

PENYELESAIAN PROYEK RENOVASI PASAR DENGAN *CRITICAL PATH METHOD* DAN *EARNED VALUE ANALYSIS*

Harry Susanto¹, Annisa Kesya Garside²

^{1,2} Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Harry Susanto

Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

E-mail: harrysusanto.ub@gmail.com

Abstrak

Proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo sesuai dengan waktu kontrak yang telah disepakati, yaitu selama 120 hari. Pengendalian perlu dilakukan pada proyek renovasi ini, karena pada pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan. Pengendalian biaya dan waktu dilakukan agar keterlambatan waktu akhir pelaksanaan dapat dicegah. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut (1) Menentukan lama estimasi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo; (2) Mendapatkan besar estimasi biaya akhir proyek terhadap nilai kontrak pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo; (3) Mendapatkan keuntungan atau kerugian dalam mengerjakan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo. Penelitian ini menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) atau teknik lintasan kritis dan metode *Earned Value Analysis* (EVA). Berdasarkan Metode *Earned Value*, kinerja proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo sesuai dengan yang diharapkan dan mampu mencapai target proyek yang sudah direncanakan dan mengalami percepatan, estimasi waktu penyelesaian proyek selama 79,09 hari. Dengan menggunakan penentuan lintasan kritis Metode CPM, lama waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo adalah 80 hari kalender (12 minggu), dapat dipercepat 40 hari dari perencanaan semula 120 hari kalender (17 minggu).

Kata kunci: Metode CPM, Metode EVA, Proyek, Pasar.

1. Pendahuluan

Secara konseptual penelitian ini menggunakan konsep *Critical Path Method* (CPM) dan *Earned Value Analysis* (EVA). *Critical Path Method* (CPM) merupakan salah satu dari metode matematika dalam manajemen proyek yang dapat digunakan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan kritis dan memprediksikan berapa lama suatu proyek dapat diselesaikan secara optimal [1]. Oleh karena itu Proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo sesuai dengan waktu kontrak yang telah disepakati, yaitu selama 120 hari. Pengendalian perlu dilakukan pada proyek renovasi ini, karena pada pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan. Pengendalian biaya dan waktu dilakukan agar keterlambatan waktu akhir pelaksanaan dapat dicegah. Selain itu, penambahan biaya akibat keterlambatan tersebut dapat dioptimalkan. Dalam fungsinya CPM menggunakan satu jenis waktu untuk perkiraan waktu penyelesaian setiap kegiatan sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu, yaitu : prakiraan waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis [2].

Sementara EVA adalah metode pengendalian proyek yang mengintegrasikan lingkup proyek, waktu, dan biaya proyek dalam proses pengukuran kinerja proyek [3], [4], [5]. Sehingga digunakan Indikator – indikator yang dipakai dalam konsep nilai hasil yaitu ACWP atau *actual cost of work performed*, BCWP atau *budgeted cost of work performed* dan BCWS atau *budgeted cost of work scheduled*. Varians yang dihasilkan dari 3 indikator tersebut adalah varians biaya atau CV dan varians jadwal atau SV. Variance biaya didapat dari selisih antara BCWP dengan ACWP. Sedangkan *varians jadwal* didapat dari selisih antara BCWP dengan BCWS. Menurut Nurtsani, et al. [6], bahwa Dalam suatu proyek konstruksi faktor yang menjadi indikator keberhasilan suatu proyek adalah harus tepat biaya, waktu dan mutu. Untuk mencapai target tersebut perlu dilakukan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian pelaksanaannya secara tepat. Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) merupakan salah satu metode pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan biaya dan waktu proyek secara terpadu. Permasalahan dalam studi ini terkonstruksi dalam tiga pertanyaan yaitu (1) Berapa lama estimasi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo; (2) Berapa besar estimasi biaya akhir proyek terhadap nilai kontrak pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo?; (3) Apakah kontraktor mengalami keuntungan atau kerugian dalam mengerjakan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo?.

Penelitian ini menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) atau teknik lintasan kritis dan metode *Earned Value Analysis* (EVA). Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut ada beberapa metode yang digunakan untuk pengendalian suatu proyek. Karena dibutuhkan teknik pengendalian kinerja proyek yang bersifat konsisten dan terintegrasi agar kinerja proyek tidak berada di bawah kinerja yang direncanakan. Konsep *earned value* merupakan salah satu metode yang tepat digunakan untuk kepentingan pengendalian kinerja proyek. Teknik penting untuk menggunakan CPM adalah membangun model proyek yang mencakup berikut (1) Daftar semua tugas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek; (2) Ketergantungan antar tugas; (3) Perkiraan waktu (durasi) yang dibutuhkan setiap kegiatan untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu penelitian ini menentukan waktu dan biaya menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan *Earned Value Analysis* (EVA).

