

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Sebelumnya

Untuk mendukung penelitian ini, tentunya sangat dibutuhkan penelitian-penelitian sebelumnya untuk sebagai acuan sekaligus sebagai referensi yang tepat agar penelitian yang dihasilkan dapat maksimal. Berikut referensi penelitian yang saya ambil :

1. Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) (*Study Kasus Pembangunan Jembatan Pethuk 1 Ruas Jalan Kota Kupang*)

Penelitian ini dilakukan oleh Auzan dkk (2017) dengan topik bahasan "*Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value) (Study Kasus Pembangunan Jembatan Pethuk 1 Ruas Jalan Kota Kupang)*"

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni :

- a. Mengetahui penyebab keterlambatan dan hambatan yang terjadi di proyek.
- b. Menemukan strategi dan solusi kontraktor

Kesimpulan dari penelitian ini yakni :

- a. Kinerja pelaksanaan proyek berdasarkan konsep nilai hasil (*Earned Value*) pada evaluasi bulan Februari 2017 adalah sebagai berikut :
 1. Nilai ACWP sebesar 135,49 M dan nilai BCWP 135,28 M serta nilai BCWS sebesar 188,4 M.
 2. Nilai SV dan CV yang bernilai (-) dan nilai SPI dan CPI < 1 ini menunjukkan bahwa proyek mengalami pembengkakan biaya dan keterlambatan waktu.
 3. Keterlambatan proyek ini disebabkan karena adanya perubahan metode pelaksanaan pada metode *erection girder* yang semula menggunakan sistem *portal gantry* menjadi *launcher*. Sedangkan pembengkakan biaya terjadi karena waktu sewa peralatan pendukung pekerjaan *erection* lebih lama. Estimasi waktu dan biaya penyelesaian

proyek berdasarkan konsep nilai hasil (*Earned Value*) adalah sebagai berikut :

- a. Nilai EAC adalah sebesar 188,67 M, ini berarti biaya akhir proyek meningkat 0,318% melebihi kontrak awal yaitu sebesar 188,4 M.
- b. Nilai TAC adalah 106 minggu. Sedangkan waktu proyek yang direncanakan selesai dalam 36 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa pekerjaan proyek akan terlambat selama 30 minggu.

b. Strategi dan solusi yang dilakukan kontraktor :

1. Strategi yang dilakukan yakni membuat *time schedule* baru dan merubah metode pelaksanaan *erection girder*. Dampak dari penggantian metode tersebut ialah terjadinya keterlambatan pada pelaksanaan proyek karena diperlukan waktu untuk fabrikasi alat *launcher*.
2. Efisiensi pada item pekerjaan lain sehingga bisa mengurangi pembengkakan biaya akibat sewa alat.

2. Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung J (Irma Utama) RSUD Provinsi Ntb Menggunakan Metode *Earned Value*

Penelitian ini dilakukan oleh Warka dkk (2015) dengan topik bahasan “*Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung J (Irma Utama) RSUD Provinsi NTB Menggunakan Metode Earned Value*”

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni :

- a. Mengetahui kinerja biaya dan waktu proyek pembangunan RSUP gedung J (irma utama) pada saat peninjauan ?
- b. Mengetahui kemungkinan terjadinya penyimpangan positif atau negatif pada proyek pembangunan RSUP gedung J (irma utama) ?

Kesimpulan dari penelitian ini yakni :

- a. Di akhir peninjauan pada minggu ke-21, kinerja waktu SPI sebesar $1,561887745 > 1$. Hal ini menunjukkan bahwasannya waktu pelaksanaan pekerjaan mengalami kemajuan sebesar 7,291% daripada rencana awal proyek yang direncanakan sebesar 42,534% dengan realisasi pekerjaan 49,825%. Kemudian nilai CPI ialah $1,283464 > 1$, hal ini menunjukan

pengeluaran biaya pekerjaan lebih rendah dari anggaran yang direncanakan.

- b. Kondisi prestasi pekerjaan proyek lebih tinggi daripada rencana mengakibatkan penyimpangan positif dari segi waktu dan biaya. Jika prestasi proyek tetap seperti ini maka waktu penyelesaian proyek akan lebih cepat dan biaya yang dikeluarkan lebih minim dari anggaran yang direncanakan.

3. Pengendalian Biaya dan Waktu Proyek Gedung SMK Dwija Bhakti Jombang Dengan Menggunakan Metode *Earned Value*

Penelitian ini dilakukan oleh Purnomo dkk (2019) dengan topik bahasan “*Pengendalian Biaya dan Waktu Proyek Gedung SMK Dwija Bhakti Jombang Dengan Menggunakan Metode Earned Value*”

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni :

- a. Mengetahui nilai *Budgeted Cost Of Work Performed* (BCWP) pada proyek Gedung SMK Dwija Bhakti Jombang.
- b. Mengetahui kinerja biaya dan waktu proyek pada Gedung SMK Dwija Bhakti Jombang.
- c. Mengetahui estimasi biaya akhir proyek pada Gedung SMK Dwija Bhakti Jombang

Kesimpulan dari penelitian ini yakni :

