

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Sebuah proyek konstruksi memerlukan proses penyelesaian proyek yang cukup panjang. Proses panjang tersebut sering menimbulkan masalah pada proyek terutama dalam hal pengendalian dan pengawasan. Kinerja proyek tidak akan berjalan dengan baik jika hal tersebut tidak di jalankan, dan akan mengakibatkan keterlambatan dalam penyelesaian suatu proyek. Selain itu saat ini pembangunan konstruksi berkembang semakin cepat dan diiringi oleh keberagaman metode pelaksanaan konstruksi yang berpengaruh pada waktu dan biaya penyelesaian proyek. Salah satu contohnya yaitu *Proyek Pembangunan Jembatan* ini, yang bergantung terhadap keterbatasan waktu dan biaya proyek. Maka dari itu, dibutuhkan pengendalian agar proyek tersebut dapat berjalan sesuai dengan waktu dan biaya yang sesuai dengan perencanaan.

Dari penjelasan di atas perlu dilakukan pengendalian waktu dan biaya proyek secara terpadu. Salah satu metode pengendalian waktu dan biaya proyek secara terpadu yaitu dengan Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) serta dilakukan *crashing program* pada minggu yang mengalami keterlambatan jadwal.

Rumusan Masalah

Penelitian ini diharapkan dapat memiliki suatu kejelasan dalam pengerjaannya, sehingga dibuat rumusan masalah antara lain:

1. Bagaimana kinerja waktu dan biaya pada Proyek Pembangunan Jembatan?
2. Berapa besar waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Jembatan?

3. Berapa besar perbedaan antara biaya pelaksanaan dan anggaran, serta perbedaan antara waktu pelaksanaan dan jadwal?
4. Berapa lama perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek seperti pada saat ditinjau?
5. Berapa besar perbedaan biaya crashing antara penambahan jam lembur dengan penambahan tenaga kerja?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui hasil akhir yang akan dicapai sebuah proyek. Apakah proyek tersebut mengalami keuntungan, kerugian atau sesuai dengan anggaran dan juga apakah mengalami keterlambatan, percepatan atau tepat waktu sesuai jadwal rencana, dengan mengevaluasi pelaksanaan proyek pada saat pelaporan berdasarkan anggaran biaya dan jadwal yang telah direncanakan, Dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kinerja waktu dan biaya dari Proyek Pembangunan Jembatan, meliputi indikator-indikator PV, EV, dan, AC.
2. Menganalisis varian jadwal dan biaya : SV dan CV.
3. Menganalisis indeks performansi yang berupa : CPI dan SPI.
4. Memperkirakan biaya dan jadwal penyelesaian proyek berdasarkan indikator yang didapat pada saat ditinjau.
5. Menganalisis perkiraan biaya percepatan yang optimal akibat penambahan jam kerja (lembur) dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M2013.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Perencana mendapatkan hasil seperti yang diharapkan. Baik secara fisik maupun kualitasnya.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi kontraktor untuk mengambil tindakan dini agar terhindar dari kegagalan proyek baik dari segi waktu dan biaya.

- Sebagai literatur yang dapat digunakan dalam dunia pendidikan khususnya teknik sipil agar dapat menambah pengetahuan tentang ilmu pengendalian proyek.

TINJAUAN PUSTAKA

Maulana (2011), menyatakan bahwa Konsep *Earned Value Analysis* merupakan konsep yang memadukan unsur jadwal, biaya, dan prestasi pekerjaan (*progress* fisik kondisi sekarang di lapangan), sehingga dapat diketahui perkiraan biaya dan waktu untuk menyelesaikan suatu proyek. Metode ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi sedini mungkin apabila terjadi adanya pembengkakan biaya maupun keterlambatan yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan proyek, sehingga pihak-pihak yang terkait dalam proyek ini dapat mengatasi kendala-kendala yang bisa mempengaruhi jalannya aktivitas proyek.

1. LANDASAN TEORI

Metode Nilai Hasil (*Earned Value*)

Konsep *Earned Value* (nilai hasil) adalah konsep menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan / dilaksanakan. Metode nilai hasil atau *Earned Value* dapat digunakan sebagai tolok ukur kinerja proyek secara terpadu antara biaya dan waktu.

Analisa pertama yang harus dilakukan dalam konsep *Earned Value* ini adalah analisa biaya dan waktu. Analisa biaya dan waktu tersebut didapat dari :

- Analisis Biaya Dan Jadwal
- Analisis Varians
- Analisis Indeks Performansi

Analisis Indikator-Indikator *Earned Value*

1. *Planned Value* (PV)

Merupakan anggaran biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang telah disusun terhadap waktu tertentu. Disebut juga dengan BCWS (*Budget Cost of Work Scheduled*). PV dapat dihitung dari akumulasi anggaran biaya yang direncanakan untuk pekerjaan dalam periode waktu tertentu.

$$PV = \% (\text{bobot rencana}) \times \text{Nilai kontrak}$$

2. *Earned Value* (EV)

Merupakan nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan selama periode waktu tertentu. Disebut juga BCWP (*Budget Cost of Work Performed*), EV ini dapat dihitung berdasarkan akumulasi dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan.

$$EV = \% (\text{bobot realisasi}) \times \text{Nilai kontrak}$$

3. *Actual Cost* (AC)

Merupakan representasi dari keseluruhan pengeluaran yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam periode tertentu. Atau disebut juga dengan ACWP (*Actual Cost of Work Performed*), AC tersebut dapat berupa kumulatif hingga periode perhitungan kinerja atau jumlah biaya pengeluaran dalam waktu tertentu.

$$AC = \% (\text{laporan keuangan mingguan kontraktor})$$

Analisis Varians

1. *Schedule Variance* (SV)