2. Metode Penelitian

Rancangan penelitian adalah (1) Perencanaan Evaluasi Biaya Dan Waktu Dengan Metode CPM; (2) Perencanaan Evaluasi Biaya Dan Waktu Dengan Metode *Earned Value*; (3) Perbandingan antara hasil metode CPM dan hasil metode *Earned Value Analysis*; (4) Kesimpulan dan Saran. Adapun Sampel penelitian ini adalah kegiatan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder dan primer yang didapatkan dari Dinas Industri Perdagangan Koperasi dan UKM, yaitu jadwal (*time schedule*) dan kurva-S rencana pelaksanaan proyek, jadwal (*time schedule*) dan kurva-S aktual pelaksanaan proyek, laporan harian, laporan mingguan proyek, rencana anggaran biaya, biaya langsung dan biaya tidak langsung pelaksanaan proyek.

Analisis data dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut: (1) Metode CPM : Jadwal Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM, Pembuatan Diagram *Network* dan Menentukan Waktu Kegiatan Proyek. (2) Metode *Earned Value Analysis* : Menghitung nilai ACWP (*Actual Cost of Work Performance*), BCWS (*Budgeted Cost Work Schedule*), BCWP (*Budgeted Cost for Work Performed*). (3) Penggabungan antara hasil metode CPM dan hasil metode *Earned Value*. (4) Pembahasan dan kesimpulan. Kemudian Penentuan Lintasan Kritis menggunakan *Free float* kegiatan (i,j) dihitung dengan cara mencari selisih antara saat tercepat terjadinya event di ujung kegiatan dengan saat tercepat diselesaikannya kegiatan (i,j) tersebut. Atau $SF(i,j) = TE(j) - EF(i,j)$. Dari perhitungan maju didapat $EF(i,j) = TE(i) + t(i,j)$, maka $SF(i,j) = TE(j) - TE(i) - t(i,j)$.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Proyek

Lokasi penelitian adalah Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo. Paket proyek renovasi sebagai berikut:

Nama paket proyek	: Renovasi Pasar Badegan
Lingkup proyek	: Renovasi Pasar Badegan
Nilai total HPS	: Rp 3.683.734.000,00
Pelaksanaan	: 120 Hari Kalender

Pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo selama 120 hari, dengan jadwal rencana pelaksanaan proyek seperti tabel 1.

Tabel 1 RAB Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Jenis Proyek	Jumlah Harga (Rp)	Bobot
I	Proyek Relokasi		
A	Proyek Sewa	18.000.000,00	0,539
B	Proyek Tanah	6.874.400,00	0,206
II	Proyek Persiapan		
A	Proyek Persiapan	196.889.592,00	5,896
III	Proyek Los Pasar		
A	Proyek Tanah	230.129.789,00	6,890
B	Proyek Pasangan	252.850.946,00	7,570

C	Proyek Beton	565.719.276,00	16,940
D	Proyek Rangka Baja	1.535.833.640,00	45,985
E	Proyek Penutup Atap	230.488.300,00	6,900
F	Proyek Lantai	143.903.800,00	4,310
G	Proyek Sanitasi	29.760.000,00	0,891
H	Proyek Instalasi Listrik	16.958.400,00	0,509
IV	Proyek Paving	112.366.400,00	3,364
A.	Jumlah Harga Proyek	3.339.774.543,00	100,00
B.	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) = 10% x A	333.977.454,30	0
C.	Jumlah Total Harga = A + B	3.673.751.997,30	0
	Dibulatkan	3.673.747.000,00	0

Perhitungan RAB diperoleh sebagai jumlah seluruh hasil kali volume tiap jenis proyek yang ada dengan harga satuan masing-masing. Volume proyek dapat diperoleh dan membaca dan menghitung atas gambar desain. Unsur biaya konstruksi mencakup harga-harga bahan, upah tenaga, dan peralatan yang digunakan. Perhitungan bobot dengan menggunakan rumus:

$$B = \frac{P}{TP} + 100 \% \quad (1)$$

Contoh perhitungan pada Proyek Persiapan adalah sebagai berikut :

$$\text{Bobot} = \frac{\text{Rp. 196.889.592}}{\text{Rp. 3.339.774.543}} \times 100\%$$

$$\text{Bobot} = 5,896\%$$

3.2 Pelaksanaan Proyek Dengan *Critical Path Method* (CPM)

Jadwal pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo dapat diselesaikan selama 80 hari, proyek dapat dipercepat 40 hari dari waktu jadwal awal pelaksanaan proyek yang dilakukan selama 120 hari.