- a. Untuk nilai *Earned Value* (EV) yaitu *Budgeted Cost Of Work Performed* (BCWP) pada minggu ke-8 sampai minggu ke-16 grafik kurva tersebut berjalan sesuai *Schedule* proyek dengan rencana anggaran biaya yang telah ditentukan.
- b. Pada akhir peninjauan yaitu pada minggu ke-8 nilai perhitungan *Cost Variance* (CV) Negatif (-) dan *Schedule Variance* (SV) Positif (+), hal ini menunjukkan bahwa diminggu ke-8 biaya pekerjaan lebih besar dari rencana anggaran dan pekerjaan lebih cepat dari jadwal yang direncanakan, kemudian Minggu ke-9 sampai Minggu ke-16 *Cost Variance* dan *Shcedule Variance* mendapat nilai Negatif (-) dan dapat disimpulkan bahwa biaya lebih besar dari anggaran dan pekerjaan

pembangunan terlambat. Minggu ke-8 kinerja biaya (CPI) ialah 1, hal ini mengindikasikan bahwa kinerja biaya yang baik, kemudian terjadi penghematan biaya aktual pelaksanaan dibandingkan dengan biaya rencana untuk bagian pekerjaan tersebut. Berdasarkan hasil analisa jadwal rencana proyek, nilai kinerja jadwal (SPI) adalah 1.02. Hal ini menunjukkan bahwa pekerjaan pembangunan proyek lebih cepat selesai dari perencanaan proyek. Untuk nilai CPI dan SPI selanjutnya bisa dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

- c. Di akhir masa peninjauan yakni pada minggu ke-16 untuk nilai *Estimate At Completion* (EAC) proyek didapatkan sebesar Rp. 1.582.187.356, nilai tersebut lebih daripada biaya total keseluruhan pada minggu ke-16 sebesar Rp.1.552.086.992,- hal ini dapat diartikan bahwa proyek tersebut mengalami kerugian dan perkiraan waktu penyelesaian proyek *Estimate To Completion* (ETC) pada minggu ke-16 adalah 143 hari yang berarti proyek akan selesai lebih lama 23 hari dari waktu yang telah direncanakan pada minggu ke-17 yaitu 120 hari.

4. Model Perhitungan Rentang Durasi Probabilistik Menggunakan Metode *Earned Schedule* Pada Proyek Di Jakarta Dan Sekitarnya

Penelitian ini dilakukan oleh Shindy & Anondho (2018) dengan topic bahasan “*Model Perhitungan Rentang Durasi Probabilistik Menggunakan Metode Earned Schedule Pada Proyek Di Jakarta Dan Sekitarnya*”

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni :

- a. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh model perhitungan rentang prediksi durasi akhir proyek.
- b. Mengetahui pengaruh dari standar deviasi terhadap rentang durasi probabilistik.

Kesimpulan dari penelitian ini yakni :

- a. Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa model perhitungan rentang prediksi durasi probabilistik akhir proyek konstruksi dapat digunakan untuk menghitung tingkat keberhasilan

prediksi durasi probabilistik akhir proyek di daerah Jakarta dan sekitarnya.

- b. Besaran standar deviasi pada setiap proyek dapat mempengaruhi hasil perhitungan rentang durasi probabilistik. Semakin besar standar deviasi maka semakin baik hasil perhitungan rentang durasi probabilistik.

5. Analisis Pengendalian Biaya Dan Waktu Terhadap Proyek Konstruksi Dengan Metode *Earned Value* (Studi Kasus: Proyek Perumahan Penajam Paser Utara)

Penelitian ini dilakukan oleh Khairunnisa dkk (2018) dengan topik bahasan “*Analisis Pengendalian Biaya Dan Waktu Terhadap Proyek Konstruksi Dengan Metode Earned Value (Studi Kasus: Proyek Perumahan Penajam Paser Utara)*”

Adapun tujuan dari penelitian ini yakni :

- a. Mengetahui analisis perhitungan *Earned Value* pada kinerja biaya dan waktu terhadap Proyek Pembangunan Perumahan di Kabupaten Penajam Paser Utara
- b. Mengetahui estimasi biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek bila dilihat dari saat peninjauan
- c. Mengetahui langkah yang diambil dari akibat adanya penyimpangan sehingga proyek dapat selesai tepat waktu

Kesimpulan dari penelitian ini yakni :

- a. Nilai *Earned Value* analysis pada Proyek Pembangunan Perumahan di Kabupaten Penajam Paser Utara hingga minggu ke- 18 peninjauan menghasilkan nilai BCWS sebesar Rp 4.027.348.719,70, nilai BCWP sebesar Rp 2.921.787.526,15 dan nilai ACWP sebesar Rp 3.040.032.518,10. Hasil dari perhitungan SV sebesar Rp -(1.105.561.194) hal ini menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan pada saat pelaksanaan proyek. Hasil dari CV sebesar Rp -(118.244.992) hal ini menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan proyek lebih besar dari anggaran biaya yang telah direncanakan. SPI bernilai 0,73 dan CPI bernilai 0,96 yang diketahui berada <1 yang artinya proyek tersebut mengalami

keterlambatan dan mengalami pembengkakan biaya dari yang telah direncanakan.

