

ANALISIS KINERJA PROYEK PENINGKATAN JALAN PELANTARAN – PARENGGEAN – TUMBANG SANGAI DENGAN METODE *EARNED VALUE*

Fajar Pratama

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : fajar.pratama14@gmail.com

Rudi Waluyo

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : rudiwaluyo30@gmail.com

Veronika Happy Puspasari

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail : vhappy_75@yahoo.com

Abstrack : Projects with large and small scale was carried out in order to meet the infrastructure and facilities for the community that is increasingly on the rise. In the implementation of the project Increased the road Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai (Multiyears Contract) I need to know the performance of the project implementation time and cost. So this research aims to know the performance of the project as well as time and cost estimates for the completion of the project. With hope this research useful as early action through project control measurement of performance time and project costs. Data analysis using the method used is the Earned Value Analysis (EVA) with the Software Microsoft Project 2013 as a tool of analysis. The process of data collection is done against the owners, consultants and contractors as well as identify project directly to the location of the execution of the project. From the results of the analysis using the method of EVA retrieved the value of the Actual Cost of Work Performed (ACWP) (Rp21.674.400.000,00) < Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) (Rp22.484.516.144,00) which means smaller fees from the budget to the value Cost Variance (CV) is positive (+Rp810.116.144,00) and the Cost Performance Index (CPI) > 1 (1,04). In terms of implementation time value of the Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) (Rp22.484.516.144,00) > Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS) (Rp22.212.645.911,00) which shows the implementation of the project ahead of schedule plan with value Schedule variance (SV) is positive (+Rp271.870.233,00) and the Schedul Performance Index (SPI) > 1 (1,01). The time of the final settlement of the project obtained 574 days and costs of project completion final Estimate At Completion (EAC) amounting to Rp63.863.286.016,00.

Keyword : Cost, Time, EVA, Microsoft Project

Abstrak : Proyek dengan skala besar dan kecil dilaksanakan agar dapat memenuhi sarana dan prasarana bagi masyarakat yang semakin meningkat. Dalam pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai (*Multiyears Contract*) perlu diketahui kinerja waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja waktu dan biaya proyek serta prediksi untuk penyelesaian proyek tersebut. Dengan harapan penelitian ini bermanfaat sebagai tindakan awal pengendalian proyek melalui pengukuran dari kinerja waktu dan biaya proyek. Analisis data yang digunakan adalah menggunakan metode *Earned Value Analysis (EVA)* dengan *Software Microsoft Project 2013* sebagai alat bantu analisis. Proses pengumpulan data dilakukan terhadap pemilik, konsultan dan kontraktor proyek serta identifikasi langsung ke lokasi pelaksanaan proyek. Dari hasil analisis dengan menggunakan metode EVA diperoleh nilai *Actual Cost of Work Performed (ACWP)* (Rp21.674.400.000,00) < *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)* (Rp22.484.516.144,00) yang mengartikan biaya lebih kecil dari anggaran dengan nilai *Cost Variance (CV)* bernilai positif (+Rp810.116.144,00) dan *Cost Performance Indek (CPI)* > 1 (1,04). Dari segi waktu pelaksanaan nilai *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)* (Rp22.484.516.144,00) > *Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS)* (Rp22.212.645.911,00) yang menunjukkan pelaksanaan proyek lebih cepat dari jadwal rencana dengan nilai *Schedule Variance (SV)* bernilai positif (+Rp271.870.233,00) dan *Schedul Performance Indek (SPI)* > 1 (1,01). Waktu penyelesaian akhir proyek didapat 574 hari dengan biaya akhir penyelesaian proyek *Estimate At Completion (EAC)* sebesar Rp63.863.286.016,00.

Kata Kunci : Biaya, Waktu, EVA, *Microsoft Project*

PENDAHULUAN

Proyek adalah serangkaian aktivitas temporer dalam usaha melakukan dan mencapai suatu tujuan unik sehingga proyek memerlukan sumber daya yang dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah digariskan dengan jelas. Oleh karena itu, proyek harus didefinisikan kapan dimulai dan kapan selesainya. Dengan demikian, dalam pelaksanaan proyek diperlukan sekelompok alat, proses, dan sumber daya manusia yang berkompeten untuk mengerjakan aktivitas-aktivitas serta mampu berusaha untuk menggunakan sumber daya secara efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu (Dimiyati dan Nurjaman, 2016). Maromi dan Indryani (2015) menyatakan kinerja proyek yang rendah dalam pelaksanaan proyek konstruksi akan menyebabkan keterlambatan dan pembengkakan biaya. Faktor yang paling mempengaruhi kinerja proyek yaitu, pengalaman dari pengawas proyek, kemampuan pengerjaan/penyelesaian proyek, pengalaman para pekerja, kemampuan/kecakapan dalam menggunakan alat/perengkapan kerja, pemberhentian proyek karena faktor keuangan seperti kebangkrutan, tingkat absensi kehadiran pekerja proyek dan metode pelaksanaan konstruksi (Kaming dkk, 2010).

Salah satu proyek yang dilaksanakan pada saat ini adalah Proyek Paket Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai (*Multiyears Contract*) yang dijadwalkan selesai dalam kurun waktu 600 hari masa kelender. Pada proses pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan berdasarkan informasi dari pihak pelaksana proyek. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian agar penyimpangan yang terjadi dapat teratasi. Akan tetapi sebelum dilakukan suatu pengendalian proyek perlu diketahui terlebih dahulu kinerja dari proyek yang telah berlangsung dengan menggunakan metode EVA. Maromi dan Indryani (2015), mengatakan bahwa metode EVA memadukan unsur waktu dan biaya serta prestasi fisik pekerjaan, dan dengan metode ini dapat diketahui kinerja proyek yang telah berlangsung dengan demikian dapat dilakukan langkah-langkah perbaikan bila terjadi penyimpangan dari rencana awal proyek. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai kinerja waktu dan biaya proyek menggunakan metode EVA pada proyek peningkatan jalan dan mengingat pada

penelitian terdahulu lebih cenderung ke proyek pelaksanaan konstruksi gedung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja waktu dan biaya proyek dengan prediksi penyelesaian akhir proyek. Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi peringatan dini (*early warning*) sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi (*corective action*) untuk mengambil langkah-langkah perbaikan bila terjadi penyimpangan dari pelaksanaan proyek.