3.2.1 Penentuan Lintasan Kritis

Penyelesaian kegiatan renovasi pasar Badegan Kabupaten Ponorogo selama 120 hari, dirasakan terlalu lama. Sebagai langkah awal pelaksanaan proyek dilakukan perhitungan kelonggaran waktu (*float/slack*) dari kegiatan (i,j), yang terdiri atas *total float* dan *free float*.

Tabel 2 Penentuan Lintasan Kritis Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

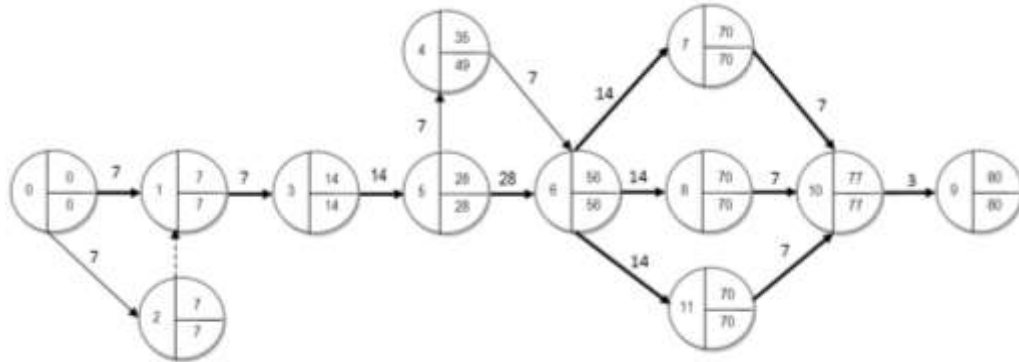
Kegiatan (i,j)	Durasi (hari) $t_{(i,j)}$	Paling Cepat		Paling Lambat		Total Float S $f=c-b-a$	Free Float SF $g=e-d-a$
		Mulai	Selesai	Mulai	Selesai		
		ES	EF	LS	LF		
I B* (0,1)	7	0	7	0	7	0	0
II A* (0,2)	7	0	7	0	7	0	0
III A* (1,3)	7	7	14	7	14	0	0
III C* (3,5)	14	14	28	14	28	0	0
III B (5,4)	7	28	35	28	49	0	14
III D (4,6)	7	35	56	49	56	14	0
III D* (5,6)	28	28	56	28	56	0	0
III E* (6,7)	14	56	70	56	70	0	0
III F* (6,8)	14	56	70	56	70	0	0
IV* (6,11)	14	56	70	56	70	0	0
III H* (7,10)	7	70	77	70	77	0	0

III H* (8,10)	7	70	77	70	77	0	0
III H* (11,10)	7	70	77	70	77	0	0
III G* (10,9)	3	77	80	77	80	0	0
Rata-rata	10,21						
Standar Deviasi	6,25						

Dari perhitungan *slack time* tersebut, maka dapat ditentukan lintasan kritis, dimana lintasan kritis memiliki *slack time* = 0, sehingga Kurun waktu penyelesaian proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo adalah 80 hari.

3.2.2 Pembuatan Diagram Network

Dari pelaksanaan proyek tersebut, kemudian dibuat diagram network sebagai berikut :



Gambar 1 Diagram *Network* Pelaksanaan Proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

Pada gambar 1. setelah dilakukan rekayasa ulang, perhitungan maju dan perhitungan mundur, lintasan kritis yang terbentuk adalah :

Lintasan : 0-1-3-5-6-7-10-9

Lintasan : 0-1-3-5-6-8-10-9

Lintasan : 0-1-3-5-6-11-10-9

Jadwal pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo dapat diselesaikan selama 80 hari, proyek dapat dipercepat 40 hari dari waktu jadwal awal pelaksanaan proyek yang dilakukan selama 120 hari.

3.2.3 Jadwal Kegiatan

Berdasarkan Diagram *Network* Pelaksanaan Proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo yang dapat diselesaikan selama 80 hari dan tidak terjadi perubahan biaya sehingga selisih waktu proyek dapat digunakan untuk melakukan evaluasi dan perbaikan. Kemudian disusun Jadwal Kegiatan Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo Selama 80 hari sebagai berikut :

Tabel 3 Realisasi Kegiatan Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo Selama 80 hari