- b. Untuk estimasi EAC dengan peninjauan dari *Earned Value* analisis sebesar Rp 5.957.527.520,78 yaitu biaya yang lebih besar daripada rencana anggaran proyek sebesar Rp 5.746.122.000,00 sehingga dapat menimbulkan pembengkakan biaya proyek sebesar Rp 211.405.520,78. Sedangkan ECD dengan peninjauan dari *Earned Value* analisis yaitu 242 hari dengan durasi waktu yang lebih panjang dari durasi rencana proyek yaitu 210 hari atau terlambat 32 hari.
- c. Penyimpangan pada proyek ini dikarenakan performa pengerjaan pelaksanaan proyek berjalan lambat dari jadwal yang direncanakan sehingga diperlukan percepatan agar proyek tersebut dapat selesai tepat waktu. Mengidentifikasi pekerjaan yang akan ditinjau dengan perhitungan *cost slope* yakni dengan menambahkan jumlah jam kerja lembur selama 1 jam. Hasil analisis dengan jam lembur 1 jam tersebut dapat memangkas biaya proyek sebesar Rp 5.763.048.908,68 dengan durasi pekerjaan optimal selama 202 hari kerja.

B. Simpulan Penelitian Sebelumnya

Dari penelitian yang dilaksanakan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa Metode *Earned Value* cukup praktis dan efektif bila diterapkan dalam sebuah proyek untuk menganalisis biaya dan waktu proyek. Disisi lain Metode *Earned Schedule* juga demikian, cukup baik untuk menganalisis kinerja waktu proyek.

Metode *Earned Value* dan Metode *Earned Schedule* merupakan dua metode yang saling berkaitan dimana untuk Metode *Earned Value* sendiri menggunakan indikator biaya sedangkan Metode *Earned Schedule* menggunakan indikator waktu.

C. Perbedaan Penelitian

Perbedaan penelitian ini terletak pada pengkombinasian dua metode yakni Metode *Earned Value* dan Metode *Earned Schedule* serta perhitungan *Crash Program* sebagai langkah antisipatif apabila proyek mengalami keterlambatan.

Penelitian yang dilaksanakan sebelumnya berbeda yakni Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu Proyek Menggunakan Metode *Earned Value* dan Metode *Earned Schedule* pada proyek Pembangunan Gedung Kuliah 4 Lantai Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

D. Proyek

1. Pengertian Proyek

Menurut *Association for Project Management* (APM), definisi proyek adalah sebuah pekerjaan yang bersifat unik dan sementara. Proyek dilaksanakan untuk mencapai tujuan yang direncanakan dan dapat membuahkan hasil atau manfaat yang diinginkan. Kemudian waktu dan biaya merupakan pondasi utama dari sebuah proyek.

Waktu dan biaya dari sebuah proyek tidak semuanya berjalan sesuai rencana. Terlambat atau tidaknya tergantung metode pelaksanaan dari proyek tersebut dan ada berbagai macam cara untuk mengantisipasi terlambatnya sebuah proyek. Proyek bisa dikatakan berhasil apabila jika dapat mencapai tujuan dan hasil yang diinginkan dalam waktu dan anggaran yang sesuai kesepakatan antara pemilik proyek dan pelaksana proyek.

2. Perencanaan Proyek

Secara umum, definisi perencanaan adalah suatu proses dalam manajemen proyek dengan tujuan dan sasaran tertentu termasuk didalamnya menyiapkan segala program teknis dan administratif agar dapat diterapkan.

Tujuan perencanaan yakni melakukan usaha memenuhi ketentuan dan persyaratan spesifikasi teknis proyek yang telah ditentukan dengan biaya, mutu dan waktu tertentu dengan jaminan faktor keselamatan.

Perencanaan sebuah proyek mencakup hal-hal sebagai berikut :

- a. Estimasi kebutuhan sumber daya manusia, bahan dan metode analisis yang penggunaannya efisien.
- b. Perkiraan kebutuhan dana yang dianggarkan.
- c. Penentuan standar untuk mengukur progress sebuah proyek.

3. Manajemen Proyek

Menurut Dimiyanti & Nurjaman (2014), Manajemen proyek ialah proses merencanakan, memimpin, mengorganisasikan dan mengendalikan organisasi serta sumber daya lainnya sehingga dapat mencapai sasaran organisasi yang telah ditentukan sebelumnya.

Tujuan dari manajemen proyek adalah untuk dapat mengelola fungsi manajemen hingga diperoleh hasil yang maksimal sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan serta untuk dapat mengelola sumber daya yang ada dengan efektif dan efisien.

Manfaat yang diperoleh dari penerapan manajemen proyek ialah sebagai berikut:

- a. Perencanaan (*Planning*), dapat merencanakan jalannya suatu proyek mulai dari waktu, biaya dan keperluan lainnya.
- b. Pengorganisasian (*Organizing*), merupakan sarana untuk mengatur, mengelola dan mengorganisir sumber daya, tenaga kerja, material, peralatan dan modal secara efektif dan efisien dengan penerapan sistem manajemen proyek.
- c. Pengarahan (*Directing*), yaitu mengarahkan jalannya suatu proyek dengan *schedule* yang telah ditentukan
- d. Pengoordinasian (*Coordinating*), yakni melakukan koordinasi ke seluruh aktivitas proyek dilapangan atau diluar lapangan.
- e. Pengawasan (*Controlling*), yakni mengontrol dan mengawasi kegiatan di proyek baik dari mutu pekerjaan maupun pelaksanaan proyek.

