

## Analisis Kinerja Biaya Dan Jadwal Terpadu Dengan Konsep *Earned Value Method* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung)

(Cost And Schedule Performance Analysis By Concept Earned Integrated Value  
Method (Case Study: Building Project))

MANDIYO PRIYO, KHAIRUL FAJRI INDRAGA

### ABSTRACT

Project control necessary to track and anticipate the possibility of bad will happen in the project and take appropriate action. In project control, there are two variables that affect the success of the project that is time and cost. Control of the project carried out properly and systematically necessary to determine the performance time and cost of the project. The purpose of this study was to determine the performance of the project in terms of time and cost of completion of the project. In addition, this study aims to estimate the time and cost of completion of projects on time and to know the index is reviewed project achievements. The data used are secondary data from contractors. These data include the Budget Plan, Budget Plan of Implementation, progress reports, and time schedule. The method used to analyze the value method result (*Earned Value Method*) which combine aspects of the schedule, cost and time to complete the project. The analysis was performed with the help of software Microsoft Excel 2013. The results showed that the CPI and SPI values at week 28 was negative SV value (Rp. -78,827,148.63) And SPI values is  $0.99 < 1$ , which means there is a delay the schedule of implementation of the plan schedule. While the value of positive CV (Rp. 2,108,709,167.60) and the CPI amounted to  $1.30 > 1$ , which means more less than final cost of the budget. The estimated cost of the project required Completion is EAC (Rp. 8,400,517,603.93) and ETC (Rp. 1,253,357,227.10). While estimates of the required project completion time is 38 weeks. Value confidence index performance (TCPI  $> 1$ ) or value of 1.30 means there is a decrease in performance.

**Keywords:** Earned value method, timing performance, performance fees, variants, indexes

### PENDAHULUAN

#### *Latar Belakang Masalah*

Proyek konstruksi sangat bergantung pada beberapa sumber daya dalam pelaksanaannya yang terdiri dari material, tenaga kerja, biaya, metode pelaksanaan dan peralatan. Di era globalisasi 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 Gedung 3 Lantai, 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.

Pengendalian merupakan salah satu fungsi dari manajemen proyek yang bertujuan agar pekerjaan-pekerjaan dapat berjalan mencapai sasaran tanpa banyak penyimpangan. Pengendalian proyek adalah suatu usaha sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan standar, dan mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran (Soeharto, 1997).

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.

#### TINJAUAN PUSTAKA

Maulana (2011), menyatakan 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.

#### LANDASAN TEORI

##### *Kinerja Proyek*

Menurut Cleland (1995), standar kinerja diperlukan untuk melakukan tindakan pengendalian terhadap penggunaan sumber daya yang ada dalam suatu proyek. Hal ini agar sumber daya dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien dalam penyelenggara proyek. Menurut Barrie (1995), pelaporan mengenai kinerja suatu proyek harus memenuhi 5 komponen :

- Prakiraan yang akan memberikan suatu standar untuk membandingkan hasil sebenarnya dengan hasil ramalan.
- Hal yang sebenarnya terjadi.
- Ramalan, yang didasarkan untuk melihat apa yang akan terjadi di masa yang akan datang.
- Varians, menyatakan sampai sejauh mana hasil yang diramalkan berbeda dari apa yang diprakirakan.
- Pemikiran, untuk menerangkan mengenai keadaan proyek.

##### *Pengendalian Proyek*

Pengendalian proyek ada 3 macam yaitu pengendalian biaya proyek, pengendalian waktu/jadwal proyek, dan pengendalian kinerja proyek.

##### *1. Pengendalian Biaya Proyek*

Prakiraan anggaran proyek yang telah dibuat pada tahap perencanaan digunakan sebagai acuan untuk pengendalian biaya proyek. Pengendalian biaya proyek diperlukan agar proyek dapat terlaksana sesuai dengan biaya awal yang direncanakan. Terdapat 2 macam biaya, yaitu :

- Biaya langsung, yang terdiri dari biaya material, biaya tenaga kerja, biaya subkontraktor, biaya peraan kerja.
- Biaya tak langsung, yang terdiri dari biaya overhead kantor dan overhead lapangan.

##### *2. Pengendalian Waktu / Jadwal Proyek*

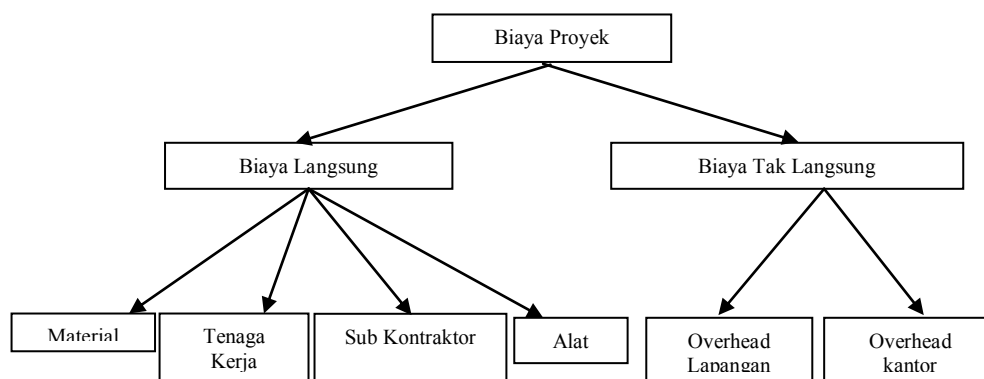
Penjadwalan dibuat untuk menggambarkan perencanaan dalam skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang akan ditentukan.