TINJAUAN PUSTAKA

Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan sementara yang memiliki tujuan dan sasaran yang jelas, berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu (Widiasanti dan Lenggogeni, 2013). Husen (2010), mengatakan bahwa tujuan akhir proyek adalah mendapatkan kinerja biaya, mutu, waktu dan keselamatan kerja paling maksimal, dengan melakukan proses perencanaan, penjadwalan, pelaksanaan dan pengendalian yang lebih cermat serta terperinci dari proses sebelumnya. Peran pemilik proyek pada tahapan ini dilakukan oleh agen pemilik sebagai konsultan pengawas pelaksanaan, dengan tujuan mereduksi segala macam penyimpangan serta melakukan tindakan koreksi yang diperlukan.

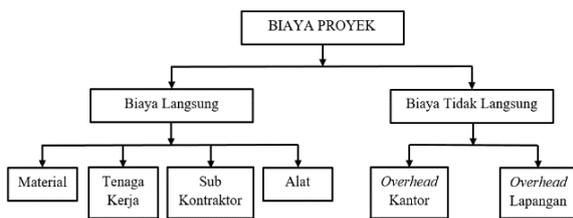
Kinerja Proyek

Menurut Husen (2010), kinerja proyek dapat diukur dari kinerja biaya, mutu, waktu, serta keselamatan kerja dengan merencanakan secara cermat, teliti dan terpadu seluruh alokasi sumber daya, peralatan, material serta biaya yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Semua itu diselaraskan dengan sasaran dan tujuan proyek. Manajemen proyek yang sangat mempengaruhi hasil akhir proyek adalah pengendalian yang mempunyai tujuan utama meminimalisir segala penyimpangan yang dapat terjadi selama proses berlangsungnya proyek.

Metode dan Teknik Pengendalian Waktu dan Biaya

Untuk mempermudah pengendalian proyek, pengelola proyek seharusnya mempunyai acuan sebagai sasaran dan tujuan pengendalian. Oleh karena itu indikator-indikator tujuan akhir pencapaian proyek haruslah ditampilkan dan dijadikan pengangan selama pelaksanaan proyek. (Husen, 2010). Salah satu indikator tersebut

adalah indikator kinerja waktu dan biaya dalam bentuk kurva S yang dimodifikasi dengan 3 indikator yaitu BCWS, BCWP dan ACWP, di mana kurva S merupakan bentuk kurva *Earned Value* untuk mengevaluasi penggunaan biaya dan waktu proyek sekaligus dan lebih realistis dari keadaan yang terjadi di lapangan dan dapat memberikan prediksi mengenai waktu dan biaya proyek. Asiyanto (2005), anggaran biaya yang telah dibuat pada tahap perencanaan digunakan sebagai patokan untuk pengendalian biaya, komponen biaya proyek dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen Biaya Proyek
 Sumber : Asiyanto (2005)

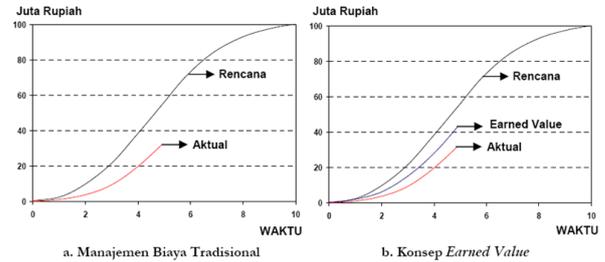
Sedangkan pengendalian waktu yaitu mengenai penjadwalan. Penjadwalan dibuat untuk menggambarkan perencanaan dalam skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktifitas dimulai, ditunda dan diselesaikan.

Metode *Earned Value Analysis* (EVA)

Metode *Earned Value Analysis* (EVA) ini menggambarkan nilai pekerjaan yang secara aktual sudah selesai sampai pada saat tertentu. Konsep ini biasa diwakili oleh varians BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*), yaitu biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang sudah dikerjakan (Santosa, 2009). Dengan kata lain konsep ini mengukur besarnya satuan pekerjaan yang telah selesai pada waktu tertentu. Untuk itu nantinya dapat diketahui hubungan antara yang telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan (Widiasanti dan Lenggogeni, 2013)

Menurut Flemming dan Koppelman (1994), Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) dibandingkan manajemen biaya tradisional, bahwa manajemen biaya tradisional hanya menyajikan dua dimensi saja yaitu hubungan yang sederhana antara biaya aktual dengan biaya rencana, pada manajemen tradisional status kinerja tidak dapat diketahui. Sebaliknya, Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) memberikan dimensi yang ketiga, yaitu besarnya

pekerjaan secara fisik yang telah diselesaikan atau disebut dengan *Earned Value/Percent Complete*, hal tersebut dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Manajemen Biaya Tradisional dengan Konsep Nilai Hasil
 Sumber : Flemming dan Koppelman (1994)

Menurut Santosa (2009), ada bermacam-macam variabel yang bisa digunakan untuk mengevaluasi kinerja proyek pada saat tertentu. Variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut:

1. ACWP (*Actual Cost of Work Performed*) merupakan variabel yang menyatakan pengeluaran aktual dari pekerjaan yang sudah dikerjakan sampai waktu tertentu.
2. BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*) merupakan variabel yang menyatakan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan yang sudah dikerjakan, variabel ini juga disebut dengan *Earned Value*.
3. BCWS (*Budgeted Cost of Work Scheduled*) merupakan variabel yang menyatakan besarnya biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang dijadwalkan untuk suatu periode tertentu dan ditetapkan dalam anggaran.