4. Pengendalian Proyek

Dalam Soeharto (1995). Mockler (1972) menyatakan bahwa, pengendalian merupakan usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan perencanaan, merancang suatu sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran.

Adapun tujuan dan manfaat pengendalian proyek sebagai berikut :

- a. Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek
- b. Mengetahui kesinambungan antara pekerjaan satu dengan lainnya
- c. Mengetahui penyediaan dana atau keuangan proyek
- d. Dapat mengendalikan waktu penyelesaian
- e. Sebagai sarana koordinasi dari pimpinan
- f. Dapat mengukur, menilai dan mengevaluasi proyek
- g. Untuk menyiapkan tenaga kerja, alat dan material.

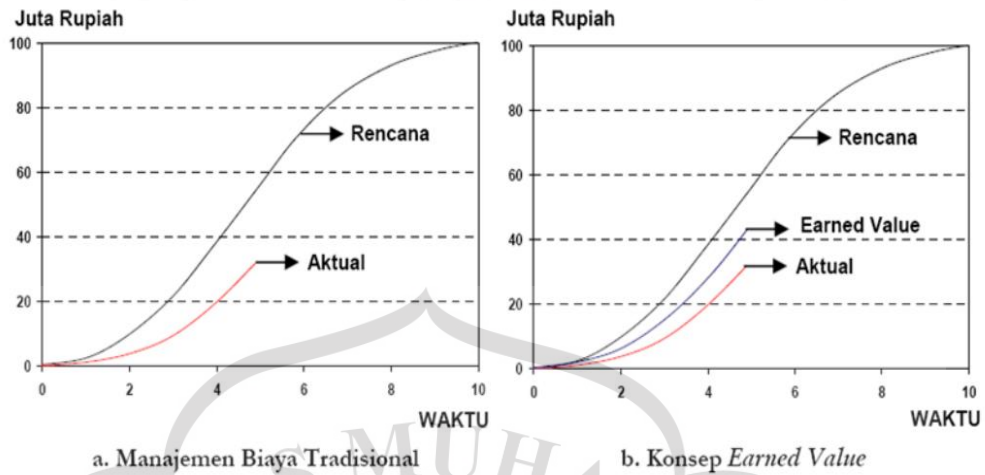
E. Konsep Pengendalian Waktu dan Biaya

Dalam sebuah proyek, biaya merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam berjalannya sebuah proyek dan perlunya pengendalian biaya proyek agar biaya yang dikeluarkan sesuai anggaran perencanaan. Perencanaan awal proyek selalu menjadi acuan untuk keberlangsungannya sebuah proyek baik dari waktu maupun biaya. Dan informasi realisasi pekerjaan atau permasalahan di proyek akan menjadi bahan evaluasi untuk meminimalisir penyimpangan proyek.

1. Metode *Earned Value*

Metode *Earned Value* adalah metode yang menghitung besarnya biaya yang dikeluarkan dan waktu yang diselesaikan dengan menyesuaikan anggaran atau waktu perencanaan. Metode ini digunakan untuk mengetahui kemajuan proyek lebih besar atau lebih kecil dari anggaran perencanaan dan lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal yang sudah direncanakan. Dengan penerapan metode ini dapat diketahui langkah apa saja untuk menyikapi hasil analisis proyek. Point utama pada metode ini ialah dengan biaya, maksudnya untuk mengukur biaya dan waktu berdasarkan indikator biaya. Untuk akurasi hasil analisis metode ini cukup baik

Dengan perhitungan metode ini dapat diketahui kinerja biaya dan waktu proyek yang sedang berlangsung, sehingga dapat membuat perkiraan pencapaian sasaran. maka dari itu digunakan 3 indikator utama, yaitu ACWP (*Actual Cost Of Work Performed*), BCWP (*Budgeted Cost Of Work Performed*), dan BCWS (*Budgeted Cost Of Work Schedule*).



Gambar 2.1 Perbandingan Manajemen Biaya Tradisional Dengan Konsep *Earned Value*

(Sumber: Soemardi dkk, 2007)

a. Indikator yang digunakan

Menurut Ervianto (2004), bahwa konsep dari nilai hasil dapat digunakan untuk menganalisis kinerja proyek dan membuat sebuah perkiraan capaian sasaran. Ada 3 indikator yang digunakan, yakni :

1. ACWP (*Actual Cost of Work Performed*)

Merupakan representasi dari keseluruhan pengeluaran yang dikeluarkan pada proyek tertentu. Nilai ACWP perminggu diperoleh berdasarkan bobot mingguan realisasi di *time schedule* dan untuk anggaranya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

Rumus :

$$ACWP = \frac{\text{Bobot Pelaksanaan Perminggu}}{\text{Bobot Rencana Perminggu}} \times \text{Anggaran Pelaksanaan} \dots\dots\dots (2.1)$$

2. BCWP (*Budget Cost of Work Performed*)

Merupakan nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan dalam kurun waktu tertentu. Bila nilai ACWP dibandingkan BCWP maka akan terlihat perbandingan antara biaya aktual yang telah dikeluarkan dengan biaya yang seharusnya dikeluarkan.