Adalah hasil pengurangan dari *Earned value* (EV) dengan *Planned Value* (PV). Hasil dari *Schedule Variance* ini menunjukkan tentang pelaksanaan pekerjaan proyek. Harga SV sama dengan nol ($SV = 0$) ketika proyek sudah selesai karena semua *Planned Value* telah dihasilkan

$$SV = EV - PV$$

Untuk mengkonversi nilai SV ke satuan waktu (SV^*) digunakan rumus sebagai berikut :

$$SV^* = \frac{SV \times ATE}{PV} \times 7$$

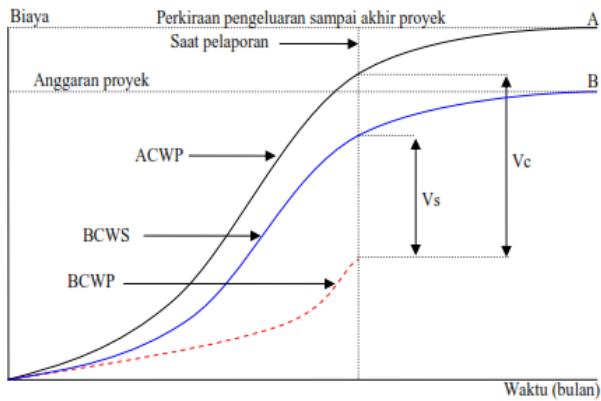
2. *Cost Variance* (CV)

Adalah hasil pengurangan antara *Earned Value* (EV) dengan *Actual Cost* (AC). Nilai *Cost Variance* pada akhir proyek akan berbeda antara BAC (*Budgeted At Cost*) dan AC

(Actual Cost) yang dikeluarkan atau dipergunakan.

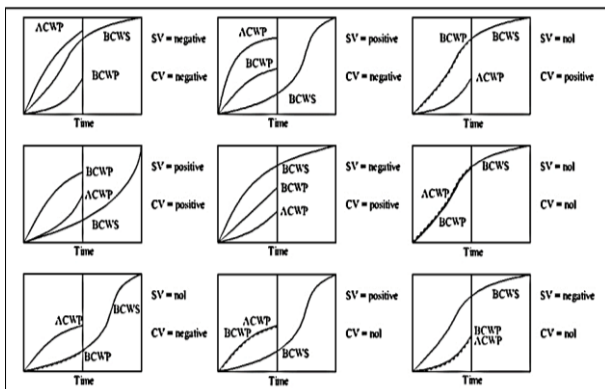
$$CV = EV - AC$$

Pada Gambar 3.2 didapatkan hubungan antara *Planned Value (PV atau BCWS)*, *Actual Cost (AC atau ACWP)*, dan *Earned Value (EV atau BCWP)* yang menunjukkan varians biaya (*Cost Variance*) dan varians jadwal (*Schedule Variance*).



Gambar 3.2. Ilustrasi Grafik Analisis Hubungan PV, EV, dan AC (Sumber : Soeharto, 1995)

Grafik berikut ini merupakan contoh grafik kombinasi dari varians jadwal dan varians biaya :



Gambar 3.3. Ilustrasi Grafik Analisis Varians

No	VariansJadwal (SV)	VariansBiaya (CV)	Keterangan
1	Positif	Positif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat dari pada jadwal dengan biaya lebih kecil dari pada anggaran
2	Nol	Positif	Pekerjaan terlaksana tepat sesuai jadwal dengan biaya lebih rendah dari pada anggaran
3	Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat dari pada jadwal
4	Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran
5	Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan biaya lebih tinggi dari anggaran
6	Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan menelan biaya diatas anggaran
7	Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dengan biaya sesuai anggaran
8	Positif	Negatif	Pekerjaan selesai lebih cepat dari pada rencana dengan biaya lebih tinggi dari anggaran
9	Negatif	Positif	Pekerjaan selesai terlambat dari pada rencana dengan biaya lebih rendah dari pada anggaran

Tabel 3.3. Analisis Varians Terpadu

Analisis Indeks Performansi

1. Indeks Kinerja Jadwal atau *Schedule Performance Index (SPI)*

$$SPI = EV / PV$$

dengan,

- SPI=1 : proyek sesuai rencana/tepat waktu
- SPI>1 :proyek lebih cepat dari jadwal rencana
- SPI<1 :proyek terlambat dari jadwal rencana

2. Indeks Kinerja Biaya atau *Cost Performance Index (CPI)*

$$CPI = EV / AC$$

dengan,

- CPI = 1 : biaya sesuai rencana
- CPI > 1 : biaya lebih kecil dari rencana
- CPI < 1 : biaya lebih besar dari rencana

Tabel 3.2. Analisis Indeks Performansi

Indeks	Nilai	Keterangan
CPI	>1	AC yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat (EV)
	<1	AC yang dikeluarkan lebih besar dari nilai pekerjaan yang didapat (EV)
	=1	AC yang dikeluarkan sama dengan dari nilai pekerjaan yang didapat (EV)
SPI	>1	Kinerja proyek lebih cepat dari jadwal rencana
	<1	Kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana
	=1	Kinerja proyek sama dengan dari jadwal rencana

Sumber : Soeharto, 1995

Prakiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek

Dalam perkiraan waktu dan biaya penyelesaian proyek digunakan tiga perhitungan yaitu perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa (ETC), perkiraan total biaya akhir proyek (EAC), dan perkiraan waktu penyelesaian proyek (TE).

1. *Estimated to Complete* (ETC)

ETC merupakan prakiraan biaya untuk pekerjaan tersisa, dengan asumsi bahwa kecenderungan kinerja proyek akan tetap (konstan) sampai akhir proyek.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai ETC adalah :

- a. ETC untuk progress fisik < 50 %

$$ETC = BAC - EV$$

- b. ETC untuk progress fisik > 50 %

$$ETC = (BAC - EV) / CPI$$

dengan,

ETC : Perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa
 BAC : Biaya total anggaran proyek (*Budget at Completion*)
 EV : Nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan
 CPI : Indeks Kinerja Biaya

2. *Estimated at Completion* (EAC)

EAC Merupakan prakiraan biaya total pada akhir proyek yang diperoleh dari biaya

aktual (AC) ditambahkan dengan ETC. Dimana rumus EAC dapat dihitung dengan beberapa cara yaitu :