Varians Biaya dan Jadwal Terpadu

Dari ketiga besaran indikator ACWP, BCWP dan BCWS dapat digunakan untuk mengetahui dari apa yang di perkirakan serta memberikan informasi mengenai status proyek. Dengan ketiga indikator tersebut digunakan dalam menentukan varians biaya dan jadwal secara terpadu. Analisa varians terdiri dari :

1. Varians Biaya (CV)

Merupakan selisih antara nilai yang diperoleh setelah menyelesaikan pekerjaan dengan biaya aktual yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

$$(CV) = BCWP - ACWP \tag{1}$$

2. Varians Jadwal (SV)
Digunakan untuk menghitung penyimpangan antara nilai BCWS (*Planned Value*) dengan nilai BCWP (*Earned Value*).

$$(SV) = BCWP - BCWS \quad (2)$$

Berbagai kombinasi antara varians biaya dan varians jadwal disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Analisa Varians Terpadu

| Varians Jadwal (SV) | Varians Biaya (CV) | Keterangan |
|---------------------|--------------------|---|
| Positif | Positif | Pekerjaan terlaksana lebih cepat daripada jadwal dengan biaya lebih kecil dari pada anggaran. |
| Positif | Negatif | Pekerjaan selesai lebih cepat dari pada rencana dengan menelan biaya di atas anggaran. |
| Positif | Nol | Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat daripada jadwal |
| Nol | Nol | Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran |
| Nol | Negatif | Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan menelan biaya di atas anggaran |
| Negatif | Positif | Pekerjaan selesai terlambat dengan biaya lebih kecil dari pada anggaran |

Sumber : Santosa (2009)

Indeks Produktivitas dan Kinerja

Pengelola proyek sering kali ingin mengetahui efisiensi penggunaan sumber daya. Ini dinyatakan sebagai indeks produktivitas atau indeks kinerja. Indeks kinerja waktu dan biaya diinformasikan sebagai berikut :

1. Indeks Kinerja Biaya (CPI)
Merupakan faktor efisiensi biaya yang telah dikeluarkan dapat diperlihatkan dengan membandingkan nilai pekerjaan yang secara fisik telah diselesaikan (BCWP) dengan biaya yang dikeluarkan dalam periode yang sama (ACWP) (Maromi dan Indryani, 2015).

$$CPI = BCWP / ACWP \quad (3)$$

Keterangan :

CPI > 1 : biaya yang dikeluarkan lebih kecil

CPI < 1 : biaya yang dikeluarkan lebih besar
CPI = 0 : biaya sesuai dengan rencana

2. Indeks Kinerja Jadwal (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 dikeluarkan berdasarkan rencana pekerjaan (BCWS) (Maromi dan Indryani, 2015).

$$SPI = BCWP / BCWS \quad (4)$$

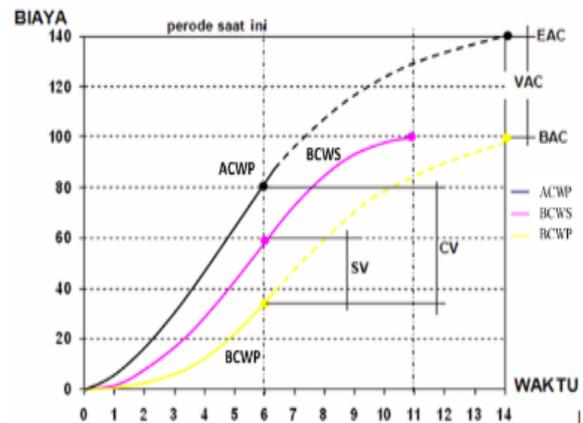
Keterangan :

SPI > 1 : kinerja proyek lebih cepat

SPI < 1 : kinerja proyek lebih lambat

SPI = 0 : kinerja proyek sesuai rencana

Secara umum informasi kinerja proyek digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Kurva S Earned Value

Sumber : Irika Widiasanti dan Lenggogeni (2013)

Dari gambar 3 diatas, dapat di lihat perbedaan antara indikator-indikator EVA, sehingga dapat memberikan informasi perbedaan dari varians biaya (CV) dan varians jadwal (SV).

Biaya dan Waktu Akhir Proyek

Membuat prediksi biaya atau waktu penyelesaian proyek yang didasarkan atas hasil analisis indikator yang diperoleh pada saat pelaporan, akan memberikan petunjuk besarnya biaya pada akhir proyek (*Estimate at Completion-EAC*) dan waktu penyelesaian proyek. Prediksi 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 (Asiyanto, 2005). Prediksi ini berguna untuk memberikan suatu gambaran ke depan kepada pihak kontraktor, sehingga dapat melakukan langkah-langkah perbaikan jika terjadi diperlukan (Maromi dan Indryani, 2015).

1. ETC (*Estimated To Complete*)

Merupakan kinerja biaya pada pekerjaan tersisa dengan asumsi bahwa kecenderungan kinerja proyek akan tetap (sama) sampai akhir pelaksanaan proyek.

$$ETC = (BAC - BCWP)/CPI \quad (5)$$

Keterangan :

BAC : Anggaran proyek keseluruhan

2. EAC (*Estimate At Completion*)

Merupakan prediksi biaya total akhir proyek yang diperoleh dari biaya aktual (ACWP) ditambah dengan ETC.

$$EAC = ACWP + ETC \quad (6)$$

Keterangan :

EAC : Prediksi Biaya Akhir Proyek

ACWP : Biaya Aktual

3. TE (*Time Estimated*)

Merupakan prediksi waktu penyelesaian akhir proyek.

$$TE = ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right) \quad (7)$$

Keterangan :

TE : prediksi waktu penyelesaian

ATE : waktu yang telah ditempuh

OD : waktu yang direncanakan

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada Proyek Program Pembangunan/Peningkatan Jalan Provinsi Kalimantan Tengah pada Paket Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai (*Multiyears Contract*) Kabupaten Kotawaringin Timur Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data-data yang diperlukan pada bulan Desember 2018 sampai dengan bulan Februari 2018.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dalam lima tahap, dimana setiap tahapan penelitian saling mempengaruhi satu sama lain, kegiatan tahap-tahap penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tahap pendahuluan penelitian yang meliputi penyusunan latar belakang, rumusan, batasan, tujuan dan manfaat pada penelitian.
2. Tahap studi literatur penelitian yang mencakup literatur-literatur yang terkait dengan penelitian yang dilakukan.
3. Tahap pengumpulan data penelitian yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan yang meliputi proses observasi ke lokasi proyek, perizinan kepada pemilik dan pelaksana proyek serta wawancara secara langsung terhadap kontraktor dan konsultan proyek.
4. Tahap analisis data penelitian, tahapan ini mencakup pengolahan data dan validasi data untuk dilanjutkan ke proses analisis data.
5. Tahap penutup, tahapan ini adalah penarikan kesimpulan dan saran terhadap hasil penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan alat-alat ukur yang diperlukan dalam pelaksanaan suatu penelitian (Waluyo, 2014). Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari dua jenis yaitu sebagai berikut :