Rumus :

$$BCWP = \frac{\text{Bobot Pelaksanaan Perminggu}}{\text{Bobot Rencana Perminggu}} \times \text{Anggaran Pelaksanaan}$$

..... (2.2)

3. BCWS (*Budget Cost of Work Schedule*)

Merupakan anggaran biaya yang diperuntukan berdasarkan *time schedule* yang telah disusun.

Rumus :

$$BCWS = \frac{\text{Bobot Rencana Perminggu}}{\text{Bobot Rencana Keseluruhan}} \times \text{Anggaran Pelaksanaan}$$

..... (2.3)

b. Analisis Varians

Analisis varians digunakan untuk mengetahui kemajuan hasil yang diramalkan dari yang telah diperkirakan. Menurut Priyo, M. dkk (2008), Menyatakan bahwa dengan memakai 3 indikator diatas maka didapatkan hasil varians dan juga dapat mengevaluasi indeks produktivitas biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan. Varians yang dihasilkan ada 2, meliputi :

1. Varians Biaya (CV)

Cost Varians atau varians biaya merupakan penyimpangan pengeluaran biaya untuk pelaksanaan pekerjaan terhadap prestasi *real* dalam suatu biaya. Berikut rumus varians biaya :

$$CV = BCWP - ACWP$$

..... (2.4)

Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Apabila nilai negative (-) menunjukkan bahwa biaya lebih tinggi dari anggaran rencana
- Apabila nol (0) menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan sama dengan rencana.
- Apabila positif (+) menunjukkan bahwa biaya lebih rendah dari anggaran rencana

2. Varians Jadwal (SV)

Schedule Varians (SV) atau varians jadwal merupakan penyimpangan *real* pada pelaksanaan pekerjaan terhadap jadwal rencana atau varians jadwal. Berikut rumus varians jadwal :

$$SV = BCWP - BCWS \dots\dots\dots (2.5)$$

- Apabila nilai negative (-) menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan mengalami keterlambatan.
- Apabila nilai nol (0) menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan sesuai jadwal atau tepat waktu.
- Apabila nilai positif (+) menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dari jadwal rencana.

Berikut hubungan antara varians biaya atau *cost varians* (CV) dan varians jadwal atau *schedule varians* (SV) yang ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2.1 Analisis Varians Terpadu

Varians Jadwal BCWP - BCWS	Varians Biaya BCWP - ACWP	Keterangan
Positif	Positif	Pekerjaan lebih cepat dari jadwal dengan biaya kurang dari anggaran perencanaan
Nol	Positif	Pekerjaan lebih cepat dari <i>time schedule</i> dengan biaya kurang dari anggaran
Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dengan biaya lebih tinggi dari anggaran
Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana tepat waktu dengan biaya lebih tinggi dari anggaran
Positif	Nol	Pekerjaan selesai lebih cepat dengan biaya sesuai anggaran
Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dengan biaya sesuai anggaran rencana

Nol	Nol	Pekerjaan sesuai jadwal rencana dengan biaya sesuai anggaran
Positif	Negative	Pekerjaan selesai lebih cepat dengan pengeluaran biaya lebih tinggi dari anggaran

(Sumber : Soeharto, 1995)

c. Indeks Produktifitas dan Kinerja

Indeks performansi digunakan untuk mengetahui efisiensi penggunaan sumber daya. Menurut Priyo dkk (2008), memberikan rumus sebagai berikut :

1. *Cost Performance Index (CPI)*

Merupakan faktor efisiensi biaya yang dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (BCWP) dengan biaya yang telah dikeluarkan dalam periode yang sama (ACWP).

$$CPI = BCWP/ACWP \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan ketentuan :

CPI = 1 : biaya sesuai anggaran

CPI > 1 : biaya yang dikeluarkan lebih kecil

CPI < 1 : biaya yang dikeluarkan lebih besar

2. *Schedule Performance Index (SPI)*

Merupakan faktor efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan dapat diperlihatkan oleh perbandingan antara nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (BCWP) dengan rencana pengeluaran biaya yang telah dikeluarkan berdasarkan rencana pekerjaan (BCWS)

$$SPI = BCWP/BCWS \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan ketentuan:

SPI = 1 : Proyek tepat waktu sesuai *time schedule*

SPI > 1 : Proyek selesai lebih cepat dari *time schedule*

SPI < 1 : Proyek mengalami keterlambatan dari *time schedule*

3. *Budgeted Estimate to Complete (BETC)*

Merupakan prakiraan biaya untuk menyelesaikan pekerjaan proyek yang tersisa. BETC dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$BETC = (BAC-BCWP)/CPI \dots\dots\dots (2.8)$$