No	Bulan	Minggu	Periode	Bobot Realisasi Mingguan	Realisasi Anggaran Mingguan (Rp)	Bobot Realisasi Mingguan Kumulatif	Realisasi Anggaran Mingguan Kumulatif (Rp)
1	Oktober	1	10 – 16	6,836	251.137.686,54	6,836	251.137.686,54
		2	17 – 23	10,847	398.491.879,15	17,683	649.629.565,68
		3	24 – 30	9,792	359.733.795,58	27,475	1.009.363.361,26
		4	31 – 06	10,935	401.724.780,90	38,410	1.411.088.142,16
2	November	5	07 – 13	5,604	205.877.061,93	44,014	1.616.965.204,09
		6	14 – 20	10,271	377.331.067,64	54,285	1.994.296.271,73
		7	21 – 27	7,449	273.657.786,28	61,734	2.267.954.058,01
		8	28 – 04	10,922	401.247.193,15	72,656	2.669.201.251,16
3	Desember	9	05 – 11	10,659	391.585.225,39	83,315	3.060.786.476,55
		10	12 – 18	10,198	374.649.228,68	93,513	3.435.435.705,24
		11	19 – 25	4,356	160.028.637,00	97,869	3.595.464.342,24

12	26 – 28	2,131	78.287.655,06	100,000	3.673.751.997,30
Jumlah		100,000	3.673.751.997,30		

3.3 Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Earned Value

Penggunaan metode EV pada proyek ini menghasilkan nilai *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWS), *Budgeted Cost of Work Performance* (BCWP), *Actual Cost for Work Performed* (ACWP), kemudian dibandingkan terus menerus setiap fase proyek tersebut hingga selesai. Informasi penggunaan biaya dan nilai yang diperoleh secara cepat sepanjang *project life cycle* sangat membantu untuk sistem pengendalian dan pengawasan proyek yang cepat dan terintegrasi.

Metode yang dipakai dalam pengendalian biaya dan waktu di lapangan adalah dengan menggunakan *Time Schedule*. Metode ini sering digunakan pada proyek konstruksi dan presentase rencana proyek serta presentase realisasi dilukiskan dalam grafik kurva-S. Berdasarkan tabel 1 jadwal kegiatan renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo selama 80 hari, dapat ditentukan nilai *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWS), *Budgeted Cost of Work Performance* (BCWP), *Actual Cost for Work Performed* (ACWP).

BCWS (*Budgeted Cost of Work Schedule*) menggambarkan anggaran rencana sampai pada periode tertentu terhadap volume rencana proyek yang akan dikerjakan. $BCWS_{per\ minggu} = \% \text{ Bobot Rencana Mingguan} \times \text{Nilai Kontrak}$. Berdasarkan tabel 2 jadwal kegiatan perencanaan dan realisasi proyek, persentase proyek sampai minggu ke-7, karena di minggu ke-7 tersebut terjadi peningkatan persentase volume proyek. Persentase fisik aktual (realisasi) proyek cenderung lebih kecil atau terlambat dari rencana. Analisis *earned value* dilakukan pada minggu ke-7.

Evaluasi proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo dilakukan pada minggu ke-7. Dari nilai BCWS dipercepat pada tiap minggunya diakumulasikan sampai minggu ke-7, sebagai berikut:

$$BCWS = \% \text{ bobot rencana} \times \text{nilai proyek}$$

$$= 7,664\% \times \text{Rp } 3.673.751.997,30 = \text{Rp } 281.569.809,19$$

Rekapitulasi perhitungan BCWS dipercepat adalah sebagai berikut:

Tabel 4 BCWS Dipercepat Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Bulan	Minggu	Periode	Bobot Rencana Mingguan	BCWS	
					Per Minggu (Rp)	Kumulatif (Rp)
1	Oktober	1	10 – 16	3,321	121.986.935,07	121.986.935,07
		2	17 – 23	6,766	248.547.691,38	370.534.626,45
		3	24 – 30	7,680	282.144.153,39	652.678.779,84
		4	31 – 06	8,020	294.634.910,18	947.313.690,02
2	November	5	07 – 13	15,685	576.228.000,78	1.523.541.690,80
		6	14 – 20	11,899	437.139.750,16	1.960.681.440,96
		7	21 – 27	7,664	281.556.353,07	2.242.237.794,03
		8	28 – 04	7,664	281.556.353,07	2.523.794.147,11
3	Desember	9	05 - 11	11,667	428.616.645,52	2.952.410.792,63
		10	12 - 18	11,667	428.616.645,52	3.381.027.438,16
		11	19 - 25	4,257	156.391.622,53	3.537.419.060,68
		12	26 - 28	3,711	136.332.936,62	3.673.751.997,30
Jumlah				100,000	3.673.751.997,30	

Nilai BCWS minggu ke-7 sebesar Rp 281.556.353,07 kemudian diakumulasikan pada minggu sebelumnya, sehingga nilai BCWS minggu ke-7 menjadi Rp2.242.237.794,03. BCWP (*Budgeted Cost for Work Performed*) menggambarkan anggaran rencana proyek pada periode tertentu terhadap apa yang telah dikerjakan pada volume proyek aktual.

$$BCWP_{per\ minggu} = \% \text{ bobot Realisasi Mingguan} \times \text{Nilai Kontrak}$$

