 3,453,034,545.76
<i>Wingwall</i>	Rp. 571,906,975.47
Pekerjaan Struktur Atas	
<i>Pekerjaan Mortar Pad</i>	Rp. 7,183,189.80
<i>Pekerjaan Girder</i>	Rp. 1,412,701,163.50
<i>Pekerjaan Diafragma</i>	Rp. 778,749,231.24
<i>Pekerjaan Slab & Barrier</i>	Rp. 2,822,022,299.15
<i>Pekerjaan Plat Injak</i>	Rp. 693,031,476.01
Pekerjaan Perkerasan	Rp. 437,434,302.70
Pekerjaan Drainase	Rp. 43,084,265.63
Biaya SMK3L	Rp. 275,038,800

membuat kurva S rencana yaitu [7] :

- Membagi harga tiap item pekerjaan dengan harga total seluruh pekerjaan untuk mendapatkan % bobot biaya tiap item pekerjaan
- Membagi % bobot biaya pekerjaan dengan durasi pekerjaan
- Menjumlahkan % bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu
- Membuat kumulatif % bobot biaya pada lajur % kumulatif biaya
- Membuat kurva S berdasarkan % kumulatif bobot biaya

F. Metode Erection Girder dengan Transfer Beam

Metode Erection menggunakan *Truss Transfer Beam* ini membutuhkan tiga unit crane dan satu set *Main Truss*. Dua unit crane diletakkan disisi sebelah kanan abutment, dan satu buah crane diletakkan disisi kiri abutment. Dua buah crane disisi sebelah kanan berfungsi untuk mengangkat girder dari stockyard untuk diletakkan diatas main truss, sedangkan crane disebelah kiri abutment berfungsi untuk mengangkat girder dari main truss untuk diletakkan pada tumpuannya. Satu set main truss diletakkan diatas kepala abutment berfungsi sebagai akses jalannya girder sebelum diletakkan pada tumpuannya. Berikut ini tahapan pelaksanaan erection girder diawali dari pengangkatan main truss, erection girder sampai dengan penurunan main truss :

- Setting Main Truss* melibatkan dua unit Crane 250 ton didaerah stockyard
- Setting Main Truss* melibatkan dua unit Crane 250 ton didaerah stockyard
- Main Truss* di angkat oleh dua unit crane yang sudah disiapkan dilokasi feeding
- Main Truss* diletakkan pada ujung-ujung kepala abutment
- Setelah *main truss* terpasang sempurna, dilanjutkan dengan erection girder. PCI girder dinaikkan keatas main truss dengan dua unit crane 250 ton
- PCI girder diletakkan diatas Bogey (Roda) yang terdapat diatas *main truss*
- PCI girder berjalan diatas bogey didorong oleh crane
- Girder berjalan diatas bogey
- Setelah sampai diujung, PCI girder diangkat oleh dua unit crane untuk diletakkan pada tumpuannya
- Setelah pekerjaan erection girder selesai, *main truss*

diangkat menggunakan dua unit crane

- Setelah sampai ditempat *stockyard*, *main truss* diturunkan dan diletakkan dibawah

III. METODOLOGI

A. Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yang digunakan dalam menunjang penelitian ini yaitu:

- Data Primer : Data yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber
- Data Sekunder : Data yang telah ada sebelumnya, seperti gambar kerja, metode pelaksanaan dan lain-lain.

B. Objek Lokasi Penelitian

Peninjauan secara khusus terletak pada salah satu *Underpass* di Jalan Tol Serpong-Balaraja, yang berada di Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten

C. Diagram Alir

Dalam mengerjakan penelitian ini diperlukan sebuah metodologi yang terdiri atas beberapa tahap pelaksanaan. Diagram alir metodologi ditunjukkan oleh Gambar 4.

Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi masalah dilanjutkan dengan melakukan studi literatur kemudian mengumpulkan data berupa data primer dan data sekunder, kemudian menentukan metode pelaksanaannya. Selanjutnya yaitu menghitung volume tiap item pekerjaan, lalu melakukan kontrol terhadap volume pekerjaan, apabila didapat sesuai dengan BoQ maka dilanjutkan dengan perhitungan produktivitas dan durasi pekerjaan. Setelah didapat durasi pekerjaan dilanjutkan dengan membuat Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), kemudian dilanjutkan dengan menyusun penjadwalan menggunakan *Microsoft Project*. Setelah didapat network planning dilanjutkan dengan pembuatan kurva S. Setelah semua langkah diselesaikan maka didapatkan hasil yang kemudian dapat disimpulkan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Volume Pekerjaan

Tabel 4 merupakan volume dari tiap item pekerjaan :

Volume tiap item pekerjaan ini dihitung berdasarkan gambar kerja yang didapatkan dari proyek. Volume pembesian dihitung berdasarkan *Bar Bending Schedule* yang terdapat pada gambar kerja, volume pembesian dihitung berdasarkan luasan struktur yang terdapat pada gambar kerja, sedangkan untuk perhitungan volume pengecoran yaitu dihitung dari volume struktur dikurangi dengan volume pembesian.

B. Durasi Pekerjaan

Durasi pekerjaan didapatkan dari perhitungan produktivitas tiap pekerjaan, Tabel 5 merupakan rekapitulasi durasi tiap item pekerjaan. Perhitungan durasi ini sudah termasuk pekerjaan pembesian, bekisting dan pengecoran. Durasi ini didapatkan dari penjadwalan menggunakan *Microsoft Project* sehingga didapatkan total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan *Underpass* menggunakan metode *erection transfer beam* yaitu 151 hari.

Tabel 6 merupakan penjabaran dari Durasi Pekerjaan *Erection Girder* menggunakan *truss transfer beam*. Sehingga Durasi Pekerjaan *Erection Girder* yaitu sebagai berikut :

1 hari = 7 jam kerja

Durasi = 3 hari untuk 14 girder = $7 \times 60 = 420$ menit

Hari – 1 = Setting Main Truss + Erection 4 buah Girder

Hari – 2 = Erection 6 buah girder

Hari – 3 = Erection 4 buah girder + Penurunan Main Truss

C. Biaya Pelaksanaan

Berdasarkan perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan didapatkan harga untuk tiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 7.

Biaya tiap pekerjaan ini sudah termasuk pekerjaan pembesian, bekisting dan pengecoran. Didapatkan total biaya pekerjaan yaitu sebesar Rp. 18.335.920.000. Biaya SMK3L dihitung berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 10 tahun 2021 yaitu sebesar 1,0 – 2,5% dari nilai kontrak. Pada penelitian ini diambil biaya K3 sebesar 1,5% dari nilai proyek sehingga didapat biaya K3 sebesar Rp. 275.038.800, Maka total biaya keseluruhan pekerjaan *Underpass* ini sebesar Rp. 18.610.958.800.

V. KESIMPULAN

Metode *Erection* dengan *transfer beam* yaitu metode *erection* menggunakan bantuan 3 buah crane dan 1 set main truss. Main truss diletakkan diatas kepala abutment, sedangkan crane diletakkan di sebelah kanan dan kiri

abutment. Main Truss berfungsi sebagai akses untuk pelaksanaan *erection*. Sedangkan 3 buah crane berfungsi untuk handling girder keatas main truss dan mengangkat girder dari main truss ke tumpuannya.

Dari perhitungan analisa durasi dan biaya diperoleh durasi untuk pelaksanaan pembangunan *Underpass* menggunakan Metode *Erection Girder* dengan *Transfer Beam* adalah 151 hari kerja dengan biaya sebesar Rp. 18.335.920.000. Biaya ini belum termasuk biaya K3. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 10 Tahun 2021, Biaya K3 diambil 1,0 – 2,5% dari nilai kontrak. Pada Pekerjaan *Underpass* ini biaya K3 yang diambil yaitu 1,5% dari nilai proyek sehingga didapatkan biaya K3 sebesar Rp. 275.038.800. Sehingga total biaya keseluruhan adalah Rp. 18.610.958.800.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Husen, *Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009.
- [2] A. Siswanto and M. A. B Salim, *Manajemen Proyek*, 1st ed. Semarang: CV. Pilar Nusantara, 2019.
- [3] S. Soedrajat, *Anggaran Biaya Pelaksanaan (Analisa Modern)*. Bandung: Nova, 1994.
- [4] I. Widiasanti, *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2013.
- [5] M. Callahan, D. G. Quackenbush, and J. E. Rowings, *Construction Project Schedullin*. New York: McGraw-Hill, Incorporated, 1992.
- [6] I. Soeharto, *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*, vol. 3. Jakarta: Erlangga, 1997.
- [7] H. Ibrahim, *Rencana dan Esitmate Real Of Cost*. Jakarta: Bumi Aksara, 2003.