4. Budgeted Estimate At Completion (BEAC)

Merupakan jumlah pengeluaran biaya sampai dengan pelaporan beserta prakiraan biaya untuk pekerjaan proyek tersisa. (BEAC) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$BEAC = ACWP + BETC \dots\dots\dots (2.9)$$

5. Schedule Estimate To Complete (SETC)

Merupakan waktu pekerjaan tersisa dibagi dengan indeks kinerja jadwal. (SETC) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SETC = (SAC - tBCWP)/SPI \dots\dots\dots (2.10)$$

6. Schedule Estimate At Completion (SEAC)

Merupakan prakiraan waktu penyelesaian secara total, yang mana penyelesaian proyek pada saat pelaporan ditambah dengan perkiraan waktu pekerjaan tersisa (SETC) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$SEAC = tBCWP + SETC \dots\dots\dots (2.11)$$

d. Prakiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Akhir Proyek

Membuat prakiraan rencana waktu dan biaya akhir proyek berdasarkan atas indikator pada waktu pelaporan. Prakiraan rencana ini meliputi perencanaan biaya untuk pekerjaan tersisa (ETC), prakiraan biaya total proyek (EAC), prakiraan waktu pekerjaan tersisa (ETS), prakiraan total waktu proyek (EAS). Berikut merupakan rumus-rumus yang digunakan :

1. Estimate Temporary Cost (ETC)

Merupakan perencanaan biaya untuk pekerjaan tersisa, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$ETC = (BAC - BCWP)/CPI = BETC \dots\dots\dots (2.12)$$

2. *Estimate Temporary Schedule (ETS)*

Merupakan prakiraan waktu pekerjaan tersisa, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$ETS = (\text{Sisa Waktu})/\text{SPI} \dots\dots\dots(2.13)$$

3. *Estimate All Cost (EAC)*

Merupakan prakiraan total biaya proyek, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$EAC = \text{ACWP} + \text{ETC} \dots\dots\dots(2.14)$$

4. *Estimate All Schedule (EAS)*

Merupakan prakiraan total waktu proyek, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$EAS = \text{Waktu selesai} + \text{ETS} \dots\dots\dots(2.15)$$

2. Metode *Earned Schedule*

Earned Schedule merupakan suatu perkembangan dari metode *Earned Value*, metode ini menunjukkan kemungkinan menggambarkan kinerja jadwal dalam satuan waktu (Lipke, 2009). Metode *Earned Schedule* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ES = C + I \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

ES = *Earned Schedule*

C = Nilai periode yang dapat ditentukan dengan jumlah penambahan waktu dari pengukuran kinerja dasar yang memenuhi kondisi, $BCWP > BCWS$

I = Nilai interpolasi dengan menggunakan persamaan

$$I = (\text{EV} - \text{PV}(t)) / (\text{PV}(t)+1 - \text{PV}(t)) \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

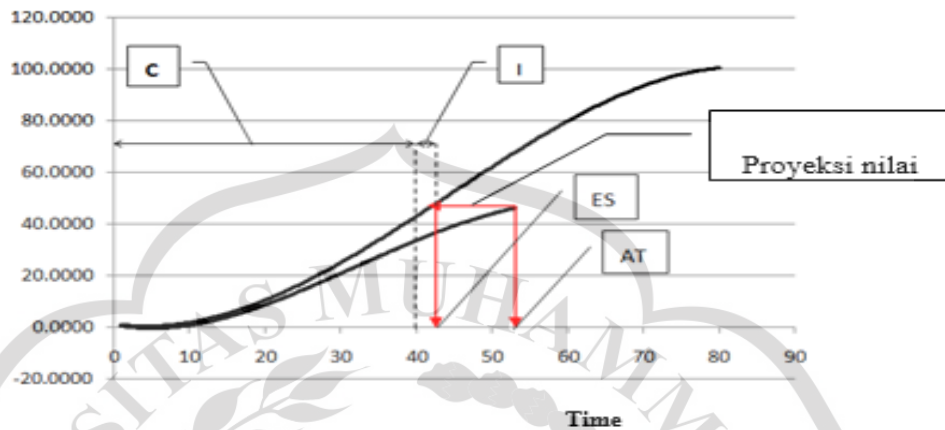
PV = Progress rencana kumulatif pekerjaan (BCWP)

EV = Progress kumulatif pekerjaan (BCWS)

$PV_{(t)+1}$ = Progress kumulatif pekerjaan minggu selanjutnya

Dalam perhitungan prediksi durasi akhir proyek konstruksi, tentu diperlukan beberapa parameter yang digunakan untuk mendapatkan nilai

Earned Schedule (ES). Gambaran dari parameter-parameter perhitungan nilai *Earned Schedule (ES)* tersebut dapat dilihat dan akan dijelaskan seperti pada gambar 2 seperti berikut ini:



Gambar 2.2 Parameter Perhitungan Nilai *Earned Schedule (ES)*

(Sumber : Andhono, 2017)

Data yang digunakan untuk perhitungan Metode *Earned Schedule (ES)* menggunakan perhitungan dengan indikator waktu bukan indikator biaya, kemudian indikator-indikator tersebut berupa *Schedule Variance (time)* atau SV_t dan *Schedule Performance Index (time)* atau SPI_t . Dibawah ini merupakan rumus dari kedua indikator tersebut :

a. *Schedule Variance time (SVt)*

Schedule Variance time atau SV_t yaitu sebuah indikator yang merupakan nilai selisih antara kinerja yang telah direncanakan pada proyek dengan kinerja realisasi proyek konstruksi tertentu. Ketika nilai SV_t bernilai positif artinya kinerja realisasi proyek konstruksi lebih cepat daripada kinerja yang telah dijadwalkan pada proyek, begitu juga sebaliknya apabila nilai SV_t bernilai negatif artinya kinerja realisasi proyek konstruksi mengalami keterlambatan dari yang telah dijadwalkan. Berikut rumus dari *Schedule Variance time* atau SV_t :

$$SV_t = ES - AT \dots\dots\dots (2.18)$$

b. Schedule Performance Index time (SPIt)

Schedule Performance Index time atau SPIt yaitu sebuah indikator yang menggambarkan besaran efisiensi dalam mencapai *Project Duration* (PD) untuk waktu yang diinvestasikan. Ketika nilai dari indikator SPIt lebih besar atau sama dengan 1, berarti kinerja jadwal dapat dinilai baik. Namun sebaliknya, apabila nilai dari indikator SPIt lebih kecil daripada 1, maka disimpulkan bahwa terdapat masalah pada kinerja jadwal sehingga perlu dilakukan investigasi dan diberi koreksi. Berikut rumus dari *Schedule Performance Index (time)* atau SPI(t) :

$$SPIt = ES / AT \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

AT = *Actual Time*, merupakan waktu aktual dari awal dimulainya suatu proyek hingga waktu di mana *Earned Value* (EV) diukur.

ES = *Earned Schedule*

c. Prakiraan Waktu Penyelesaian Akhir Proyek

Membuat prakiraan rencana waktu akhir proyek berdasarkan atas indikator pada waktu pelaporan. Prakiraan rencana ini meliputi prakiraan waktu pekerjaan tersisa (ETS) dan prakiraan total waktu proyek (EAS). Berikut merupakan rumus-rumus yang digunakan :

1. Estimate All Schedule (EAS)

Merupakan prakiraan total waktu proyek, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$EAS_t = AT + (PD - ES)/(SPIt) \dots\dots\dots (2.20)$$

2. Estimate Temporary Schedule (ETS)

Merupakan prakiraan waktu untuk pekerjaan tersisa, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$ETS_t = (EAS_t - AT) \dots\dots\dots (2.21)$$

3. Crash Program

Crash Program merupakan suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian proyek dalam keadaan normal. *Crash Program* adalah salah satu cara untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dari

waktu penyelesaian normal dan akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek (Soeharto, 1999).

1. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja

Berikut rencana kerja yang akan dilakukan untuk mempercepat durasi pekerjaan dengan metode jam kerja lembur yakni :

- a. Waktu kerja normal berkisar 8 jam (08.00 – 17.00), sedangkan untuk kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selesai. Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam atau bahkan lebih mengikuti peraturan yang ditetapkan pemerintah mengenai standar jam lembur.
- b. Berikut perhitungan harga upah pekerja untuk kerja lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11:
 1. Untuk jam kerja lembur pertama dibayar upah lembur sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah selama satu jam.
 2. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 (dua) kali upah dalam satu jam. Biaya lembur per hari = (Jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah satu jam normal)+(jam kerja lembur berikutnya x 2 x upah satu jam normal)

2. Produktivitas Kerja Lembur

Produktivitas kerja merupakan perbandingan antara output dan input. Dalam bidang konstruksi, output dapat dilihat dari kuantitas pekerjaan yang telah dilakukan seperti meter kubik galian, timbunan, dan meter kubik pasangan ataupun meter persegi untuk plesteran. Berbeda dengan output, untuk input-nya merupakan jumlah sumber daya yang dipergunakan seperti tenaga kerja, peralatan dan material bahan.

3. Percepatan Waktu Penyelesaian

$$\text{Produktifitas harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan Normal}} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\text{Produktifitas perjam} = \frac{\text{Produktifitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \dots\dots\dots (2.23)$$

- a. Produktifitas harian sesudah *crash* = (jam kerja perhari x produktifitas Jam tiap jam) + (a x b x produktifitas tiap jam)
- a = lamanya penambahan jam kerja (lembur)
- b = koefisien penurunan produktifitas akibat penambahan jam kerja lembur

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{produktifitas harian sesudah crash}} \dots\dots\dots (2.24)$$

Tabel 2.2 Koefisien Penurunan Produktivitas

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

(Sumber : Khairunnisa, N. dkk :2020)

4. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

Penambahan waktu kerja akan menambah besaran biaya untuk tenaga kerja. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam dari waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam dari waktu normal. Berikut perhitungan untuk biaya tambahan pekerja yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Menghitung besaran upah kerja normal = produktivitas harian x harga satuan upah
- Menghitung besaran upah kerja normal = produktivitas perjam x harga satuan upah pekerja
- Menghitung besaran upah kerja lembur untuk satu hari = 1,5 x upah kerja perjam normal (untuk penambahan jam kerja pertama) + 2 x n x upah kerja normal (untuk penambahan jam kerja berikutnya, dimana n : jumlah penambahan jam kerja (lembur))
- Menghitung nilai *crash cost* pekerja perhari = (jam kerja perhari x normal cost pekerja) + upah kerja lembur

e. Menghitung nilai *crash cost total* = *crash cost* pekerja x *crash duration*

5. *Cost Slope*

Cost slope merupakan penambahan biaya langsung per satuan waktu.

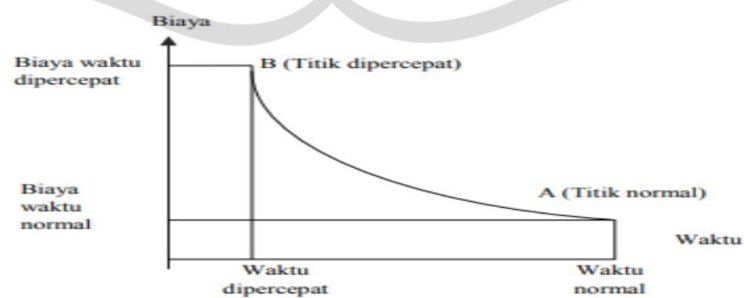
$$Cost\ slope = \frac{Crash\ Cost - Normal\ cost}{Normal\ Duration - Crash\ Duration} \dots\dots\dots (2.25)$$

6. Tahap Kompresi

Kompresi jadwal dilakukan untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi biaya, waktu dan pendapatan. Tujuannya yakni memadatkan proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimalisir rencana biaya total proyek. Pengurangan durasi waktu proyek dilakukan dengan memilih aktivitas tertentu. Kompresi ini dilakukan dengan menganalisis pertukaran biaya dan waktu yakni dengan melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek. Selanjutnya melakukan kompresi jadwal dimulai dari nilai *cost slope* terendah.

7. Hubungan Biaya terhadap Waktu

Biaya total proyek merupakan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung durasi penyelesaian suatu proyek, keduanya berubah sesuai dengan waktu dan progress atau kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, akan tetapi umumnya makin lama suatu proyek berjalan maka makin tinggi komulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1997).



Gambar 2.3 Hubungan Waktu dan Biaya Normal

(Sumber : Soeharto,1997)

F. Keterlambatan Proyek

Menurut Ervianto (1998), Keterlambatan proyek adalah sebagai waktu pelaksanaan yang tidak dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan sehingga menyebabkan satu atau beberapa kegiatan mengikuti menjadi tertunda atau tidak diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan.

1. Penyebab Keterlambatan

Dalam bagian ini akan diterangkan beberapa pendapat para ahli mengenai beberapa penyebab keterlambatan. Menurut Levis dan Atherley dalam Langford (1996), keterlambatan proyek dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu:

- a. *Excusable Non-Compensable Delays*, penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek. Pada keterlambatan, tipe ini ialah :
 1. *Act of God*, seperti gangguan bencana alam antara lain gempa bumi, tornado, letusan gunung api, banjir, kebakaran dan lain - lain.
 2. *Forse majeure*, termasuk juga di dalamnya adalah semua penyebab *Act of God*, kemudian terjadi perang, huru hara, demo, pemogokan karyawan dan lain - lain.
 3. Cuaca, ketika cuaca menjadi tidak bersahabat dan melebihi kondisi normal maka hal ini menjadi sebuah faktor penyebab keterlambatan suatu proyek yang dapat dimaafkan (*Excusing Delay*).
- b. *Excusable Compensable Delays*, keterlambatan ini disebabkan oleh pemilik proyek, kontraktor berhak atas perpanjangan waktu dan caim atas keterlambatan tersebut. Penyebab keterlambatan yang termasuk dalam *compensable* dan *excusable delay* adalah :
 1. Terlambatnya penyerahan total lokasi (*site*) proyek.
 2. Terlambatnya pembayaran ke pihak kontraktor.
 3. Kesalahan pada gambar kerja dan spesifikasi yang ditentukan.
 4. Terlambatnya pendetailan pada suatu pekerjaan.
 5. Terlambatnya persetujuan terhadap gambar- gambar fabrikasi.

c. *Non - Excusable Delays*, Keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggung jawab dari pihak kontraktor, karena kontraktor memperpanjang waktu pelaksanaan pekerjaan sehingga melewati tanggal penyelesaian proyek yang telah disepakati, yang sebenarnya penyebab keterlambatan dapat diramalkan dan dihindari oleh kontraktor. Dengan demikian pihak pemilik proyek dapat meminta *monetary damages* untuk keterlambatan tersebut. Adapun penyebabnya antara lain :

1. Kesalahan mengkoordinasikan pekerjaan, bahan, material, serta peralatan.
2. Kesalahan dalam pengelolaan keuangan dilapangan.
3. Keterlambatan dalam penyerahan gambar kerja/*shop drawing*
4. Kesalahan dalam memberi pekerjaan personil yang tidak cakap.