Perhitungan BCWP dipercepat diperoleh dari bobot realisasi proyek terhadap rencana anggaran biaya kemudian diakumulasikan tiap minggunya. Bobot realisasi proyek diperoleh dari laporan mingguan progress kemajuan proyek. Perhitungan BCWP minggu ke-7 proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo, sebagai berikut:

BCWP = % bobot realisasi x nilai proyek
= 7,449% x Rp 3.673.751.997,30 = Rp 273.657.786,28

Rekapitulasi perhitungan BCWP adalah sebagai berikut:

Tabel 5 BCWP Dipercepat Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Bulan	Minggu	Periode	Bobot Realisasi Mingguan	BCWP	
					Per Minggu (Rp)	Kumulatif (Rp)
1	Oktober	1	10 - 16	6,836	251.137.686,54	251.137.686,54
		2	17 - 23	10,847	398.491.879,15	649.629.565,68
		3	24 - 30	9,792	359.733.795,58	1.009.363.361,26
		4	31 - 06	10,935	401.724.780,90	1.411.088.142,16
2	November	5	07 - 13	5,604	205.877.061,93	1.616.965.204,09
		6	14 - 20	10,271	377.331.067,64	1.994.296.271,73
		7	21 - 27	7,449	273.657.786,28	2.267.954.058,01
3	Desember	8	28 - 04	10,922	401.247.193,15	2.669.201.251,16
		9	05 - 11	10,659	391.585.225,39	3.060.786.476,55
		10	12 - 18	10,198	374.649.228,68	3.435.435.705,24
		11	19 - 25	4,356	160.028.637,00	3.595.464.342,24
		12	26 - 28	2,131	78.287.655,06	3.673.751.997,30
Jumlah					3.673.751.997,30	
				100,000	0	

Nilai BCWP minggu ke-7 sebesar Rp 273.657.786,28, kemudian diakumulasikan pada minggu sebelumnya, sehingga nilai BCWP sampai dengan minggu ke-7 menjadi Rp 2.267.954.058,01. ACWP (*Actual Cost for Work Performed*) menggambarkan anggaran aktual yang dihabiskan untuk pelaksanaan proyek pada keadaan volume proyek aktual

Biaya proyek yang diperlukan adalah sebagai berikut :

Biaya tidak langsung (12,5%) Rp 459.218.999,66

Biaya langsung (87,5%) Rp 3.214.532.997,64

Total biaya Rp 3.673.751.997,30

Biaya ACWP dipercepat diperoleh dari biaya langsung, yaitu sebesar Rp3.214.532.997,64. Rekapitulasi perhitungan ACWP dipercepat adalah sebagai berikut:

Tabel 6 ACWP Dipercepat Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Bulan	Minggu	Periode	Bobot Realisasi Mingguan	ACWP	
					Per Minggu (Rp)	Kumulatif (Rp)
1	Oktober	1	10 - 16	6,836	219.745.475,72	219.745.475,72
		2	17 - 23	10,847	348.680.394,25	568.425.869,97
		3	24 - 30	9,792	314.767.071,13	883.192.941,10
		4	31 - 06	10,935	351.509.183,29	1.234.702.124,39
2	November	5	07 - 13	5,604	180.142.429,19	1.414.844.553,58
		6	14 - 20	10,271	330.164.684,19	1.745.009.237,77
		7	21 - 27	7,449	239.450.562,99	1.984.459.800,76
3	Desember	8	28 - 04	10,922	351.091.294,00	2.335.551.094,76

9	05 – 11	10,659	342.637.072,22	2.678.188.166,98
10	12 – 18	10,198	327.818.075,10	3.006.006.242,08
11	19 – 25	4,356	140.025.057,38	3.146.031.299,46
12	26 – 28	2,131	68.501.698,18	3.214.532.997,64
Jumlah		100,000	3.214.532.997,64	