##### *Konsep Earned Value Analysis*

*Konsep Earned Value* (nilai hasil) adalah konsep menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan / dilaksanakan. Bila ditinjau dari jumlah pekerjaan yang diselesaikan maka berarti konsep ini mengukur besarnya unit pekerjaan yang telah diselesaikan, pada suatu waktu bila dinilai berdasarkan jumlah anggaran yang disediakan untuk pekerjaan tersebut. Dengan metode ini, dapat diketahui kinerja proyek yang telah berlangsung, dengan demikian dapat dilakukan dengan langkah-langkah perbaikan bila terjadi penyimpangan dari rencana awal proyek.

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

- Analisis Biaya dan Jadwal
- Analisis Varians
- Analisis Indeks Performansi



GAMBAR 1. Komponen Biaya Proyek (Sumber : Asiyanto, 2005)

### 1. Analisis Indikator-Indikator Earned Value

Ada tiga indikator-indikator dasar yang menjadi acuan dalam menganalisa kinerja dari proyek berdasarkan konsep *earned value*. Ketiga indikator tersebut adalah:

#### a) 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.

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

#### b) 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.

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

#### c) 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.

$$AC = \%(\text{bobot rencana pelaksanaan}) \times \text{Nilai anggaran (RAP)}$$

Dengan menggunakan tiga indikator di atas, dapat dihitung berbagai faktor yang menunjukkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek seperti :

- Varian biaya (CV) dan varian jadwal (SV)
- Memantau perubahan varians terhadap angka standar.
- Indeks produktivitas dan kinerja
- Perkiraan biaya penyelesaian proyek.

### 2. Analisis Varians

#### a) 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 :

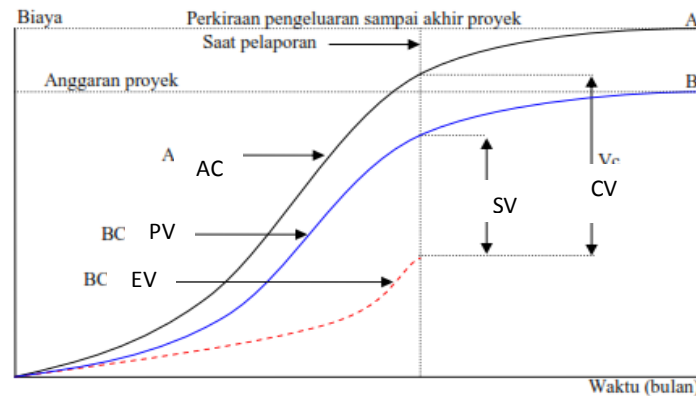
$$SV^* = x \frac{SV \times ATE}{PV}$$

#### b) Cost Variance (CV)

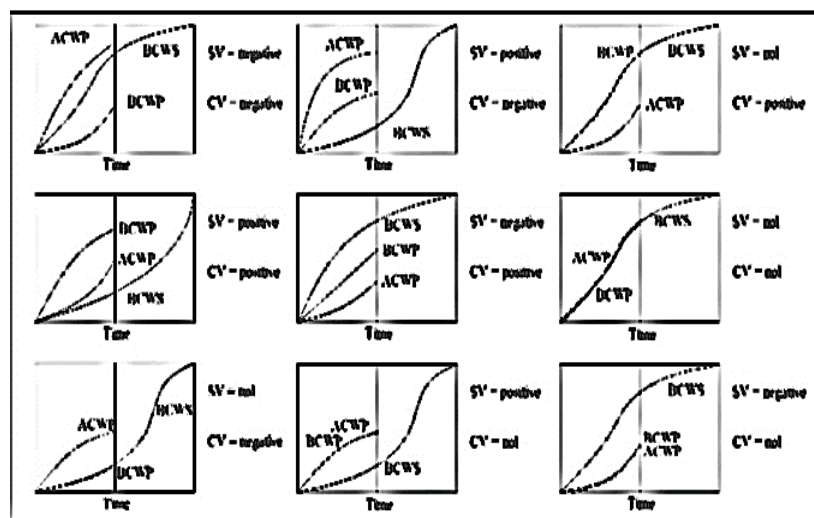
Adalah hasil pengurangan antara *Earned Value (EV)* dengan *Actual Cost (AC)*. Nilai *Cost Variance* pada akhir proyek akan berbeda antara BAC (*Budgeted At Cost*) dan AC (*Actual Cost*) yang dikeluarkan atau dipergunakan.

$$CV = EV - AC$$

Pada Gambar 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 2. Ilustrasi Grafik Analisis Hubungan PV, EV, dan AC (Sumber : Soeharto, 1995)



GAMBAR 3. Ilustrasi Grafik Analisis Varians

TABEL 1. Analisis Varians Terpadu

| No | Varians Jadwal (SV) | Varians Biaya (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    |

SUMBER: Ervianto, 2004

TABEL 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

Grafik pada gambar 3 merupakan contoh grafik kombinasi dari varians jadwal dan varians biaya.