- a. Actual Cost (AC) ditambah dengan prakiraan biaya untuk pekerjaan tersisa (ETC) dengan mengansumsikan kinerja proyek akan tetap(konstan) sampai akhir proyek selesai.

$$EAC = AC + ETC$$

- b. Budget at Completion (BAC) dibagi dengan faktor kinerja biaya proyek (CPI). Dimana rumus ini digunakan apabila tidak ada varians yang terjadi pada BAC.

$$EAC = BAC / CPI$$

dengan,

ETC : Perkiraan biaya total akhir proyek

BAC : Biaya total anggaran proyek (*Budget at Completion*)

AC : Biaya yang dikeluarkan sampai dengan periode ditinjau

CPI : Indeks Kinerja Biaya

3. *Time Estimated* (TE)

TE merupakan prakiraan waktu penyelesaian proyek. Asumsi yang digunakan untuk memprakirakan waktu penyelesaian proyek adalah kecenderungan kinerja proyek akan tetap (konstan) seperti pada saat pelaporan

$$TE = ATE + \frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI}$$

dengan,

TE : Perkiraan waktu penyelesaian

ATE : Waktu yang telah ditempuh (*Actual Time Expended*)

OD : Waktu yang direncanakan (*Original Duration*)

SPI : Indeks Kinerja Waktu

Analisis Prakiraan Rencana Terhadap Penyelesaian Proyek

Indeks prestasi penyelesaian proyek atau *To Complete Performance Indeks (TCPI)* adalah nilai indeks kemungkinan dari sebuah

prakiraan. Indeks ini digunakan untuk menambah kepercayaan dalam pelaporan penilaian pada sisa pekerjaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks prestasi penyelesaian proyek adalah :

$$TCPI = \frac{BAC - EV}{EAC - AC}$$

dengan,

TCPI < 1: Mengalami Kenaikan Kinerja

TCPI > 1: Mengalami Penurunan Kinerja

Metode *Crashing*

Menurut Ervianto (2004), terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Pemendekan durasi tentunya harus menambah sumber daya, termasuk biaya dan mempercepat pelaksanaan kegiatan.

Metode Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)

Di dalam analisis *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang.

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain :

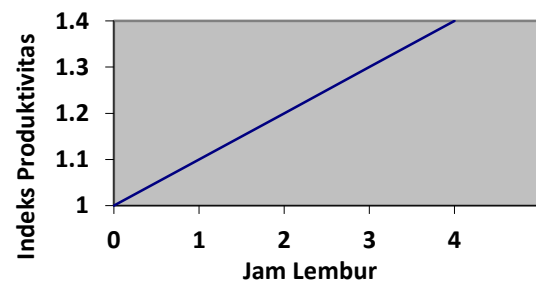
- Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).
- Penambahan tenaga kerja
- Pergantian atau penambahan peralatan
- Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
- Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Produktivitas Pekerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan.

Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto, 1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini :

- Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}}$$

- Produktivitas tiap jam

$$= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}}$$

- Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam})$$

Dengan:

a = lama penambahan jam kerja (lembur)

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)
 Nilai koefisien penurunan

produktivitas

tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

- Crash duration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}}$$

Tabel 1. Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini :

1. Jumlah tenaga kerja normal =
$$\frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi normal}}$$
2. Jumlah tenaga kerja dipercepat =
$$\frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi dipercepat}}$$

Dari rumus di atas maka akan diketahui jumlah pekerja normal dan jumlah penambahan tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek.

Biaya Tambahan Pekerja (Crash Cost)

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

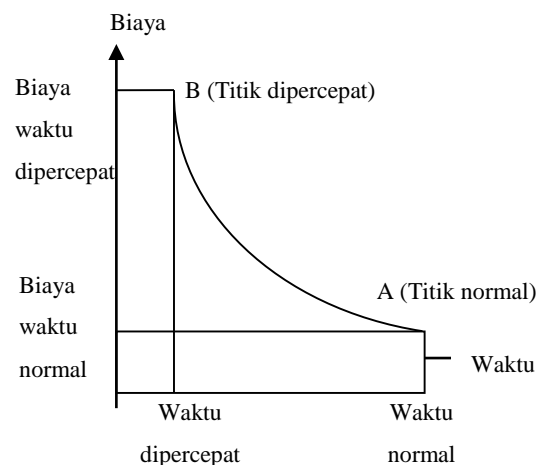
Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini :

1. Normal ongkos pekerja perhari = Produktivitas harian \times Harga satuan upah pekerja

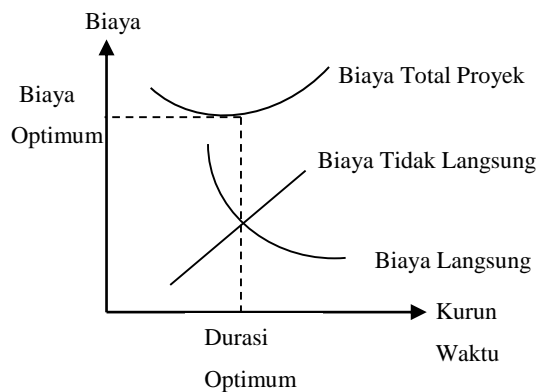
2. Normal ongkos pekerja perjam = Produktivitas perjam \times Harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja = $1,5 \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama + $2 \times n \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya
Dengan:
n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash cost* pekerja perhari = (Jam kerja perhari \times Normal *cost* pekerja) + (n \times Biaya lembur perjam)
5. *Cost slope* =
$$\frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}$$

Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 2. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 3.5 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total.



Gambar 3.5. Hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997).



Gambar 3.6 Hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber : Soeharto, 1997).

METODE PENELITIAN

1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sebuah proyek Pembangunan Jembatan yang dikerjakan oleh CV. A sebagai kontraktor pelaksana dengan anggaran yang berasal dari C pada tahun 2014 sebesar Rp. 520.553.000,00 dengan durasi proyek 17 minggu.