Nilai ACWP minggu ke-7 sebesar Rp 239.450.562,99, kemudian diakumulasikan pada minggu sebelumnya, sehingga nilai ACWP sampai dengan minggu ke-7 menjadi Rp 1.984.459.800,76. Ketiga indikator yang telah dilakukan perhitungan (BCWS, BCWP, ACWP) kumulatif dipercepat memberikan gambaran mengenai pencapaian biaya dan waktu. Hubungan antara ketiga indikator tersebut pada proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Rekapitulasi Perhitungan BCWS, BCWP, ACWP Dipercepat Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Bulan	Minggu	Periode	Bobot Rencana Mingguan	BCWS Dipercepat Kumulatif (Rp)	BCWP Dipercepat Kumulatif (Rp)	ACWP Dipercepat Kumulatif (Rp)
1	Oktober	1	10 - 16	6,836	121.986.935,07	251.137.686,54	219.745.475,72
		2	17 - 23	10,847	370.534.626,45	649.629.565,68	568.425.869,97
		3	24 - 30	9,792	652.678.779,84	1.009.363.361,26	883.192.941,10
		4	31 - 06	10,935	947.313.690,02	1.411.088.142,16	1.234.702.124,39
2	November	5	07 - 13	5,604	1.523.541.690,80	1.616.965.204,09	1.414.844.553,58
		6	14 - 20	10,271	1.960.681.440,96	1.994.296.271,73	1.745.009.237,77
		7	21 - 27	7,449	2.242.237.794,03	2.267.954.058,01	1.984.459.800,76
		8	28 - 04	10,922	2.523.794.147,11	2.669.201.251,16	2.335.551.094,76
3	Desember	9	05 - 11	10,659	2.952.410.792,63	3.060.786.476,55	2.678.188.166,98
		0	12 - 18	10,198	3.381.027.438,16	3.435.435.705,24	3.006.006.242,08
		11	19 - 25	4,356	3.537.419.060,68	3.595.464.342,24	3.146.031.299,46
		12	26 - 28	2,131	3.673.751.997,30	3.673.751.997,30	3.214.532.997,64

Pada tabel 6 perhitungan BCWS, BCWP dan ACWP secara kumulatif pada tiap minggunya sampai minggu ke-7. Nilai BCWS mencapai Rp2.242.237.794,03, sedangkan nilai BCWP sebesar Rp 2.267.954.058,01 dan nilai ACWP sebesar Rp1.984.459.800,76. menunjukkan pada akhir minggu ke-7 terlihat nilai BCWS dan ACWP lebih kecil dari nilai BCWP, yang artinya biaya aktual lebih besar dari anggaran yang direncanakan. Hal ini menunjukkan bahwa proyek mengalami percepatan dari jadwal yang direncanakan, paket proyek yang terlaksana lebih banyak dari yang direncanakan.

3.3.1 Perhitungan Berdasarkan Aspek Biaya Dipercepat

Analisis *Earned Value* dilihat dari aspek biaya, digunakan *Cost Variance (CV)*, *Cost Performance Index (CPI)*, *Estimate at Completion (EAC)*. Rincian perhitungan parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

3.3.1.1 Cost Variance (CV)

Perhitungan nilai CV pada minggu ke-7, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CV &= BCWP - ACWP \\ &= \text{Rp } 2.267.954.058,01 - \text{Rp } 1.984.459.800,76 \\ &= \text{Rp } 283.494.257,25 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan CV pada minggu ke-7 diperoleh nilai CV sebesar Rp 283.494.257,25, yang berarti nilai CV lebih besar dari 0 ($CV > 0$) atau bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa biaya yang digunakan dalam penyelesaian proyek lebih kecil dari biaya yang direncanakan.

3.3.1.2 Cost Performance Index (CPI)

Perhitungan nilai CPI pada minggu ke-7, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CPI &= BCWP / ACWP \\ &= \text{Rp } 2.267.954.058,01 / \text{Rp } 1.984.459.800,76 = 1,14 \end{aligned}$$

Diperoleh nilai 1,14, hal ini menunjukkan bahwa biaya yang digunakan dalam penyelesaian proyek lebih kecil dari biaya yang direncanakan.

3.3.1.3 Estimate at Complete (EAC)

Sebelum menentukan nilai EAC (*Estimate at Completion*), diperhitungkan ETC (*Estimate to Complete*) terlebih dahulu berdasarkan BAC (*Budget at Completion*) dan BCWP (*Budgeted Cost for Work Performed*). Kemudian dilakukan perhitungan *Estimate at Completion* (EAC), perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CV &= ((BAC - BCWP)/CPI) \\ &= (Rp\ 3.673.751.997,30 - Rp\ 2.267.954.058,01) / 1,14 \\ &= Rp\ 1.230.073.196,88 \\ EAC &= ACWP + ETC \\ &= Rp\ 1.984.459.800,76 + Rp\ 1.230.073.196,88 \\ &= Rp\ 3.214.532.997,64 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh prakiraan besarnya biaya yang akan diserap pada minggu ke-7 sebesar Rp 3.214.532.997,64.

3.3.2 Perhitungan Berdasarkan Aspek Waktu Dipercepat

Dalam menganalisis konsep *Earned Value* dengan mengintegrasikan aspek waktu digunakan *Schedule Variance* (SV), *Schedule Performance Index* (SPI), *Estimate All Schedule* (EAS). Rincian perhitungan parameter-parameter tersebut, sebagai berikut:

3.3.2.1 Schedule Variance (SV)

Perhitungan nilai SV pada minggu ke-7, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SV &= BCWP - BCWS \\ &= Rp\ 2.267.954.058,01 - Rp\ 2.242.237.794,03 \\ &= Rp\ 25.716.263,98 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai SV sebesar Rp25.716.263,98. SV memiliki nilai positif menunjukkan bahwa proyek mengalami percepatan dari jadwal yang direncanakan, paket proyek yang terlaksana lebih banyak dari yang direncanakan.