1. Data Primer
Data primer merupakan data wawancara terhadap konsultan, kontraktor dan pihak-pihak terkait dalam pelaksanaan proyek.
2. Data Sekunder
Data sekunder dalam penelitian ini yaitu :
 - a. Daftar harga satuan pekerjaan
 - b. *Time schedule* pelaksanaan atau kurva S
 - c. Laporan mingguan dan bulanan
 - d. Laporan pengeluaran biaya aktual proyek
 - e. Referensi-referensi terkait.

Teknik Analisis Data

Menurut Sugiyono (2008) analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dengan cara mengorganisasikan data kedalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesis, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami.

Tahapan teknik analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengolahan data

a. Proses reduksi data

Merupakan mereduksi data berarti merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting, dicari tema dan polanya (Sugiyono, 2008).

b. Validasi data

Dalam penelitian ini adalah validasi data biaya aktual pelaksanaan proyek dengan perhitungan pendekatan harga pasar untuk mendapatkan harga satuan aktual pekerjaan.

c. Proses penyajian data

Alur yang paling penting selanjutnya dari analisis data adalah penyajian data. Penyajian data adalah sekumpulan informasi tersusun yang memberikan kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan (Sugiyono, 2008).

2. Analisis data

Data yang telah diolah kemudian di input ke dalam *software Microsoft Project 2013* (data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-36). Proses menginput data untuk menganalisis kinerja w proyek serta prediksi untuk penyelesaian proyek menggunakan metode *Earned Value* meliputi 3 tahap yaitu sebagai berikut.

a. Menyusun rencana jadwal dan biaya proyek (*baseline*) yang meliputi penyusunan item pekerjaan, durasi pekerjaan, logika ketergantungan setiap pekerjaan serta biaya untuk tiap pekerjaan.

b. Menyimpan rencana jadwal dan biaya proyek (*baseline*).

c. Aktualisasi di Lapangan (*tracking*) yang meliputi tanggal *update* pelaporan, input pengeluaran biaya aktual serta input persentase penyelesaian setiap item pekerjaan.

3. Pembahasan indikator-indikator *Earned Value* berdasarkan hasil analisis dengan *software Microsoft Project 2013* sebagai alat bantu analisis.

4. Pembahasan indeks kinerja jadwal (SPI) dan indeks kinerja biaya (CPI) serta varians Jadwal (SV) dan biaya (CV) berdasarkan hasil analisis.

5. Pembahasan waktu dan biaya akhir proyek berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.

6. Penarikan kesimpulan dan saran terhadap hasil yang diperoleh.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Pada pengolahan data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdapat beberapa proses yang dilakukan peneliti, seperti mereduksi data dan identifikasi jenis alat aktual pelaksanaan proyek yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat aktual pelaksanaan

| Uraian Pekerjaan | Kapasitas | Sat. | Type |
|----------------------|-----------|---------|-------------------------------|
| Asphalt Mixing Plant | 60 | ton/jam | Lb 1000 |
| Asphalt Finisher | 10 | ton | Niigata nfb 6w |
| Concrete Mixer | 0,5 | m3 | - |
| Excavator | 152 | HP | Kobelco sk200-8 |
| Motor Grader | 215 | HP | Xcmg gr215 2016 |
| Wheel Loader | 1.8 | m3 | Xcmg lw300kn 2014 |
| Tandem Roller | 8-10 ton | ton | Louyang yto 2Y8x10D 8-10 T |
| Tire Roller | 10-16 ton | ton | Powerpac cpt 238-iii 2015 |
| Vibratory Roller | 10.5 | ton | Sakai sv 512d 2006 |
| Water Tanker | 20000 | ltr | Hino 20000 ltr / 20 m3 |
| Water Tanker | 4500 | ltr | Misthubishi 4500 ltr / 4.5 m3 |
| Recycler Machine | 766 | HP | Wirtgen wr250 2015 |
| Pad Foot Roller | 20 | ton | Hamm 3520 2014 |
| Asphalt Distributor | 115 | HP | Misthubishi |
| Dump Truck 3.5 Ton | 3.5 | ton | Misthubishi |

Sumber : Pengolahan Data

Dari Tabel 2 di atas maka dapat dilanjutkan perhitungan produktivitas alat aktual yang bertujuan untuk mendapatkan biaya aktual pelaksanaan proyek pada minggu ke 1 (April 2018) sampai dengan minggu ke 36 (Desember 2018). Biaya aktual proyek dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya aktual dan rencana pelaksanaan proyek

| Minggu | Bulan | Biaya Aktual (Rp) | Kum. Biaya Aktual (Rp) | Biaya Rencana (Rp) | Kum. Biaya Rencana (Rp) |
|--------|------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 | April 2018 | - | - | - | - |
| 2 | | 75.600.000,00 | 75.600.000,00 | 63.200.000,00 | 63.200.000,00 |
| 3 | | - | 75.600.000,00 | - | 63.200.000,00 |
| 4 | | - | 75.600.000,00 | - | 63.200.000,00 |
| 5 | Mei 2018 | 21.500.000,00 | 97.100.000,00 | 22.200.000,00 | 85.400.000,00 |
| 6 | | 23.700.000,00 | 120.800.000,00 | 24.300.000,00 | 109.700.000,00 |