2. Tahap-tahap Penelitian

Sebuah penelitian harus dilaksanakan dengan tahap-tahap yang sistematis dan teratur agar dapat menghasilkan penelitian yang sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian dibagi dengan beberapa tahap sebagai berikut :

Tahap 1 : Menentukan latar belakang masalah
 Dalam melakukan penelitian, langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan latar belakang masalah untuk mengetahui masalah yang terjadi pada obyek penelitian.

Tahap 2 : Perumusan masalah
 Perumusan masalah merupakan tahap yang bertujuan untuk mempertegas tujuan dari penelitian. Tahap ini merupakan tahap yang mengacu pada latar belakang masalah yang dihadapi.

Tahap 3 : Pengumpulan data
 Pengumpulan data dan rekaman yang didapat dari proyek konstruksi sangat berguna untuk mengetahui kinerja proyek pada saat peninjauan. Data yang digunakan dalam analisis metode *Earned Value Analysis* adalah

data sekunder yang berasal dari proyek. Ada dua macam variabel yang digunakan dalam analisa kinerja dengan menggunakan metode nilai hasil, yaitu variabel waktu dan variabel biaya.

a. Variabel Waktu

Variabel waktu yang dibutuhkan merupakan data yang didapat dari kontraktor pelaksana yang mengerjakan proyek konstruksi. Data-data variabel waktu tersebut adalah kurva-s yang meliputi uraian pekerjaan, durasi proyek, dan prosentase bobot pekerjaan. Selain itu data yang termasuk kedalam variabel waktu adalah laporan kemajuan proyek.

b. Variabel Biaya

Data-data yang termasuk dalam variabel biaya didapat dari kontraktor pelaksana yang mengerjakan proyek. Adapun data-data yang meliputi variabel biaya adalah Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP).

Adapun data-data sekunder yang digunakan dalam analisis kinerja proyek dengan metode nilai hasil adalah sebagai berikut :

a. *Time Schedule* (Kurva-S)

Time Schedule merupakan jadwal rencana yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan proyek yang meliputi uraian pekerjaan, prosentase pekerjaan tiap minggu, volume pekerjaan, dan kurva-s.

b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya adalah jumlah biaya yang dialokasikan untuk pelaksanaan pekerjaan proyek yang merupakan kontrak yang disetujui oleh pihak kontraktor sebagai pelaksana dan pihak *owner* sebagai pemberi pekerjaan.

c. Laporan kemajuan proyek mingguan (*Progress Report*)

Laporan kemajuan proyek adalah prestasi kemajuan yang dilaporkan satu periode minggu sesuai dengan fisik pekerjaan proyek di lapangan.

d. Laporan Keuangan Mingguan Kontraktor (Biaya Aktual)

Biaya aktual adalah biaya yang telah dikeluarkan oleh kontraktor untuk pekerjaan yang telah terselesaikan. Biaya aktual ini terdiri dari :

1. Biaya Langsung
 - a. Biaya bahan material, diperoleh dari DPB (Daftar Permintaan Barang) atau PO (*Purchase Order*) yang dibuat oleh bagian logistik proyek atau procurement.
 - b. Upah tenaga kerja, yang diperoleh dari hasil opname mandor atau SPK (Surat Perintah Kerja). Di dalam SPK mandor terdapat perjanjian harga borongan dari jenis pekerjaan yang telah ditawarkan oleh kontraktor terhadap mandor/subkontraktor.
 - c. Peralatan kerja, yang dibutuhkan oleh kontraktor dalam pelaksanaan proyek baik dibeli secara tunai maupun sewa.
2. Biaya Tak Langsung

Biaya *overhead*, baik di kantor maupun di lapangan meliputi pajak, biaya operasional, dan biaya non operasional. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

 - a. Pajak yang terdiri dari PPN 10%, PPh 3% dan pajak lainnya.
 - b. Biaya operasional yang terdiri dari biaya pegawai proyek, biaya audit dan assessment, dan biaya umum lainnya.
 - c. Biaya Non Operasional yang terdiri dari biaya asuransi, bunga bank, penyambungan PLN/PDAM, biaya IMB serta biaya lainnya.

Tahap 4 : Analisis data

Setelah dilakukan pengumpulan data sekunder serta dilakukan pelengkapan data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data-data yang telah terkumpul tersebut. Analisis data menggunakan metode *Earned Value* dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excell 2010*. Dengan memasukkan data yang dibutuhkan untuk analisis menggunakan program *Microsoft Excell 2010*, yang selanjutnya akan dilakukan kalkulasi secara semi otomatis sesuai dengan rumus-rumus yang ada pada landasan teori. Adapun kalkulasi yang dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excell 2010* adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung kinerja proyek

- 1) Menghitung indikator *Planned Value* (PV)
 - 2) Menghitung indikator *Earned Value* (EV)
 - 3) Menghitung indikator *Actual Cost* (AC)
 - 4) Menghitung *Cost Variance* (CV)
 - 5) Menghitung *Schedule Variance* (SV)
 - 6) Menentukan *Cost Performance Index* (CPI)
 - 7) Menentukan *Schedule Performance Index* (SPI)
- b. Memperkirakan waktu dan biaya untuk menyelesaikan proyek
 - 1) Memperkirakan *Estimated to Complete* (ETC)
 - 2) Memperkirakan *Estimated at Completion* (EAC)
 - 3) Memperkirakan *Time Estimated* (TE)
 - c. Menganalisis prakiraan rencana terhadap penyelesaian proyek atau *To Complete Performance Index*

Tahap 5 : Menghitung prakiraan biaya dan waktu

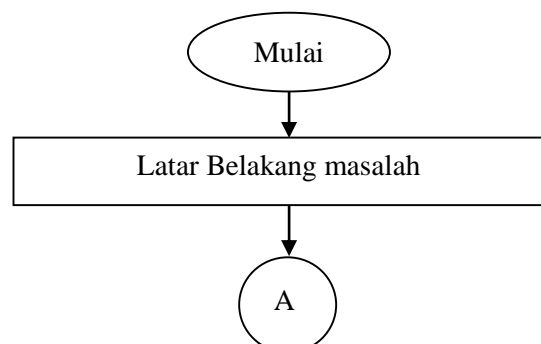
Pada tahap ini dilakukan perhitungan prakiraan biaya dan waktu. Variabel yang digunakan berasal dari analisis data kinerja proyek. Maka didapat nilai prakiraan biaya dan waktu serta pekerjaan yang tersisa (ETC, EAC, TE, dan TCPI).