3.3.2.2 Schedule Performance Index (SPI)

Perhitungan nilai SPI pada minggu ke-7, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SPI &= BCWP/BCWS \\ &= Rp\ 2.267.954.058,01 / Rp\ 2.242.237.794,03 \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai SPI sebesar 1,01. Nilai SPI ini menunjukkan bahwa proyek mengalami percepatan. Kinerja proyek sesuai dengan yang diharapkan karena mampu mencapai target proyek yang sudah direncanakan.

3.3.2.3 Time Estimate (TE)

Perhitungan TE dilakukan untuk menentukan perkiraan penyelesaian waktu proyek, perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TE &= ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right) \\ &= ATE + \left(\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right) \\ &= 79,09 \end{aligned}$$

Waktu perencanaan awal (*Original Duration*) diketahui selama 80 hari dan *actual time expended* (ATE) selama 49 hari. Dari hasil perhitungan *time estimate* (TE) diketahui estimasi waktu penyelesaian proyek selama 79,09 hari.

3.3 Analisa Antara Hasil Metode CPM dan Metode *Earned Value*

CPM atau jalur kritis adalah salah satu metode jaringan kerja yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek [7]. Sedangkan Analisis pengendalian proyek digunakan untuk pengendalian biaya dan waktu proyek yang dikerjakan. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah EVM. EVM merupakan sebuah metode untuk mengetahui kemajuan suatu proyek lebih besar atau lebih kecil dari

anggaran yang seharusnya dan lebih cepat atau lebih lambat dari jadwal yang seharusnya [8]. Rekapitulasi penggabungan antara hasil Metode CPM dan Metode *Earned Value* adalah seperti tabel 7.

Tabel 8 Rekapitulasi Analisa Antara Hasil Metode CPM dan Metode *Earned Value*

Minggu	Periode	Realisasi Kegiatan Awal		Metode CPM		Metode <i>Earned Value</i>		
		Bobot Realisasi Mingguan Kumulatif	Realisasi Anggaran Mingguan Kumulatif (Rp)	Bobot Realisasi Mingguan Kumulatif	Realisasi Anggaran Mingguan Kumulatif (Rp)	CPI	SPI	TE
1	10 - 16	0,480	17.640.941,94	6,836	251.137.686,54	1,14	2,0587	38,86
2	17 - 23	3,531	129.711.229,42	17,683	649.629.565,68	1,14	1,7532	45,63
3	24 - 30	6,478	238.000.592,19	27,475	1.009.363.361,26	1,14	1,5465	51,73
4	31 - 06	8,201	301.286.296,35	38,410	1.411.088.142,16	1,14	1,4896	53,71
5	07 - 13	12,447	457.284.714,10	44,014	1.616.965.204,09	1,14	1,0613	75,38
6	14 - 20	20,928	768.854.698,20	54,285	1.994.296.271,73	1,14	1,0171	78,65
7	21 - 27	29,409	1.080.424.682,30	61,734	2.267.954.058,01	1,14	1,0115	79,09
8	28 - 04	41,308	1.517.566.057,83	72,656	2.669.201.251,16			
9	05 - 11	53,207	1.954.707.433,35	83,315	3.060.786.476,55			
10	12 - 18	60,872	2.236.277.242,54	93,513	3.435.435.705,24			
11	19 - 25	68,536	2.517.847.051,73	97,869	3.595.464.342,24			
12	26 - 01	76,200	2.799.416.860,91	100,000	3.673.751.997,30			
13	02 - 08	83,865	3.080.986.670,10					
14	09 - 15	90,766	3.334.524.115,42					
15	16 - 22	94,443	3.469.612.918,42					
16	23 - 29	97,147	3.568.929.434,94					
17	30 - 6	100,000	3.673.751.997,30					

Dari tabel 8 tersebut menunjukkan realisasi Kegiatan Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo awal Selama 120 hari dengan biaya total Rp3.673.751.997,30. Berdasarkan diagram *network* dengan metode CPM, penentuan lintasan kritis pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo dapat diselesaikan selama 80 hari. Proyek renovasi tersebut dapat dipercepat 40 hari dari perencanaan semula 120 hari kalender, dan tidak terjadi perubahan biaya sehingga selisih waktu proyek dapat digunakan untuk melakukan evaluasi dan perbaikan. Sehingga perencanaan dan realisasi proyek, persentase proyek sampai minggu ke-7, karena di minggu ke-7 tersebut terjadi peningkatan persentase volume proyek. Persentase fisik aktual (realisasi) proyek cenderung lebih kecil atau terlambat dari rencana. Analisis *earned value* dilakukan pada minggu ke-7.