### 3. Analisa Indeks Performansi

Kegiatan proyek bergantung pada efisiensi penggunaan sumber daya yang meliputi tenaga kerja, waktu, dan biaya. Hal itu digambarkan dalam bentuk performa yang dicapai dalam biaya dan waktu. Untuk mengetahui performa tersebut, ada dua perhitungan yang digunakan yaitu :

#### a) Indeks Kinerja Jadwal atau SPI (Schedule Performance Index)

Adalah Faktor efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan dapat diperlihatkan oleh perbandingan antara nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan rencana pengeluaran biaya yang dikeluarkan berdasar rencana pekerjaan (PV). Rumus untuk Schedule Performance Index adalah :

$$SPI = EV / PV$$

dengan,

SPI = 1 : proyek tepat waktu

SPI > 1 : proyek lebih cepat

SPI < 1 : proyek terlambat

#### b) Indeks Kinerja Biaya atau CPI (Cost Performance Index)

Adalah Faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (EV) dengan biaya yang telah dikeluarkan dalam periode yang sama (AC). Rumus untuk CPI adalah :

$$CPI = EV / AC$$

dengan,

CPI = 1 : biaya sesuai rencana

CPI > 1 : biaya lebih kecil/hemat

CPI < 1 : biaya lebih besar/boros

### 4. Prakiraan Waktu Dan Biaya Penyelesaian Akhir Proyek

Metode Earned Value juga berfungsi untuk memperkirakan biaya akhir proyek dan waktu penyelesaian proyek. Perkiraan dihitung berdasarkan kecenderungan kinerja proyek pada saat peninjauan, dan mengasumsikan bahwa kecenderungan tersebut tidak mengalami perubahan kinerja proyek sampai akhir proyek atau kinerja proyek berjalan konstan. Perkiraan ini berguna untuk memberikan suatu gambaran ke depan kepada pihak kontraktor, sehingga dapat melakukan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan.

#### a. Estimate to Complete (ETC)

ETC merupakan prakiraan biaya untuk pekerjaan tersisa, dengan asumsi bahwa kecenderungan kinerja proyek akan tetap (konstan) sampai akhir proyek. Menurut Soeharto (1995), perkiraan tersebut dapat diekstrapolasi dengan beberapa cara sebagai berikut:

- 1) Pekerjaan yang tersisa akan memakan biaya sebesar anggaran. Asumsi yang digunakan adalah biaya untuk pekerjaan tersisa sesuai dengan anggaran dan tidak tergantung dengan prestasi saat peninjauan.
- 2) Kinerja sama besar sampai akhir proyek. Asumsi yang digunakan adalah kinerja pada saat peninjauan akan tetap sampai dengan akhir proyek.
- 3) Campuran atau kombinasi. Pendekatan yang digunakan dengan menggabungkan kedua cara tersebut.

ETC untuk progress fisik < 50 %

$$ETC = BAC - EV$$

ETC untuk progress fisik > 50 %

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

$$EAC = AC - ETC$$

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

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

dengan,

TCPI < 1 : Mengalami Kenaikan Kinerja

TCPI > 1 : Mengalami Penurunan Kinerja

#### b. *Estimate 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:

- 1) Actual Cost (AC) ditambah dengan prakiraan biaya untuk pekerjaan tersisa (ETC) dengan mengasumsikan kinerja proyek akan tetap (konstan) sampai akhir proyek selesai.
- 2) Budget at Completion (BAC) dibagi dengan faktor kinerja biaya proyek (CPI). Dimana rumus ini digunakan apabila tidak ada varians yang terjadi pada BAC.

$$EAC = BAC / CPI$$

#### c. *Time Estimated (TE)*

TE Merupakan waktu perkiraan penyelesaian proyek. Asumsi yang digunakan untuk memprakirakan waktu penyelesaian adalah kecenderungan kinerja proyek akan tetap (konstan) seperti saat peninjauan dilapangan.

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

dengan,

TE (*Time Estimated*) : Perkiraan Waktu Penyelesaian

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

OD (*Original Duration*) : Waktu yang direncanakan

#### d. *Analisa 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.

#### *Metode Crashing*

##### 1. Metode CPM (*Critical Path Method*)

CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu metode dengan menggunakan *arrow diagram* didalam menentukan lintasan kritis sehingga kemudian disebut juga sebagai diagram lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*deterministic*), selain itu didalam CPM mengenal adanya EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Last Event Time*), serta *Total Float* dan *Free Float*. EET adalah peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari suatu kegiatan, sedangkan LET adalah peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari suatu kegiatan.

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

Di dalam perencanaan suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu, perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya).

Didalam 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

Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

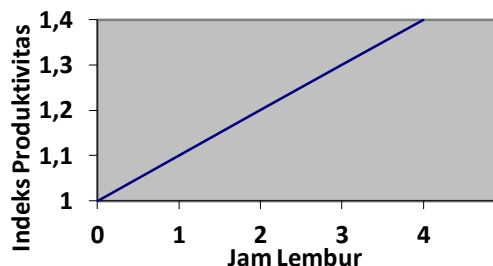
### 3. Produktivitas Pekerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Didalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses kontruksi; yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upah yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter masing-masing yang berbeda-beda satu sama lainnya.

### 4. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai.

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 4.



GAMBAR 4. Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto, 1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

- a) Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasinormal}} \quad (1)$$

- b) Produktivitas tiap jam

$$= \frac{\text{Produktivitasharian}}{\text{Jamkerjaperhari}} \quad (2)$$

- c) Produktivitas harian sesudah *crash*  
 = (Jam kerja perhari × Produktivitas tiap jam) + (a × b × Produktivitas tiap jam) (3)

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 3.

TABEL 3. 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                 |

- d) *Crashduration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitashariansesudahcrash}} \quad (4)$$

### 5. 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 :

$$\begin{aligned} \text{a. Jumlah tenaga kerja normal} \\ = \frac{(\text{Koefesientenagakerja} \times \text{volume})}{\text{Durasinormal}} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{b. Jumlah tenaga kerja dipercepat} \\ = \frac{(\text{Koefesientenagakerja} \times \text{volume})}{\text{Durasidipercepat}} \end{aligned} \quad (6)$$

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

#### 6. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. 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:

$$\begin{aligned} \text{a) Normal ongkos pekerja perhari} \\ = \text{Produktivitas harian} \times \text{Harga satuan upah pekerja} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{b) Normal ongkos pekerja perjam} \\ = \text{Produktivitas perjam} \times \text{Harga satuan upah pekerja} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{c) Biaya lembur pekerja} \\ = 1,5 \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama} + \\ 2 \times n \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya} \\ \text{Dengan:} \\ n = \text{jumlah penambahan jam kerja (lembur)} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{d) Crash cost pekerja perhari} \\ = (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{Biaya lembur perjam}) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{e) Costslope} \\ = \frac{\text{Crashcost} - \text{Normalcost}}{\text{Durasinormal} - \text{Durasicrash}} \end{aligned} \quad (11)$$

#### 7. 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. Gambar 5 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.

#### METODE PENELITIAN

##### *Rancangan Penelitian*

Penelitian ini dilakukan pada sebuah proyek Pembangunan Gedung 3 Lantai di Indonesia yang dikerjakan oleh PT. X sebagai kontraktor pelaksana dengan anggaran yang berasal dari Z pada tahun 2013 sebesar Rp. 12.804.605.000,00 dengan durasi proyek 38 minggu. Analisis kinerja waktu dan biaya dilakukan dengan menggunakan metode *Earned Value Analysis* yang bertujuan untuk mengetahui kinerja proyek pada saat ditinjau atau pada saat pekerjaan proyek telah selesai dikerjakan. Analisis penjadwalan dan lintasan kritis proyek menggunakan *Microsoft Project 2007*. Dilakukan percepatan durasi dengan mencari volume pekerjaan yang mengalami keterlambatan dan mengambil asumsi dari lintasan kritis.

##### *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

Tahap 2 : Perumusan masalah

Tahap 3 : Pengumpulan data

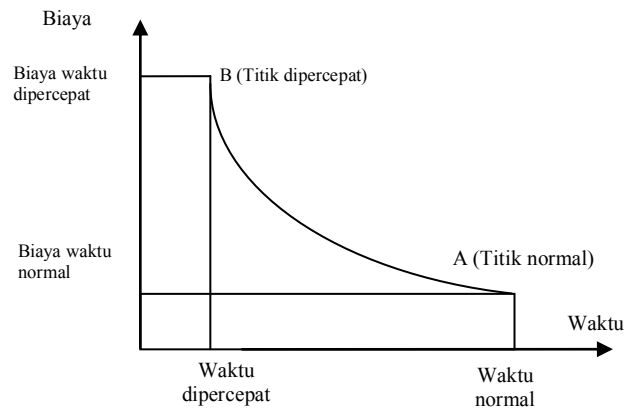
Tahap 4 : Analisis data

Tahap 5 : Menghitung prakiraan biaya dan waktu

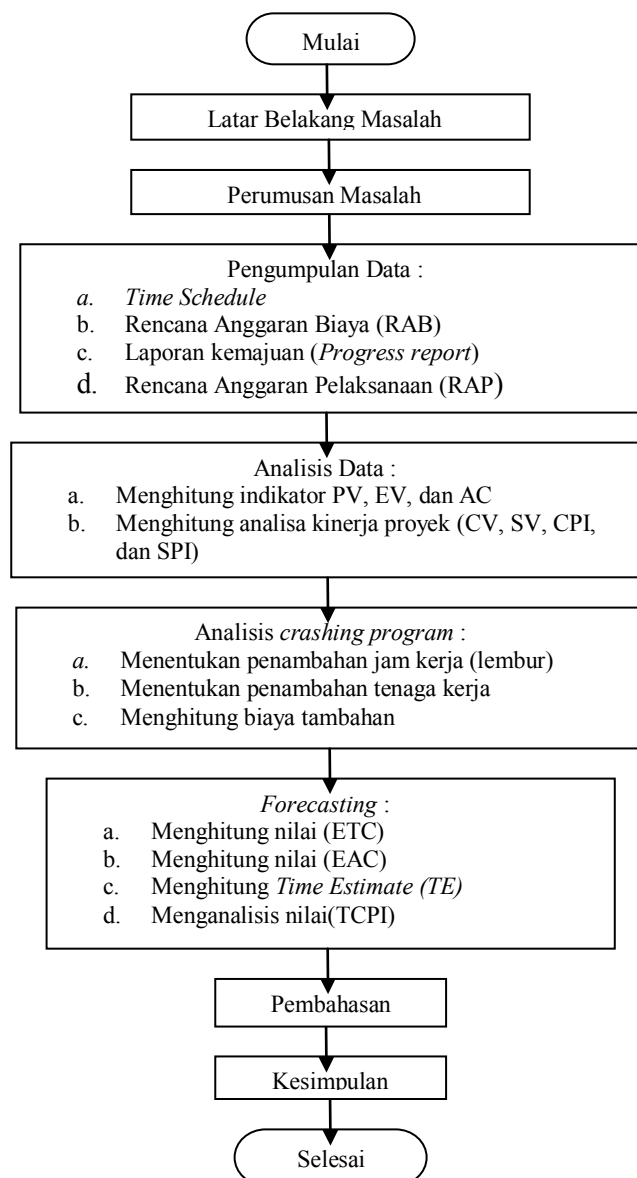
Tahap 6 : Analisis *crashing program*

Tahap 7 : Kesimpulan dan saran

Tahap-tahap diatas dapat digambarkan dengan menggunakan diagram bagan alir pada Gambar 6.



GAMBAR 5. Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997)



GAMBAR 6. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Data Penelitian*1. *Data Umum Proyek*

Adapun gambaran umum dari proyek Pembangunan Gedung di Indonesia ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek : Z  
 Konsultan Supervisi : PT. Y  
 Kontraktor : PT. X  
 Biaya langsung : Rp. 10.879.019.215,36  
 PPN 10 % : Rp. 1.164.055.056,04  
 Anggaran Proyek : Rp. 12.804.605.000,00  
 Waktu pelaksanaan : 38 minggu

2. *Perhitungan Kinerja Proyek*a. Analisis Indikator *Earned Value*1) *Planned Value (PV)*

Contoh hitungan *Planned Value* pada minggu ke-28 :

PV minggu ke-28  
 $= 2,60 \% \times \text{Rp. } 10.879.019.215,00$   
 $= \text{Rp. } 282.922.269,08$

PV kumulatif minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 9.051.774.427,98 +$   
 $\text{Rp. } 282.922.269,08$   
 $= \text{Rp. } 9.334.696.697,06$

2) *Earned Value (EV)*

Contoh hitungan *Earned Value* pada minggu ke-28 :

Bobot minggu ke-28  
 $= 85,08 \% - 82,16 \%$   
 $= 2,92 \%$

EV minggu ke-28  
 $= 2,92 \% \times \text{Rp. } 10.879.019.215,36$   
 $= \text{Rp. } 283.942.401,42$

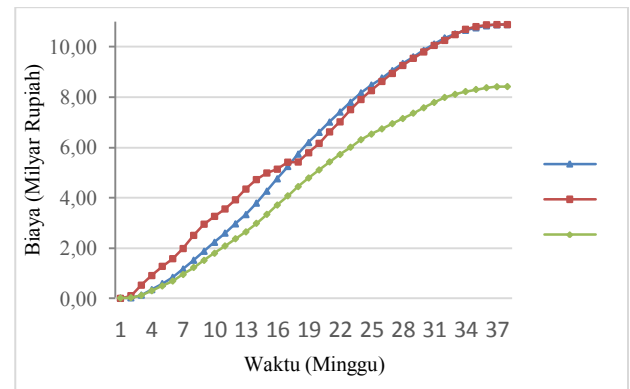
EV kumulatif minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 8.938.202.187,34 +$   
 $\text{Rp. } 283.942.401,42$   
 $= \text{Rp. } 9.255.869.548,43$

3) *Actual Cost (AC)*

Contoh hitungan *Actual Cost* pada minggu ke-28 :

AC minggu ke-28  
 $= 2,42 \% \times \text{Rp. } 8.417.282.945,76$   
 $= \text{Rp. } 203.667.220,42$

AC kumulatif minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 6.943.493.160,41 +$   
 $\text{Rp. } 203.667.220,42$   
 $= \text{Rp. } 7.147.160.380,83$



Gambar 7. Perbandingan antara nilai PV, EV, dan AC

## b. Analisis Varian

1) *Cost Variance (CV)*

Contoh hitungan *Cost Variance* pada minggu ke-28 :

CV minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 9.255.869.548,43 -$   
 $\text{Rp. } 7.147.160.380,83$   
 $= \text{Rp. } 2.108.709.167,60$

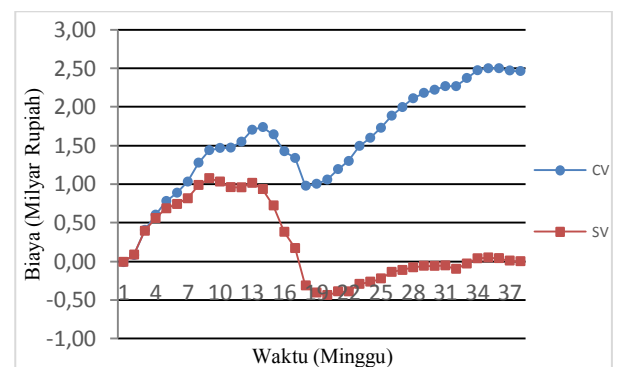
2) *Schedule Variance (SV)*

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

Contoh hitungan *Schedule Variance* pada minggu ke-28 :

SV minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 9.255.869.548,43 -$   
 $\text{Rp. } 9.334.696.697,06$   
 $= \text{Rp. } -78.827.148,63$

SV\* minggu ke-28  
 $= ((\text{Rp. } -78.827.148,63 \times 28) / \text{Rp. } 9.334.696.697,06) \times 7$   
 $= -1,66 \text{ hari}$



GAMBAR 8. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

3) *Cost Performance Index (CPI)*

Contoh hitungan *Cost Performance Index* pada minggu ke-28 :

CPI minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 9.255.869.548,43 / \text{Rp. } 7.147.160.380,83$

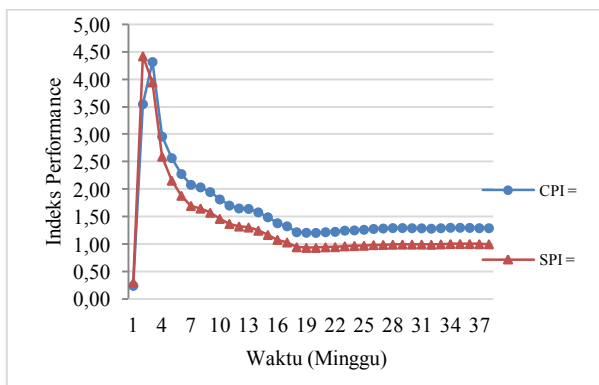
$$\begin{aligned} & 7.147.160.380,83 \\ & = 1,30 \end{aligned}$$

#### 4) *Schedule Performance Index (SPI)*

Contoh hitungan *Schedule Performance Index* pada minggu ke-28 :

SPI minggu ke-28

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 9.255.869.548,43 / \\ &\quad \text{Rp. } 7.147.160.380,83 \\ &= 0,99 \end{aligned}$$



GAMBAR 9. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

#### c. Prakiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek

##### 1) *Estimated to Complete (ETC)*

Untuk ETC dengan *progress* fisik < 50%, maka digunakan rumus :

Contoh hitungan *Estimated to Complete* < 50 % pada minggu ke-18:

ETC minggu ke-18

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 10.879.019.215,36 - \\ &\quad \text{Rp. } 5.419.927.373,09 \\ &= \text{Rp. } 5.459.091.842,27 \end{aligned}$$

Untuk ETC dengan *progress* fisik > 50%, maka digunakan rumus :

Contoh hitungan *Estimated to Complete* > 50 % pada minggu ke-28:

ETC minggu ke-28

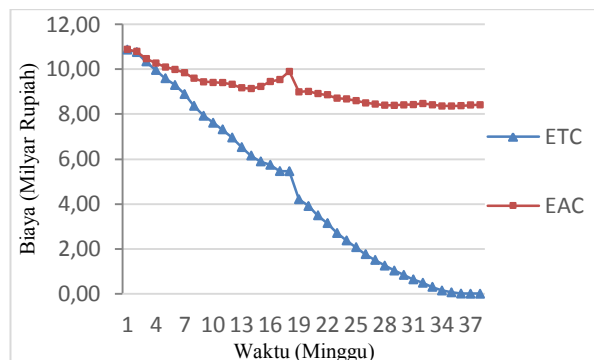
$$\begin{aligned} &= (\text{Rp. } 10.879.019.215,36 - \\ &\quad \text{Rp. } 9.255.869.548,43) / 1,30 \\ &= \text{Rp. } 1.253.357.227,10 \end{aligned}$$

##### 2) *Estimated at Completion (EAC)*

Contoh hitungan *Estimated at Completion* pada minggu ke-28 :

EAC minggu ke-28

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 10.879.019.215,36 / 1,30 \\ &= \text{Rp. } 8.400.517.607,93 \end{aligned}$$



GAMBAR 10. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

##### 3) *Time Estimated (TE)*

Contoh hitungan *Time Estimated* pada minggu ke-28 :

TE minggu ke-28

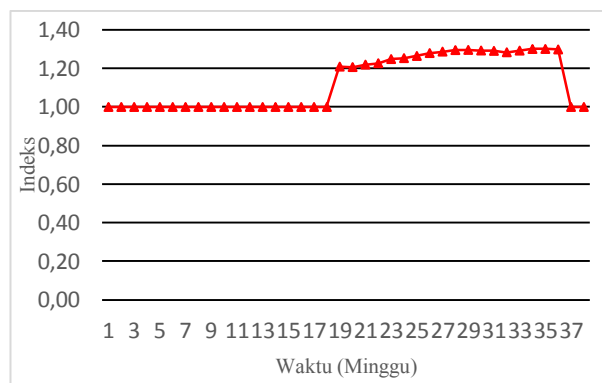
$$\begin{aligned} &= 28 + \frac{38 - (28)}{0,99} \\ &= 38 \text{ minggu} \end{aligned}$$

#### d. Analisis Prakiraan Rencana Terhadap Penyelesaian Proyek

Contoh hitungan *To Complete Performance Index* pada minggu ke-28 :

TCPI minggu ke-28

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{Rp. } 10.879.019.215,36 - \text{Rp. } 9.255.869.548,43)}{(\text{Rp. } 8.400.517.607,93 - \text{Rp. } 7.147.160.380,83)} \\ &= 1,30 \end{aligned}$$



GAMBAR 11. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

#### 3. 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-28 ditabelkan pada Tabel 4.

TABEL 4. Rekapitulasi Hasil Analisis *Earned Value* Minggu ke-28

| Parameter<br><i>Earned Value</i> | Nilai               | Keterangan                       |
|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| BAC                              | Rp10.879.019.215,36 | Nilai Kontrak                    |
| PV                               | Rp 9.334.696.697,06 |                                  |
| EV                               | Rp 9.255.869.548,43 |                                  |
| AC                               | Rp 7.147.160.380,83 |                                  |
| SV                               | Rp -78.827.148,63   | Proyek Terlambat                 |
| CV                               | Rp 2.108.709.167,60 | Biaya Akhir Lebih Kecil dari BAC |
| CPI                              | 1,30                | Biaya Akhir Lebih Kecil dari BAC |
| SPI                              | 0,99                | Proyek Terlambat                 |
| EAC                              | Rp 8.400.517.607,93 |                                  |
| ETC                              | Rp 1.253.357.227,10 |                                  |
| TE                               | 38                  |                                  |
| TCPI                             | 1,30                | Mengalami Penurunan Kinerja      |

SUMBER: Hasil pengolahan data

TABEL 5. Hasil Perhitungan Penambahan Jam Lembur

|                                                  |               |                      |
|--------------------------------------------------|---------------|----------------------|
| <b>Pas. Keramik lantai 40/40 elv +8.00</b>       |               |                      |
| Produktifitas normal tiap jam                    | 6,03          | m <sup>2</sup> /jam  |
| Produktifitas lembur                             | 12,67         | m <sup>2</sup> /hari |
| <i>Crash Duration</i>                            | 6             | hari                 |
| Waktu lembur per hari                            | 3             | jam/hari             |
| Total waktu lembur                               | 18            | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                              | 15.196.500,00 | Rupiah               |
| <b>Pasangan acian dinding dan beton lantai 3</b> |               |                      |
| Produktifitas normal tiap jam                    | 22,22         | m <sup>2</sup> /jam  |
| Produktifitas lembur                             | 46,67         | m <sup>2</sup> /hari |
| <i>Crash Duration</i>                            | 6             | hari                 |
| Waktu lembur per hari                            | 3             | jam/hari             |
| Total waktu lembur                               | 18            | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                              | 15.706.166,67 | Rupiah               |
| <b>Kusen Jendela Type J2 Lantai 1</b>            |               |                      |
| Produktifitas normal tiap jam                    | 0,33          | unit/jam             |
| Produktifitas lembur                             | 0,79          | unit/hari            |
| <i>Crash Duration</i>                            | 6             | hari                 |
| Waktu lembur per hari                            | 4             | jam/hari             |
| Total waktu lembur                               | 24            | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                              | 3.002.500,67  | Rupiah               |
| <b>Kusen Jendela Type J4 Lantai 1</b>            |               |                      |
| Produktifitas normal tiap jam                    | 0,74114       | unit/jam             |
| Produktifitas lembur                             | 1,77873       | unit/hari            |

|                                       |                      |                      |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
| <i>Crash Duration</i>                 | 7                    | hari                 |
| Waktu lembur per hari                 | 4                    | jam/hari             |
| Total waktu lembur                    | 28                   | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                   | 3.144.166,67         | Rupiah               |
| <b>Kusen Jendela Type J4 Lantai 2</b> |                      |                      |
| Produktifitas normal tiap jam         | 0,88936              | unit/jam             |
| Produktifitas lembur                  | 2,134                | unit/hari            |
| <i>Crash Duration</i>                 | 7                    | hari                 |
| Waktu lembur per hari                 | 4                    | jam/hari             |
| Total waktu lembur                    | 28                   | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                   | 3.144.166,67         | Rupiah               |
| <b>Kusen Jendela Type J1 Lantai 3</b> |                      |                      |
| Produktifitas normal tiap jam         | 0,50794              | unit/jam             |
| Produktifitas lembur                  | 1,21905              | unit/hari            |
| <i>Crash Duration</i>                 | 7                    | hari                 |
| Waktu lembur per hari                 | 4                    | jam/hari             |
| Total waktu lembur                    | 28                   | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                   | 9.689.166,67         | Rupiah               |
| <b>Pas. Keramik dinding 20/25</b>     |                      |                      |
| Produktifitas normal tiap jam         | 1,72840              | m <sup>2</sup> /jam  |
| Produktifitas lembur                  | 3,630                | m <sup>2</sup> /hari |
| <i>Crash Duration</i>                 | 7                    | hari                 |
| Waktu lembur per hari                 | 3                    | jam/hari             |
| Total waktu lembur                    | 21                   | jam                  |
| Jumlah biaya lembur                   | 3.563.388,89         | Rupiah               |
| <b>Total biaya lembur</b>             | <b>53.466.055,56</b> | <b>Rupiah</b>        |

SUMBER: Hasil pengolahan data

TABEL 6. Hasil Perhitungan Penambahan Tenaga kerja

|                                                  |              |        |
|--------------------------------------------------|--------------|--------|
| <b>Pas. Keramik lantai 40/40 elv +8.00</b>       |              |        |
| Jumlah pekerja tambahan                          | 9            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan                           | 5            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan                    | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan                           | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja                     | 7.759.500,00 | Rupiah |
| <b>Pasangan acian dinding dan beton lantai 3</b> |              |        |
| Jumlah pekerja tambahan                          | 9            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan                           | 5            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan                    | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan                           | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja                     | 7.759.500,00 | Rupiah |
| <b>Kusen Jendela Type J2 Lantai 1</b>            |              |        |

|                               |              |        |
|-------------------------------|--------------|--------|
| Jumlah pekerja tambahan       | 1            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan        | 1            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan        | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja  | 2.145.500,00 | Rupiah |

**Kusen Jendela Type J4 Lantai 1**

|                               |              |        |
|-------------------------------|--------------|--------|
| Jumlah pekerja tambahan       | 1            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan        | 2            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan        | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja  | 2.688.000,00 | Rupiah |

**Kusen Jendela Type J4 Lantai 2**

|                               |              |        |
|-------------------------------|--------------|--------|
| Jumlah pekerja tambahan       | 1            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan        | 2            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan        | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja  | 2.688.000,00 | Rupiah |

**Kusen Jendela Type J1 Lantai 3**

|                               |              |        |
|-------------------------------|--------------|--------|
| Jumlah pekerja tambahan       | 2            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan        | 5            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan        | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja  | 4.746.000,00 | Rupiah |

**Pas. Keramik dinding 20/25**

|                               |              |        |
|-------------------------------|--------------|--------|
| Jumlah pekerja tambahan       | 1            | orang  |
| Jumlah tukang tambahan        | 2            | orang  |
| Jumlah kepala tukang tambahan | 1            | orang  |
| Jumlah mandor tambahan        | 1            | orang  |
| Upah penambahan tenaga kerja  | 2.688.000,00 | Rupiah |

**Total biaya lembur 30.474.500,00 Rupiah**

SUMBER: Hasil pengolahan data

Adapun penjelasan dari Tabel 4 adalah sebagai berikut :

- Indikator Earned Value pada minggu ke-28 adalah nilai PV sebesar Rp. 9.334.696.697,06, nilai EV sebesar Rp. 9.255.869.548,43, dan nilai AC sebesar Rp. 7.147.160.380,83.
- Kinerja pada minggu ke-28 sesuai tabel di atas adalah nilai SV negatif (Rp. - 78.827.148,63) dan nilai SPI sebesar 0,99 < 1, artinya terjadi keterlambatan jadwal

pelaksanaan terhadap jadwal rencana. Sedangkan nilai CV positif (Rp. 2.108.709.167,60) dan nilai sebesar 1,30 > 1, artinya biaya akhir lebih kecil dari anggaran.

- Adapun perkiraan biaya penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah EAC (Rp. 8.400.517.607,93) dan ETC (Rp. 1.253.357.227,10). Sedangkan perkiraan waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah 38 hari kerja. Nilai

indeks kepercayaan kinerja (TCPI)  $> 1$  atau senilai 1,30 berarti penurunan kinerja.

#### 4. *Crashing Program*

##### a. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Berdasarkan Tabel 5 di atas diketahui bahwa total biaya lembur pada minggu ke-29 adalah Rp. 53.466.055,56 dengan waktu yang bervariasi pada tiap-tiap item pekerjaan sesuai dengan produktifitas tenaga kerja.

##### b. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Berdasarkan Tabel 6 di atas diketahui total biaya penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 30.474.500,00 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 Gedung di Indonesia, 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-28 adalah nilai PV sebesar Rp. 9.334.696.697,06, nilai EV sebesar Rp. 9.255.869.548,43, dan nilai AC sebesar Rp. 7.147.160.380,83.
2. Nilai CPI pada minggu ke-2 dan seterusnya menunjukkan nilai  $> 1$  yang artinya biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat. Nilai SPI pada minggu pertama dan minggu ke-18 sampai dengan minggu ke-32 menunjukkan nilai  $< 1$ , yang artinya bahwa kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana. Kinerja pada minggu ke-28 adalah nilai SV negatif (Rp. -78.827.148,63) dan nilai SPI sebesar 0,99  $< 1$ , artinya terjadi keterlambatan jadwal pelaksanaan terhadap jadwal rencana. Sedangkan nilai CV positif (Rp. 2.108.709.167,60) dan nilai sebesar 1,30  $> 1$ , artinya biaya akhir lebih kecil dari anggaran.

3. Adapun perkiraan biaya penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah EAC (Rp. 8.400.517.607,93) dan ETC (Rp. 1.253.357.227,10). Sedangkan perkiraan waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah 38 minggu. Nilai indeks kepercayaan kinerja (TCPI)  $> 1$  atau senilai 1,30 berarti penurunan kinerja.
4. Total biaya penambahan jam kerja(lembur) pada minggu ke-29 adalah Rp. 53.466.055,56. Sedangkan total biaya penambahan tenaga kerja adalah sebesar Rp. 30.474.500,00. Artinya crashing dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) membutuhkan biaya lebih besar daripada 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 strategic 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., 2010. *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.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit :Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek*. Penerbit :Erlangga, Jakarta.

---

PENULIS:

Mandiyo Priyo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183.

Email: mandiyop@yahoo.com

Khairil Fajri Indraga

Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183.