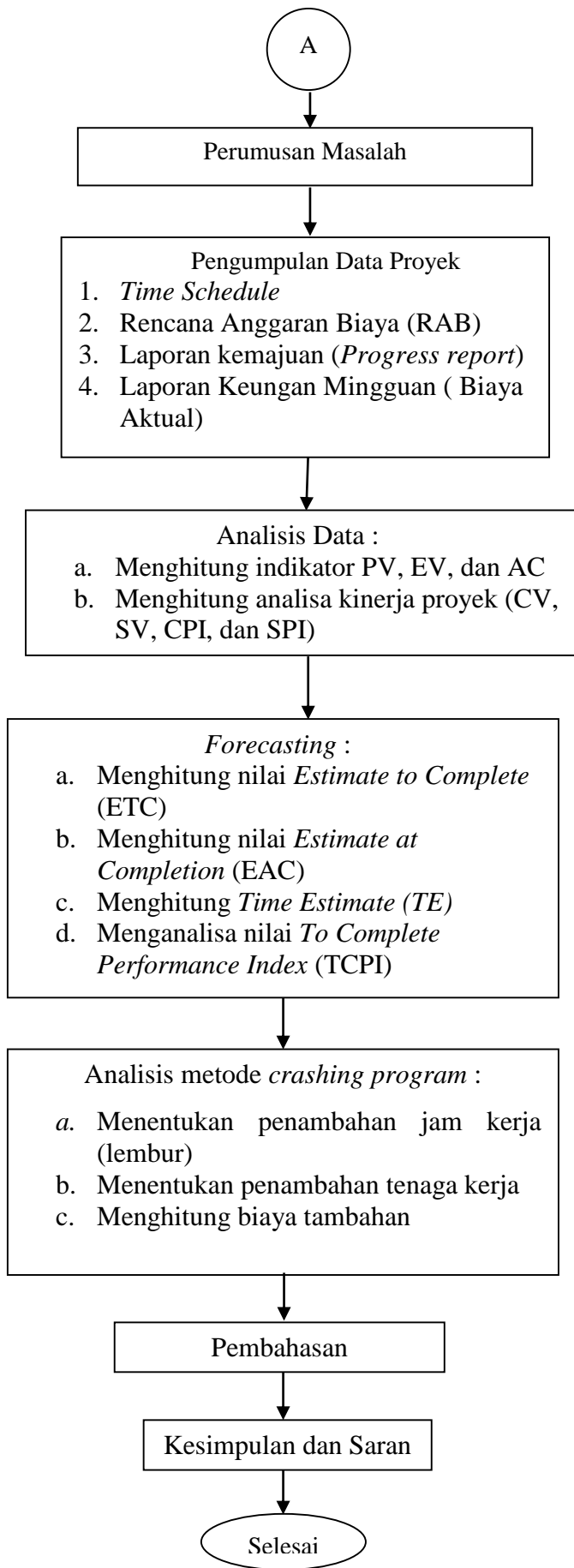
Tahap 6 : Analisis metode *crashing program*

Analisis dilakukan pada minggu dengan jumlah deviasi yang cukup besar. Selanjutnya dilakukan *crashing program* yaitu penambahan jumlah tenaga kerja dan jam kerja (lembur) setiap item pekerjaan pada minggu tersebut.

Tahap 7 : Kesimpulan dan saran

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam suatu penelitian. Dari hasil analisis dan perhitungan, ditarik beberapa kesimpulan yang mengacu pada tujuan penelitian yang telah direncanakan sebelumnya.





Gambar 3.7. Bagan alir penelitian

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari proyek Pembangunan Jembatan ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek	: C
Konsultan Supervisi	: CV. B
Kontraktor	: CV. A
Biaya langsung	: Rp. 473.230.000,00
PPN 10 %	: Rp. 47.323.000,00
Anggaran Proyek	: Rp. 520.553.000,00

Waktu pelaksanaan : 17 minggu

Perhitungan Kinerja Proyek

Analisis Indikator *Earned Value*

1. *Planned Value* (PV)

Contoh hitungan *Planned Value* pada minggu ke-5 :

$$\begin{aligned} \text{PV minggu ke-5} &= 14,22 \% \times \text{Rp. } 473.230.000,00 \\ &= \text{Rp. } 67.305.544,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PV kumulatif minggu ke-5} &= \text{Rp. } 22.059.921,97 + \text{Rp. } 67.305.544,57 \\ &= \text{Rp. } 89.365.466,54 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *Planned Value* per minggu dan kumulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.1. (Lampiran)

2. *Earned Value* (EV)

Contoh hitungan *Earned Value* pada minggu ke-5 :

$$\begin{aligned} \text{EV minggu ke-5} &= 9,58 \% \times \text{Rp. } 473.230.000,00 \\ &= \text{Rp. } 45.357.161,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EV kumulatif minggu ke-5} &= \text{Rp. } 17.628.619,91 + \text{Rp. } 45.357.161,42 \\ &= \text{Rp. } 62.985.781,32 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *Earned Value* per minggu dan kumulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.2.(Slide)

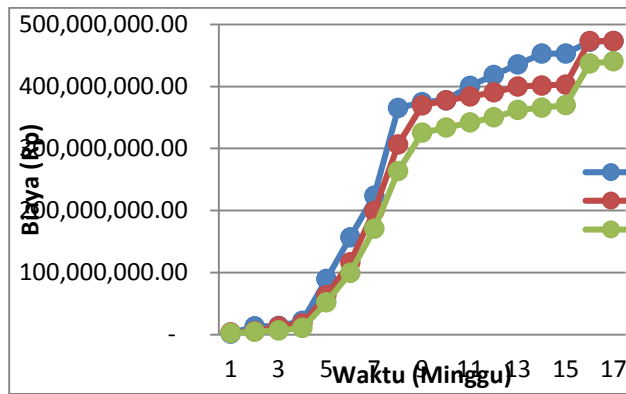
3. *Actual Cost* (AC)