Dari hasil kumulatif minggu ke-7 terlihat bahwa nilai CV sebesar Rp 283.494.257,25 dan CPI = 1,14. Ini menunjukkan bahwa dalam pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo, kontraktor mendapatkan untung atau biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor lebih kecil dari anggaran yang tersedia yaitu sebesar Rp 283.494.257,25. Hal ini diperkuat dengan CPI sebesar 1,14 > 1. Dari hasil perhitungan SPI kumulatif minggu ke-7, nilai SPI sebesar 1,01. Nilai SPI bernilai positif, ini berarti bahwa proyek terlaksana tepat sesuai rencana (*on schedule*) dan dapat dipercepat. Dari perhitungan dihasilkan nilai estimasi biaya akhir proyek diperoleh EAC sebesar Rp 3.214.532.997,64. Dari hasil perhitungan *time estimate* (TE) diketahui estimasi waktu penyelesaian proyek selama 79,09 hari ~ 80 hari. Nilai estimasi tersebut diketahui besarnya biaya yang masih tersedia pada proyek sudah dikeluarkan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Sisa Dana} &= \text{BCWP} - \text{ACWP} \\ &= \text{Rp } 2.267.954.058,01 - \text{Rp } 1.984.459.800,76 \\ &= \text{Rp } 283.494.257,25 \end{aligned}$$

Dengan demikian hubungan antara biaya dan waktu untuk pelaksanaan proyek renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo mencapai Rp 283.494.257,25.

4. Kesimpulan

Dari uraian hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa : (1) Berdasarkan Metode *Earned Value*, kinerja proyek proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo sesuai dengan yang diharapkan dan mampu mencapai target proyek yang sudah direncanakan dan mengalami percepatan, estimasi waktu penyelesaian proyek selama 79,09 hari. Dengan menggunakan penentuan lintasan kritis Metode CPM, lama waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo adalah 80 hari kalender (12 minggu), dapat dipercepat 40 hari dari perencanaan semula 120 hari kalender (17 minggu); (2) Estimasi biaya proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo adalah sama dengan nilai kontrak, yaitu sebesar Rp 3.673.751.997,30; (3) Berdasarkan nilai *Cost Variance* (CV), pada proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo, kontraktor mendapatkan untung atau biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor lebih kecil dari anggaran yang tersedia yaitu sebesar Rp 283.494.257,25.

Satuan dan Singkatan

RAB =Rencana Anggaran Belanja
TP =Total Pekerjaan
P =Nilai Pekerjaan
B = Bobot
 i, j = kegiatan i ke kegiatan j
 d_{ij} = durasi kegiatan (i,j), $i < j$
ESi = waktu awal tercepat kejadian i
ESj = waktu awal tercepat kejadian j
EFij = waktu selesai tercepat kejadian (i,j)
LFi = waktu akhir terlambat kejadian i
LFj = waktu akhir terlambat kejadian j
LSij = waktu selesai terlambat kejadian (i,j)

Referensi

- [1] N. F. Ilmiyah, "Implementasi Konsep Critical Path Method (CPM) dalam Kehidupan Sehari-Hari Sebagai Solusi Efisiensi Waktu," in *Prosiding SI MaNIs (Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai-Nilai Islami)*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. [444-451].
- [2] D. Caesaron and A. Thio, "Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT pada Proyek Pembangunan Ruko (Jl. Pasar Lama No. 20 Glodok)," *Journal of Industrial Engineering and Management Systems*, vol. 8, no. 2, 2017.
- [3] C. Drob and V. Zichil, "Overview regarding the main guidelines, standards and methodologies used in project management," *Journal of Engineering Studies and Research*, vol. 19, no. 3, p. 26, 2013.
- [4] B. Koke and R. C. Moehler, "Earned Green Value management for project management: A systematic review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 230, pp. 180-197, 2019.
- [5] B. Susanti, "Similarity PENERAPAN KONSEP EARNED VALUE PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN TOL (STUDI KASUS RUAS JALAN TOL KAYUAGUNG-PALEMBANG-BETUNG)," 2020.
- [6] R. A. Nurtsani, D. R. Septiadi, and S. Suharyanto, "Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value)," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 6, no. 4, pp. 460-470, 2017.
- [7] B. Suanda, "Konsep Earned Value Method (EVM)," *Diakses melalui*, 2011.
- [8] S. N. Oktalina, "POTENSI HUTAN RAKYAT DALAM Mendukung KETAHANAN PANGAN," 2016.