Tabel 3. Lanjutan

| Minggu | Bulan | Biaya Aktual (Rp) | Kum. Biaya Aktual (Rp) | Biaya Rencana (Rp) | Kum. Biaya Rencana (Rp) |
|--------|----------------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| 7 | Mei 2018 | 25.400.000,00 | 146.200.000,00 | 25.800.000,00 | 135.500.000,00 |
| 8 | | 44.400.000,00 | 190.600.000,00 | 52.900.000,00 | 188.400.000,00 |
| 9 | | 42.100.000,00 | 232.700.000,00 | 56.200.000,00 | 244.600.000,00 |
| 10 | Juni 2018 | 87.900.000,00 | 320.600.000,00 | 82.700.000,00 | 327.300.000,00 |
| 11 | | 17.700.000,00 | 338.300.000,00 | 18.800.000,00 | 346.100.000,00 |
| 12 | | 16.000.000,00 | 354.300.000,00 | 17.300.000,00 | 363.400.000,00 |
| 13 | Juli 2018 | 55.900.000,00 | 410.200.000,00 | 60.700.000,00 | 424.100.000,00 |
| 14 | | 48.000.000,00 | 458.200.000,00 | 61.600.000,00 | 485.700.000,00 |
| 15 | | 91.800.000,00 | 550.000.000,00 | 83.500.000,00 | 569.200.000,00 |
| 16 | | 33.300.000,00 | 583.300.000,00 | 30.300.000,00 | 599.500.000,00 |
| 17 | Agustus 2018 | 138.600.000,00 | 721.900.000,00 | 140.400.000,00 | 739.900.000,00 |
| 18 | | 44.100.000,00 | 766.000.000,00 | 58.000.000,00 | 797.900.000,00 |
| 19 | | 59.100.000,00 | 825.100.000,00 | 68.100.000,00 | 866.000.000,00 |
| 20 | | 44.100.000,00 | 869.200.000,00 | 58.000.000,00 | 924.000.000,00 |
| 21 | September 2018 | 2.849.400.000,00 | 3.718.600.000,00 | 3.075.500.000,00 | 3.999.500.000,00 |
| 22 | | 2.846.900.000,00 | 6.565.500.000,00 | 3.072.800.000,00 | 7.072.300.000,00 |
| 23 | | 2.849.400.000,00 | 9.414.900.000,00 | 3.075.500.000,00 | 10.147.800.000,00 |
| 24 | | 3.034.700.000,00 | 12.449.600.000,00 | 3.275.400.000,00 | 13.423.200.000,00 |
| 25 | Oktober 2018 | 76.100.000,00 | 12.525.700.000,00 | 82.200.000,00 | 13.505.400.000,00 |
| 26 | | 657.200.000,00 | 13.182.900.000,00 | 709.300.000,00 | 14.214.700.000,00 |
| 27 | | 893.100.000,00 | 14.076.000.000,00 | 964.000.000,00 | 15.178.700.000,00 |
| 28 | | - | 14.076.000.000,00 | - | 15.178.700.000,00 |
| 29 | November 2018 | 1.279.100.000,00 | 15.355.100.000,00 | 1.219.300.000,00 | 16.398.000.000,00 |
| 30 | | 199.700.000,00 | 15.554.800.000,00 | 193.800.000,00 | 16.591.800.000,00 |
| 31 | | 212.400.000,00 | 15.767.200.000,00 | 207.500.000,00 | 16.799.300.000,00 |
| 32 | | 212.800.000,00 | 15.980.000.000,00 | 218.200.000,00 | 17.017.500.000,00 |
| 33 | Desember 2018 | 2.912.900.000,00 | 18.892.900.000,00 | 3.236.300.000,00 | 20.253.800.000,00 |
| 34 | | 2.415.200.000,00 | 21.308.100.000,00 | 2.673.300.000,00 | 22.927.100.000,00 |
| 35 | | 119.900.000,00 | 21.428.000.000,00 | 134.600.000,00 | 23.061.700.000,00 |
| 36 | | 246.400.000,00 | 21.674.400.000,00 | 282.700.000,00 | 23.344.400.000,00 |

Sumber : Pengolahan Data

Dilihat dari Tabel 3 terdapat perbedaan biaya rencana dan biaya aktual pelaksanaan proyek, terlihat pada minggu ke 36 yang menunjukkan biaya pengeluaran proyek (*actual cost*) lebih kecil dari biaya rencana yang telah di anggarkan.

Kinerja Waktu dan Biaya Proyek

Analisis kinerja proyek ini menggunakan program komputer *microsoft project 2013*. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kinerja waktu dan biaya proyek dari minggu ke 1 (April 2018) sampai dengan minggu ke 36 (Desember 2018) berdasarkan data yang telah di olah sehingga didapatkan indikator – indikator EVA. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

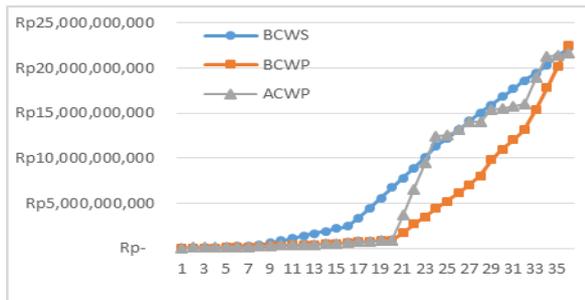
Tabel 4. Indikator-Indikator EVA

| Minggu | BCWS (Juta) | BCWP (Juta) | ACWP (Juta) |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | Rp - | Rp - | Rp - |
| 2 | Rp 21.066 | Rp 21.066 | Rp 75.600 |
| 3 | Rp 42.133 | Rp 42.133 | Rp 75.600 |
| 4 | Rp 63.200 | Rp 44.240 | Rp 75.600 |
| 5 | Rp 130.455 | Rp 67.677 | Rp 97.100 |
| 6 | Rp 207.517 | Rp 93.216 | Rp 120.800 |

Tabel 4. Lanjutan

| Minggu | BCWS (Juta) | BCWP (Juta) | ACWP (Juta) |
|--------|---------------|---------------|---------------|
| 7 | Rp 284.580 | Rp 119.596 | Rp 146.200 |
| 8 | Rp 357.439 | Rp 170.711 | Rp 190.600 |
| 9 | Rp 578.712 | Rp 225.313 | Rp 232.700 |
| 10 | Rp 850.274 | Rp 306.442 | Rp 320.600 |
| 11 | Rp 1.091.663 | Rp 329.879 | Rp 338.300 |
| 12 | Rp 1.368.254 | Rp 348.746 | Rp 354.300 |
| 13 | Rp 1.609.642 | Rp 405.271 | Rp 410.200 |
| 14 | Rp 1.886.233 | Rp 467.385 | Rp 458.200 |
| 15 | Rp 2.162.824 | Rp 553.924 | Rp 550.000 |
| 16 | Rp 2.439.415 | Rp 582.771 | Rp 583.300 |
| 17 | Rp 3.371.563 | Rp 721.821 | Rp 721.900 |
| 18 | Rp 4.439.649 | Rp 784.325 | Rp 766.000 |
| 19 | Rp 5.588.059 | Rp 849.036 | Rp 825.100 |
| 20 | Rp 6.754.958 | Rp 902.991 | Rp 869.200 |
| 21 | Rp 7.757.206 | Rp 1.716.163 | Rp 3.718.600 |
| 22 | Rp 8.905.615 | Rp 2.647.924 | Rp 6.565.500 |
| 23 | Rp 10.040.167 | Rp 3.461.097 | Rp 9.414.900 |
| 24 | Rp 11.340.175 | Rp 4.392.857 | Rp 12.449.600 |
| 25 | Rp 12.174.321 | Rp 5.206.030 | Rp 12.525.700 |
| 26 | Rp 13.130.112 | Rp 6.137.791 | Rp 13.182.900 |
| 27 | Rp 14.085.904 | Rp 7.069.551 | Rp 14.076.000 |
| 28 | Rp 15.041.695 | Rp 8.001.312 | Rp 14.076.000 |
| 29 | Rp 15.875.841 | Rp 9.791.287 | Rp 15.355.100 |
| 30 | Rp 16.831.632 | Rp 10.987.860 | Rp 15.554.800 |
| 31 | Rp 17.665.778 | Rp 12.017.834 | Rp 15.767.200 |
| 32 | Rp 18.604.191 | Rp 13.154.806 | Rp 15.980.000 |
| 33 | Rp 19.417.364 | Rp 15.320.933 | Rp 18.892.900 |
| 34 | Rp 20.349.124 | Rp 17.810.935 | Rp 21.308.100 |
| 35 | Rp 21.280.885 | Rp 20.141.417 | Rp 21.428.000 |
| 36 | Rp 22.212.645 | Rp 22.484.516 | Rp 21.674.400 |

Sumber : Hasil Analisis Data



Gambar 4. Grafik Indikator-Indikator EVA

Dari Tabel 4 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dan penurunan terhadap nilai indikator-indikator EVA setiap minggu, hal tersebut merupakan hasil dari kinerja proyek berdasarkan hasil pelaporan setiap minggunya. Pada minggu ke-36 (akhir peninjauan) nilai ACWP (Rp21.674.400.000,00) < BCWP (Rp22.484.516.144,00) yang mengartikan biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari anggaran yang telah direncanakan dan nilai BCWP (Rp22.484.516.144,00) > BCWS (Rp22.212.645.911,00) yang mengartikan proyek lebih cepat dari jadwal rencana.

Indeks Kinerja dan Varians Waktu dan Biaya Proyek

Berdasarkan ketiga indikator – indikator EVA yang diperoleh pada sebelumnya, maka didapat digunakan untuk mengetahui berbagai faktor yang menunjukkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek. Indeks dan varians waktu dan biaya dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.

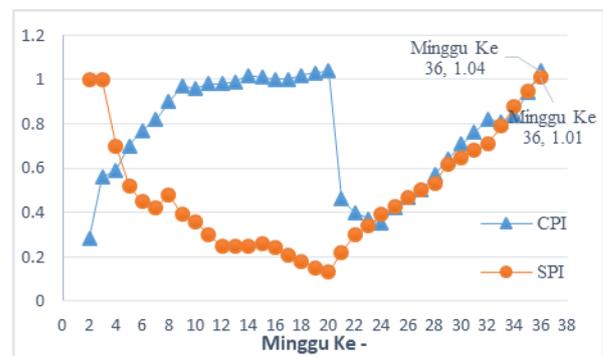
Tabel 5. Indeks kinerja dan varians waktu dan biaya

| Minggu | Cost Variance (Rp) | Schedule Variance (Rp) | CPI | SPI |
|--------|--------------------|------------------------|------|------|
| 1 | - | - | - | - |
| 2 | (54.533.205,00) | - | 0,28 | 1 |
| 3 | (33.466.411,00) | - | 0,56 | 1 |
| 4 | (31.359.731,00) | (18.960.115,00) | 0,59 | 0,7 |
| 5 | (29.422.874,00) | (62.778.008,00) | 0,70 | 0,52 |
| 6 | (27.583.045,00) | (114.300.913,00) | 0,77 | 0,45 |
| 7 | (26.603.792,00) | (164.984.395,00) | 0,82 | 0,42 |
| 8 | (19.888.450,00) | (186.728.365,00) | 0,9 | 0,48 |
| 9 | (7.386.673,00) | (353.399.386,00) | 0,97 | 0,39 |
| 10 | (14.157.079,00) | (543.831.865,00) | 0,96 | 0,36 |
| 11 | (8.420.222,00) | (761.783.515,00) | 0,98 | 0,3 |
| 12 | (5.553.453,00) | (1.019.507.745,00) | 0,98 | 0,25 |
| 13 | (4.928.600,00) | (1.204.371.400,00) | 0,99 | 0,25 |
| 14 | 9.185.661,00 | (1.418.848.137,00) | 1,02 | 0,25 |
| 15 | 3.924.765,00 | (1.608.900.032,00) | 1,01 | 0,26 |
| 16 | (528.867,00) | (1.856.644.662,00) | 1 | 0,24 |
| 17 | (78.138,00) | (2.649.741.906,00) | 1 | 0,21 |
| 18 | 18.325.239,00 | (3.655.324.748,00) | 1,02 | 0,18 |
| 19 | 23.936.942,00 | (4.739.022.230,00) | 1,03 | 0,15 |
| 20 | 33.791.112,00 | (5.851.967.005,00) | 1,04 | 0,13 |
| 21 | (2.002.436.079,00) | (6.041.042.212,00) | 0,46 | 0,22 |
| 22 | (3.917.575.569,00) | (6.257.690.887,00) | 0,4 | 0,3 |

Tabel 5. Lanjutan

| Minggu | Cost Variance (Rp) | Schedule Variance (Rp) | CPI | SPI |
|--------|--------------------|------------------------|------|------|
| 23 | (5.953.802.760,00) | (6.579.070.466,00) | 0,37 | 0,34 |
| 24 | (8.056.742.249,00) | (6.947.317.900,00) | 0,35 | 0,39 |
| 25 | (7.319.669.440,00) | (6.968.290.460,00) | 0,42 | 0,43 |
| 26 | (7.045.108.930,00) | (6.992.321.518,00) | 0,47 | 0,47 |
| 27 | (7.006.448.420,00) | (7.016.352.576,00) | 0,5 | 0,5 |
| 28 | (6.074.687.909,00) | (7.040.383.634,00) | 0,57 | 0,53 |
| 29 | (5.563.812.464,00) | (6.084.553.558,00) | 0,64 | 0,62 |
| 30 | (4.566.939.463,00) | (5.843.772.126,00) | 0,71 | 0,65 |
| 31 | (3.749.365.244,00) | (5.647.943.275,00) | 0,76 | 0,68 |
| 32 | (2.825.193.065,00) | (5.449.384.636,00) | 0,82 | 0,71 |
| 33 | (3.571.966.922,00) | (4.096.431.302,00) | 0,81 | 0,79 |
| 34 | (3.497.164.244,00) | (2.538.189.135,00) | 0,84 | 0,88 |
| 35 | (1.286.582.968,00) | (1.139.468.369,00) | 0,94 | 0,95 |
| 36 | 810.116.144,00 | 271.870.233,00 | 1,04 | 1,01 |

Sumber : Hasil Analisis Data



Gambar 5. Grafik Nilai SPI dan CPI

Dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5 yang menunjukkan nilai indeks kinerja waktu dan biaya dari awal peninjauan sampai akhir peninjauan mengalami kenaikan dan penurunan. Pada akhir peninjauan minggu ke-36 (Desember 2018) nilai indeks kinerja waktu (SPI) > 1 (1,01) serta *schedule variance* (SV) bernilai positif (+Rp271.870.233,00) yang berarti pelaksanaan proyek mengalami percepatan dari jadwal yang direncanakan terlihat dari minggu sebelumnya minggu ke-35 nilai (SPI) < 1 (0,95). Sedangkan indeks kinerja biaya (CPI) > 1 (1,04) dengan nilai *cost variance* (CV) bernilai positif (+Rp810.116.144,00) yang mengartikan besaran nilai dari sudut pandang nilai pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan lebih kecil atau rendah dari nilai yang telah direncanakan.

Waktu dan Biaya Akhir Proyek

Prediksi waktu dan biaya akhir didasarkan oleh pentingnya indikator EVA dan indeks kinerja yang bertujuan untuk memprediksi waktu dan biaya akhir proyek. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai EAC (*Estimated At Completion*) pada minggu ke 36 akhir peninjauan

sebesar Rp63.863.286.016,00 dengan persentase penurunan biaya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= 100\% - (EAC/Anggaran) \times 100\% \\
 &= 100\% - \left(\frac{Rp\ 63,863,286,016,00}{Rp\ 66,250,000,000,00} \right) \times 100\% \\
 &= 3,63\%
 \end{aligned}$$

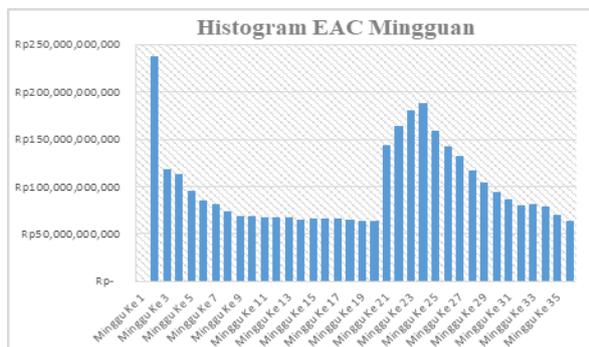
Sedangkan waktu akhir penyelesaian proyek dapat dilihat pada perhitungan berikut.

OD = 580,86 hari
 ATE = 324,81 hari
 SPI = 1,01

Maka :

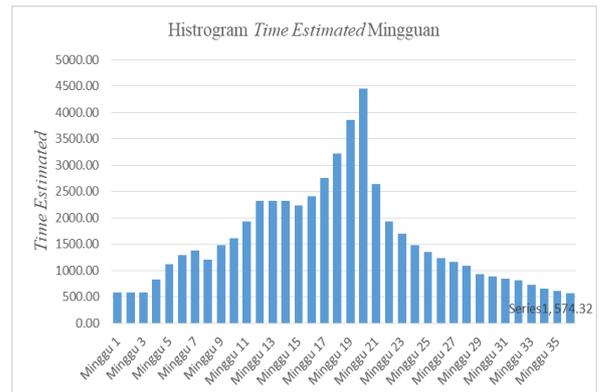
$$\begin{aligned}
 TE &= ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right) \\
 &= 324,81 + \left(\frac{580,86 - (324,81 \times 1,01)}{1,01} \right) \\
 &= 574 \text{ hari.}
 \end{aligned}$$

Histogram nilai EAC (*Estimated At Completion*) dan TE (*Time Estimated*) tiap minggunya dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Histogram EAC Mingguan

Berdasarkan Gambar 6 di atas dapat dijelaskan bahwa nilai EAC perminggunya mengalami kenaikan dan penurunan, dapat dilihat nilai tertinggi pada minggu ke-2 dan ke-24 hal ini terjadi dikarenakan pada minggu ke-2 mobilisasi pekerjaan sudah mencapai 70% penyelesaian dan pada minggu ke-21 sampai ke-24 telah melakukan pekerjaan Semen CTRB dan pekerjaan *Cemen Treated Reycling Base* dengan volume yang besar yang membutuhkan pembelian material, sewa alat dan pembayaran upah pekerja. Kemudian mengalami penurunan sampai pada minggu ke-36 (Desember 2018) akhir peninjauan, prediksi EAC mengalami penurunan dengan prediksi biaya penyelesaian akhir proyek sebesar Rp63.863.286.016,00 dan persentase penurunan biaya sebesar 3,63 %.



Gambar 7. Histogram Time Estimated Mingguan

Sedangkan pada Gambar 7 di atas menunjukkan pada minggu ke-20 (Agustus 2018) prediksi waktu penyelesaian memiliki nilai tertinggi, hal ini dikarenakan pada minggu ke-17 sampai dengan minggu ke-20 (Agustus 2018) di dalam *schedule* rencana telah mengerjakan pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (CTB) yang memiliki durasi 5 bulan pelaksanaan, sedangkan pada aktual pelaksanaannya pekerjaan tersebut belum terealisasi pada bulan Agustus 2018. Selanjutnya prediksi waktu penyelesaian proyek dari minggu ke-21 sampai dengan minggu ke-36 mengalami penurunan, sehingga prediksi waktu penyelesaian proyek pada minggu ke-36 (Desember 2018) adalah 574 hari pelaksanaan.

Perbandingan Hasil Penelitian

Pada bagian ini menjelaskan hasil penelitian mengenai kinerja proyek dengan EVA yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan hasil penelitian

| Kinerja Proyek | Maromi dan Indryani (2015) | Pratama (2019) |
|----------------|---|--|
| Biaya | Biaya yang dikeluarkan lebih rendah dari biaya yang dianggarkan dengan nilai CPI 1,424 > 1. | Biaya yang dikeluarkan lebih rendah dari biaya yang dianggarkan dengan nilai CPI 1,04 > 1. |
| Waktu | Waktu pelaksanaan lebih lambat dari jadwal rencana dengan nilai SPI 0,838 < 1. | Waktu pelaksanaan lebih cepat dari jadwal rencana dengan nilai SPI 1,01 > 1 |

Sumber : Hasil Penelitian

Dari Tabel 6 di atas dapat dilihat perbedaan kinerja biaya biaya dan waktu proyek

berdasarkan indeks kinerja proyek. Dimana Maroni dan Indryani (2015) melakukan penelitian terhadap proyek pelaksanaan konstruksi gedung mengalami keterlambatan dari segi waktu dengan biaya yang lebih rendah, hal tersebut dikarenakan berbagai faktor seperti keterlambatan pemancangan awal proyek, kerusakan alat, dan perubahan gambar. Sedangkan Pratama (2019) melakukan penelitian terhadap proyek pelaksanaan konstruksi jalan, dari segi kinerja biaya tidak mengalami pembengkakan biaya dan waktu tidak terlambat dari rencana, hal tersebut dikarenakan faktor-faktor seperti pengalaman dari pihak pengawas, kemampuan pelaksanaan dari pihak kontraktor, kemampuan penggunaan alat berat serta metode pelaksanaan proyek.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kinerja jadwal pelaksanaan Proyek Peningkatan Jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai (*Multiyears Contract*) pada minggu ke-36 (Desember 2018) memiliki nilai $BCWP > BCWS$ dengan nilai $SPI 1,01 > 1$ serta *schedule varians* (SV) bernilai positif (+Rp271.870.233,00) yang mengartikan pelaksanaan proyek lebih cepat dari jadwal rencana. Sedangkan kinerja biaya proyek memiliki nilai $ACWP < BCWS$ dengan nilai $CPI 1,04 > 1$ dengan nilai *cost varians* (CV) bernilai positif (+Rp810.116.144,00) yang mengartikan pengeluaran biaya pelaksanaan proyek lebih kecil dari anggaran yang di rencanakan.
2. Pada akhir peninjauan proyek minggu ke-36 dengan kinerja waktu dan biaya proyek pada poin 1, maka prediksi estimasi waktu dan biaya penyelesaian akhir proyek tidak mengalami keterlambatan dengan waktu 574 dengan biaya (EAC) Rp63.863.286.016,00.

Saran

Saran pada penelitian ini adalah :

1. Kontraktor sebaiknya lebih meningkatkan kinerja waktu dan biaya dalam hal pelaksanaan proyek, sehingga dapat menghindari penyimpangan pelaksanaan dari rencana yang telah direncanakan.

2. Diperlukan adanya penelitian lebih dalam mengenai kinerja waktu dan biaya proyek menggunakan metode EVA pada pelaksanaan proyek peningkatan jalan lain, mengingat lokasi penelitian ini yang diteliti adalah proyek *Multiyears Contract*.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, (2016). “Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Struktur Pelat Lantai (Studi Kasus Gedung Arsip Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Tengah Km 3,5 Palangka Raya” *Proteksi (Proyek Teknik Sipil)* Volume 3, Nomor 1, Hal 81-89.
- Asiyanto, (2005), *Construction Project Cost Management*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Damyati Hamdan dan Nurjaman Kadar (2016). *Manajemen Proyek Cetakan Ke-2*. CV. Pustaka Setia, Bandung.
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (1994). *The essence of evolution of earned value*. *Cost Engineering*, 36(11), 21.
- Husen Abrar (2009). *Manajemen Proyek*. Andi Edisi Revisi, Yogyakarta.
- Kaming, P. F, Raharjo, F., & Situmorang, Y.G. (2010). “Analisis Kinerja Proyek Konstruksi”. *Koferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)* hal M-209 – hal M-217.
- Luthan Putri dan Syafriandi (2006). *Aplikasi Microsoft Project Untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil*. Andi, Yogyakarta.
- Maromi, M. I., & Indryani, R. (2015). “Metode *Earned Value* untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya”. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), D54-D59.
- Santosa Budi, (2009). *Konsep & Implementasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sugiyono, (2008). *Metode Penelitian Kualitatif dan R&B*. Alfabeta, Bandung.
- Waluyo, R, (2014). “*Model Hubungan Antar Culture, Knowledge Management dan Performance di Perusahaan Konstruksi*”. Disertasi. Program Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Widiasanti Irika & Lenggogeni, (2014). *Manajemen Konstruksi*. Bandung. PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.