Contoh hitungan Actual Cost pada minggu ke-5 :

AC minggu ke-5
 = 41.616.000,00
 AC komulatif minggu ke-5
 = Rp. 10.423.000,00 + Rp. 41.616.000,00
 = Rp. 52.039.000,00

Untuk perhitungan *Actual Cost* per minggu dan komulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.3.(Slide)

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa grafik nilai *Actual Cost* berada di bawah grafik nilai *Planned Value* dan *Earned Value*. Artinya total biaya pelaksanaan proyek di bawah dari nilai kontrak.Gambar 1.1



Analisis Varian

1. *Cost Variance (CV)*

Contoh hitungan *Cost Variance* pada minggu ke-12 :

CV minggu ke-5
 = EV minggu ke-5 – AC minggu ke-5
 = Rp. 62.985.781,32 - Rp. 52.039.000,00
 = Rp. 10.946.781,32

Untuk perhitungan *Cost Variance* per minggu dan komulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.4.(Slide)

2. *Schedule Variance (SV)*

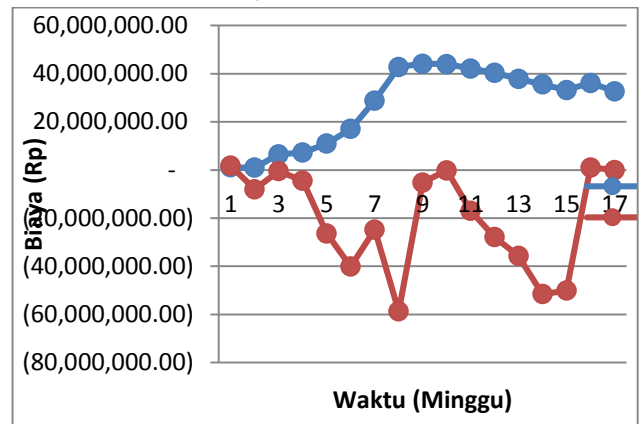
Contoh hitungan *Schedule Variance* pada minggu ke-12 :

SV minggu ke-5
 = Rp. 62.985.781,32 - Rp. 89.365.466,54
 = Rp. -26.379.685,22
 SV* minggu ke-5

= ((Rp. -26.379.685,22 x 5) / Rp. 89.365.466,54) x 7)
 = -10,33 hari

Untuk perhitungan *Schedule Variance* per minggu dan komulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.5 (Slide)

Hubungan CV dan SV ada pada Gambar 1.2



3. *Cost Performance Index (CPI)*

Contoh hitungan *Cost Performance Index* pada minggu ke-5 :

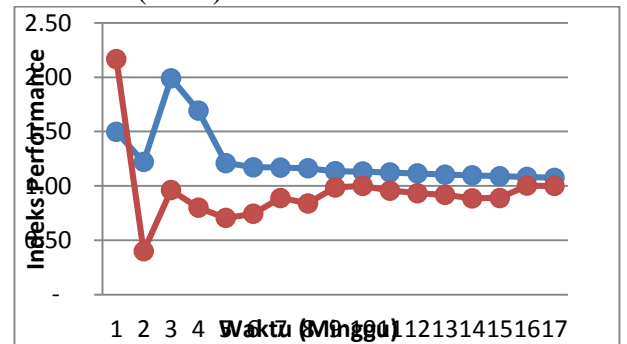
CPI minggu ke-5
 = EV minggu ke-5 / AC minggu ke-5
 = Rp. 62.985.781,32 / Rp. 52.039.000,00
 = 1,21

4. *Schedule Performance Index (SPI)*

Contoh hitungan *Schedule Performance Index* pada minggu ke-12 :

SPI minggu ke-12
 = EV minggu ke-5 / PV minggu ke-5
 = Rp. 62.985.781,32 / Rp. 89.365.466,54
 = 0,70

Untuk perhitungan *Cost Performance Index* dan *Schedule Performance Index* per minggu dan komulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.6 (Slide).



Gambar 1.3 CPI dan SPI

Prakiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek

1. *Estimated to Complete* (ETC)

Contoh hitungan *Estimated to Complete* < 50 % pada minggu ke-5 :

$$\begin{aligned} \text{ETC minggu ke-5} &= \text{Rp. 473.230.000,00} - \text{Rp. 62.985.781,32} \\ &= \text{Rp. 410.244.218,68} \end{aligned}$$

Contoh hitungan *Estimated to Complete* > 50 % pada minggu ke-8 :

$$\begin{aligned} \text{ETC minggu ke-8} &= (\text{Rp. 473.230.000,00} - \text{Rp.} \\ &\quad \text{306.446.327,41}) / 0,84 \\ &= \text{Rp. 198.739.102,05} \end{aligned}$$

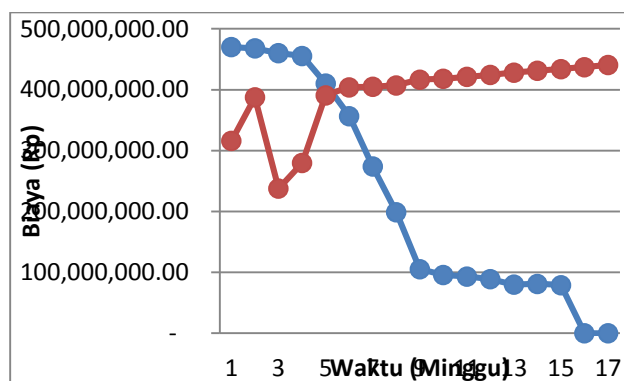
Untuk perhitungan *Estimated to Complete* per minggu selengkapnya dilihat pada Tabel 1.7.(Slide)

2. *Estimated at Completion* (EAC)

Contoh hitungan *Estimated to Completion* pada minggu ke-12 :

$$\begin{aligned} \text{EAC minggu ke-5} &= \text{Biaya total proyek (BAC)} / \text{CPI minggu} \\ &\quad \text{ke-5} \\ &= \text{Rp. 473.230.000,00} / 1,21 \\ &= \text{Rp. 390.983.733,99} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *Estimated to Complete* dan *Estimated at Completion* per minggu dan komulatif selengkapnya dilihat pada Tabel 1.8.(Slide)



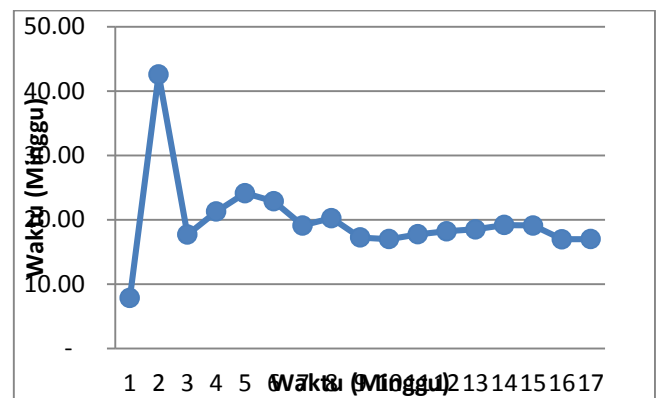
Gambar 1.4 ETC dan EAC

3. *Time Estimated* (TE)

Contoh hitungan *Time Estimated* pada minggu ke-5:

$$\begin{aligned} \text{TE minggu ke-5} &= \text{ATE} + \frac{\text{OD} - (\text{ATE} \times \text{SPI})}{\text{SPI}} \\ &= 5 + \frac{17 - (5 \times 0,70)}{0,70} \\ &= 24 \text{ minggu} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *Time Estimated* per minggu selengkapnya dilihat pada Tabel 1.9.(Slide).



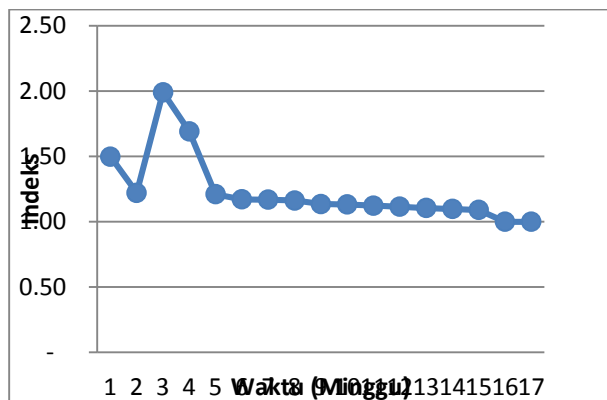
Gambar 1.5 *Time Estimated*

Analisis Prakiraan Rencana Terhadap Penyelesaian Proyek

Contoh hitungan *To Complete Performance Index* pada minggu ke-12 :

$$\begin{aligned} \text{TCPI minggu ke-12} &= \frac{(\text{BAC} - \text{EV})}{(\text{EAC} - \text{AC})} \\ &= \frac{(\text{Rp.473.230.000,00} - \text{Rp. 62.985.781,32})}{(\text{Rp.390.983.733,99} - \text{Rp. 52.039.000,00})} \\ &= 1,21 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *To Complete Performance Index* per minggu selengkapnya dilihat pada Tabel 1.10.(Slide)



Gambar 1.6 To Complete Performance Indeks

Rekapitulasi Perhitungan.

Hasil analisis indikator *Earned Value*, analisis varian, analisis kinerja proyek, analisis prakiraan waktu dan biaya, serta analisis perkiraan rencana terhadap penyelesaian proyek pada minggu ke-5 ditabelkan pada Tabel. 1.11.(Slide)

Adapun penjelasan dari Tabel 1.11 (Lampiran) di atas adalah sebagai berikut :

1. Indikator Earned Value pada minggu ke-5 adalah nilai PV sebesar Rp. 89.365.466,54, nilai EV sebesar Rp. 62.985.781,32 dan nilai AC sebesar Rp. 52.039.000,00.
2. Kinerja pada minggu ke-5 sesuai tabel di atas adalah nilai SV negatif (Rp. -26.379.685,22) dan nilai SPI sebesar 0,70 < 1, artinya terjadi keterlambatan jadwal pelaksanaan terhadap jadwal rencana. Sedangkan nilai CV positif (Rp. 10.946.781,32) dan nilai CPI sebesar 1,21 > 1, artinya biaya akhir lebih kecil dari anggaran.
3. Adapun perkiraan biaya penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah EAC (Rp. 390.983.733,99) dan ETC (Rp. 410.244.218,68). Sedangkan perkiraan waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah 24 hari kerja. Nilai indeks kepercayaan kinerja (TCPI) > 1 atau senilai 1,21 berarti terjadi penurunan kinerja.

Pelaksanaan *Crashing Program*

pelaksanaan *Crashing Program* diambil asumsi pada minggu ke-6 karna keterlambatan mulai terjadi pada minggu ke-5

Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (17.00-18.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

1. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
2. Memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih.
3. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam.
4. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Adapun salah satu contoh perhitungannya sebagai berikut :

Pelaksanaan Penambahan Jam Lembur

Contoh hitungan penambahan jam lembur pada keterlambatan minggu ke-5 :

Pekerjaan Aan Stamping Batu Kali

$$\text{Volume Tambahan mg 5} = 60,837 \text{ M}^3$$

$$\text{Volume total mg 6} = 60,837 \text{ M}^3$$

$$\text{Durasi} = 8 \text{ hari}$$

1. Produktivitas harian normal
 $= \text{Kapasitas pekerja} \times \text{jumlah pekerja}$
 $= 0,718 \times 37 \text{ orang}$
 $= 26,58 \text{ m}^3/\text{hari}$
2. Produktivitas tiap jam normal
 $= \frac{\text{Produktivitas harian normal}}{\text{Jam kerja perhari}}$
 $= \frac{26,58 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam}}$

$$= 3,322 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Produktivitas lembur

$$= \text{Produktifitas tiap jam} \times \text{durasi lembur} \\ \times \text{koefisien penurunan produktifitas} \\ = 3,322 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ jam} \times 0,6 \\ = 7,97 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4. *Crash duration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas lembur}} \\ = \frac{60,84 \text{ m}^3}{7,97 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ = 8 \text{ hari}$$

5. Total waktu lembur = *Crash duration* x waktu lembur
 = 8 hari x 4 jam
 = 24 jam

Biaya lembur perhari

$$= (\text{upah kerja perjam} \times 1,5) + (2 \times \text{jumlah jam lembur} \times \text{upah pekerja perjam})$$

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 42.187,50$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 63.750,00$$

$$\text{Upah lembur} =$$

$$\text{Jumlah hari lembur} \times \text{biaya lembur per hari} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 12.825.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 2.040.000,00$$

$$\text{Jumlah biaya lembur} = \text{Rp. } 14.865.000,00$$

Perhitungan penambahan jam lembur di atas dapat dilihat di Tabel 1.11.(Slide)

Berdasarkan Tabel 1.12 (Slide) di belakang diketahui bahwa total biaya lembur pada minggu ke-6 adalah Rp. 33.008.875,00 dengan waktu yang bervariasi pada tiap-tiap item pekerjaan sesuai dengan produktifitas tenaga kerja.

Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Contoh hitungan penambahan tenaga kerja pada keterlambatan minggu ke- 3:

Pekerjaan Aan Stamping Batu Kali

$$\text{Volume Tambahan mg 5} = 60,87 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total mg 6} = 60,87 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 7 \text{ hari}$$

Upah tenaga kerja tambahan

Upah pekerja tambahan

$$= \text{jumlah pekerja} \times \text{upah per hari}$$

$$= 13 \text{ orang} \times \text{Rp. } 48.000,00$$

$$= \text{Rp. } 585.000,00$$

Upah mandor tambahan

$$= 2 \text{ orang} \times \text{Rp. } 68.000,00$$

$$= \text{Rp. } 136.000,00$$

Jumlah upah tenaga kerja tambahan per hari =
 Rp. 721.000,00

Jumlah upah tenaga kerja tambahan

$$= \text{jumlah upah per hari} \times \text{durasi}$$

$$= \text{Rp. } 721.000,00 \times 7$$

$$= \text{Rp. } 5.047.000,00$$

Berdasarkan Tabel 1.13 (Slide) di belakang diketahui total biaya penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 17.150.000,00 dengan jumlah tenaga kerja bervariasi pada tiap item pekerjaan sesuai dengan produktifitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Jembatan di Temanggung, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Diketahui bahwa grafik nilai Actual Cost berada di bawah grafik nilai Planned Value dan Earned Value. Artinya total biaya pelaksanaan proyek di bawah dari nilai kontrak. Indikator Earned Value pada minggu ke-5 adalah nilai PV sebesar Rp. 89.365.466,54, nilai EV sebesar Rp. 62.985.781,32, dan nilai AC sebesar Rp. 52.039.000,00.
2. Kinerja pada minggu ke-5 adalah nilai SV negatif (Rp. -26.379.685,22) dan nilai SPI sebesar $0,70 < 1$, artinya terjadi keterlambatan jadwal pelaksanaan terhadap jadwal rencana. Sedangkan nilai CV positif (Rp. 10.946.781,32) dan nilai CPI sebesar $1,21 > 1$, artinya biaya akhir lebih kecil dari anggaran.
3. Nilai CPI pada minggu ke-1 dan seterusnya menunjukkan nilai >1 yang artinya biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat. Nilai SPI pada minggu ke-2 sampai dengan minggu ke-9 dan minggu ke-10 sampai dengan minggu ke-15 menunjukkan nilai <1 , yang

artinya bahwa kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana.

4. Adapun perkiraan biaya penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah EAC (Rp. 390.983.733,99) dan ETC (Rp. 410.244.218,68). Sedangkan perkiraan waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah 24 minggu. Nilai indeks kepercayaan kinerja (TCPI) > 1 atau senilai 1,21 berarti mengalami penurunan kinerja.
5. Total biaya penambahan jam kerja (lembur) pada minggu ke-5 adalah Rp. 33.008.875,00. Sedangkan total biaya penambahan tenaga kerja adalah sebesar Rp. 17.150.000,00. Artinya crashing dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) membutuhkan biaya lebih besar dari pada penambahan tenaga kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 2005. *Construction Project Cost Management*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Barrie, D.S., dan Paulson, B.C., 1995. *Manajemen Proyek Konstruksi Profesional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Cleland, D. I., 1995, *Project Management trategic Design and Implementation*, Singapore : McGraw-Hill, Inc.
- Ervianto, W, I., 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W, I., 2007. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Husein, A., 2009. *Manajemen Proyek*. Penerbit : Andi, Yogyakarta
- Maulana, Alex S. 2011. *Analisis Kinerja Biaya dan Waktu dengan Konsep Earned Value Analysis pada Proyek Gedung Dinas Komunikasi dan Informasi Jawa Timur*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Messah, Yunita A., Lona, Lazry Hellen P., dan Sina, Dantje A.T. 2013. *Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak dari Perubahan Desain (Studi Kasus Embung Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Pamungkas, Agung., Sugiarto., dan Setiono. 2013. *Analisis Nilai hasil terhadap waktu dan biaya pada proyek konstruksi (Studi Kasus Proyek ICB Civil Work Construction off Spillway of Countermeasures in Wonogiri)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Pranowo, Didik A., dan Samantha, Ronny. 2007. *Pengendalian Proyek dengan Metode Earned Value (Studi Kasus Proyek Rusunawa Universitas Diponegoro Semarang)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang
- Romasari, P. P., 2015. *Pengendalian Waktu dan Biaya Pada Proyek Konstruksi*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Pujihastuti, S. Y., 2008. *Aplikasi Metode Nilai Hasil (Earned Value Method .* Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.Yogyakarta
- Presida, P., 2015. *Pengendalian Waktu dan Biaya pada Proyek Konstruksi*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta