

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Sesuai dengan tujuan penelitian dan hasil pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan Metode *Earned Value*, kinerja pekerjaan proyek Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo sesuai dengan yang diharapkan dan mampu mencapai target pekerjaan 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

## **5.2. Saran**

Saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

Perlu dilakukan penelitian pengaruh penambahan jam lembur terhadap efisiensi hasil (BCWP) dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan (ACWP).

## DAFTAR PUSTAKA

- Arun Dhawele, Vaishnavi Tuljapurkar
- Crean, William R., Adamczyk, 1982, *Applications of Cost and Schedule Integration*, AACE Transactions.
- Dipohusodo, Istimawan, 1996. *Manajemen Proyek Konstruksi Jilid I*, Kanesus, Jakarta.
- Erik Pradana Putra, Siti Qomariyah, Sugiyanto, *Analisis Nilai Hasil Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi*, Yogyakarta
- Ervianto, 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta.
- Flemming, Q.W., Koppelman, J.M., 1994. *The Essence and Evolution of Earned Value*, AACE Transactions.
- Husen, Abrar, 2010. *Manajemen Proyek*, Andi, Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor : 102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur
- Mandiyo Priyo, *Khairul Fajri Indraga, Cost And Schedule Performance Analysis By Concept Earned Integrated Value Method*
- Meliasari, Indri, M. Indrayadi dan Lusiana, 2012, *Earned Value Analysis Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Pembangunan Sarana/Prasarana Pengamanan Pantai)*, Prodi Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Mockler, R.J, 1972, *The Management Control Process*, Prentice Hall. New Jersey
- Priyo, Mandiyo dan Khairul Fajri Indraga, 2015, *Analisis Kinerja Biaya dan Jadwal Terpadu Dengan Konsep Earned Value Method (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung)*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 18, No. 2, 106-121, November 2015
- Putra, Erik Pradana, Siti Qomariyah, Sugiyarto, 2013, *Analisis Nilai Hasil Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Hotel Eastparc Yogyakarta)*, e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Juni 2013, hal 103-111
- Radhika Gupta , *Civil Engineering Department, Prof. Ram Meghe Collage of Engineering and Management, Amravati, India*

- Ritz, G.J, 1994, *Total Construction Project Mangement*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Santosa, Budi, 2009, *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Soeharto, Imam, 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Imam, 2001, *Manajemen Proyek, Jilid 2*, Erlangga, Semarang
- Taha, H.A., 1996, *Riset Operasi Suatu Pengantar, Jilid 2*, Edisi kelima, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Tarore, Huibert, 2002. *Analisis System Rekayasa Konstruksi*, Sam Ratulangi University, Manado.

# LAMPIRAN

Lampiran 1. RAB Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

Tabel RAB Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga (Rp)	Bobot
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Relokasi</b>					
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Sewa</b>					
1	Sewa Lahan Relokasi ( 90 Hari / 3 Bulan )	m <sup>2</sup>		22.500,00		
2	Sewa Kios Tak Terpakai Di Lahan Relokasi ( 90 Hari / 3 Bulan )	unit		1.197.700,00		
3	Sewa Tenda uk. 6 x 12 m ( 90 Hari / 3 Bulan )	ls	1	18.000.000,00	18.000.000,00	0,539
				<b>Sub Total</b>	<b>18.000.000,00</b>	<b>0,539</b>
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>					
1	Pek. Urugan Tanah	m <sup>2</sup>	52	132.200,00	6.874.400,00	0,206
				<b>Sub Total</b>	<b>6.874.400,00</b>	<b>0,206</b>
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>					
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>					
1	Papan Nama Proyek	Bh	1	219.700,00	219.700,00	0,007
2	Pembersihan Lokasi	Ls	1	5.000.000,00	5.000.000,00	0,150
3	Urugan Tanah Pilihan Dipadatkan Mekanis	m <sup>3</sup>	1.421,86	132.200,00	187.969.892,00	5,628
4	Pasang Bouwplank / Uiet zet	Ls	1	3.700.000,00	3.700.000,00	0,111
				<b>Sub Total</b>	<b>196.889.592,00</b>	<b>5,895</b>
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Los Pasar</b>					
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>					
1	Pek. Galian Tanah	m <sup>3</sup>	1.320,56	50.800,00	67.084.448,00	2,009
2	Pek. Galian Tanah Pondasi Footplat	m <sup>3</sup>	317,65	50.800,00	16.136.620,00	0,483
3	Pek. Urugan Tanah Kembali	m <sup>3</sup>	531,71	16.900,00	8.985.899,00	0,269
4	Pek. Urugan Tanah Kembali Footplat	m <sup>3</sup>	116,7	16.900,00	1.972.230,00	0,059
5	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi t = 5 cm	m <sup>3</sup>	26,82	153.600,00	4.119.552,00	0,123
6	Pek. Urugan Tanah Bawah Lantai	m <sup>3</sup>	902,4	132.200,00	119.297.280,00	3,572
7	Pek. Urugan Pasir Bawah Lantai t = 7 cm	m <sup>3</sup>	81,6	153.600,00	12.533.760,00	0,375
				<b>Sub Total</b>	<b>230.129.789,00</b>	<b>6,891</b>
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Pasangan</b>					
1	Pek. Anstampeng	m <sup>3</sup>	90,46	398.700,00	36.066.402,00	1,080
2	Pek. Pondasi Batu Kali 1 : 6	m <sup>3</sup>	285,92	758.200,00	216.784.544,00	6,491
				<b>Sub Total</b>	<b>252.850.946,00</b>	<b>7,571</b>
<b>C</b>	<b>Pekerjaan Beton</b>					
1	Pek. Rabat Bawah Pondasi Footplat t = 5 cm	m <sup>3</sup>	8,55	1.185.800,00	10.138.590,00	0,304
2	Pek. Footplat 150 x 150 x 30 cm					
	Beton K 225	m <sup>3</sup>	33,3	1.185.800,00	39.487.140,00	1,182
	Pembesian	kg	4.602,43	13.400,00	61.672.562,00	1,847
3	Pek. Sloof Beton 20/30					
	Beton K 225	m <sup>3</sup>	20,76	1.185.800,00	24.617.208,00	0,737
	Pembesian	kg	3.529,95	13.400,00	47.301.330,00	1,416
	Bagesting	m <sup>2</sup>	220,8	547.800,00	120.954.240,00	3,622
4	Pek. Kolom Pedestal 30/40					
	Beton K 225	m <sup>3</sup>	16,43	1.185.800,00	19.482.694,00	0,583
	Pembesian	kg	2.708,42	13.400,00	36.292.828,00	1,087
	Bagesting	m <sup>2</sup>	201,2	550.500,00	110.760.600,00	3,316
5	Pek. Kolom Pedestal 20/30					
	Beton K 225	m <sup>3</sup>		1.185.800,00		
	Pembesian	kg		13.400,00		
	Bagesting	m <sup>2</sup>		550.500,00		
6	Pek. Beton Tumbuk 1 Pc : 3 Ps : 5 Kr	m <sup>3</sup>	107,08	887.300,00	95.012.084,00	2,845
				<b>Sub Total</b>	<b>565.719.276,00</b>	<b>16,939</b>
<b>D</b>	<b>Pekerjaan Rangka Baja</b>					
1	Pek. Kolom WF 250.125.6.9	kg	5.256,96	26.300,00	138.258.048,00	4,140
2	Pek. Kolom WF 150.75.5.7	kg	5.063,52	26.300,00	133.170.576,00	3,987
3	Pek. Rafter WF 250.125.6.9	kg	9.945,60	26.300,00	261.569.280,00	7,832
4	Pek. Rafter WF 200.100.5.5.8	kg	3.020,80	26.300,00	79.447.040,00	2,379
5	Pek. Konsol WF 150.75.5.7	kg	268,8	26.300,00	7.069.440,00	0,212
6	Pek. Gording CNP 150.50.20.2.3	kg	13.063,24	26.300,00	343.563.212,00	10,287
7	Pek. Base Plat	kg	782,24	26.300,00	20.572.912,00	0,616
8	Pek. Kupingan Gording L 70.70.7	kg	2.019,17	26.300,00	53.104.171,00	1,590
9	Pek. Plat Simpul	kg	1.234,40	26.300,00	32.464.720,00	0,972
10	Pek. Trekstang Ø 12 mm	kg	4.234,87	26.300,00	111.377.081,00	3,335
11	Pek. Ikatan Angin Ø 16 mm	kg	856,09	26.300,00	22.515.167,00	0,674
12	Pek. Angkur Ø 16 mm	bh	316,8	14.700,00	4.656.960,00	0,139
13	Pek. Jarum Keras M 16	bh	155	35.300,00	5.471.500,00	0,164
14	Pek. Baut Ø 1/2"	bh	1.491,00	2.800,00	4.174.800,00	0,125
15	Pek. Baut Ø 5/8"	bh	4.547,00	2.200,00	10.003.400,00	0,300
16	Pek. Hak Talang L 40.40.4	kg	440	26.300,00	11.572.000,00	0,346

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga (Rp)	Bobot
17	Pek. Talang Seng BJLS 30 L = 90 cm	m <sup>1</sup>	118	95.300,00	11.245.400,00	0,337
18	Pek. Rangka Regel Besi CNP 100.50.20.2.3	kg	1.061,44	26.300,00	27.915.872,00	0,836
19	Pek. Besi Rangka Regel Ø 12 mm	kg	1.150,61	26.300,00	30.261.043,00	0,906
20	Pek. Rangka Penutup CNP 150.50.20.2.3	kg	1.461,60	26.300,00	38.440.080,00	1,151
21	Pek. Rangka Penutup L 70.70.7	kg	4.627,26	26.300,00	121.696.938,00	3,644
22	Pek. Pengecatan Baja	m <sup>2</sup>	2.136,00	31.500,00	67.284.000,00	2,015
				<b>Sub Total</b>	<b>1.535.833.640,00</b>	<b>45,986</b>
<b>E</b>	<b>Pekerjaan Penutup Atap</b>					
1	Pek. Seng Atap Trimdeck Zinalume BMT 0,40 / TCT 0,45	m <sup>2</sup>	1.988,00	112.400,00	223.451.200,00	6,691
2	Pek. Nok / Bubungan Zinalume Lebar 60 cm	m <sup>2</sup>	63	111.700,00	7.037.100,00	0,211
				<b>Sub Total</b>	<b>230.488.300,00</b>	<b>6,901</b>
<b>F</b>	<b>Pekerjaan Lantai</b>					
1	Pas. Keramik Lantai 30 x 30 cm (Polos)	m <sup>2</sup>	1.154,00	124.700,00	143.903.800,00	4,309
					<b>143.903.800,00</b>	<b>4,309</b>
<b>G</b>	<b>Pekerjaan Sanitasi</b>					
1	Pek. Talang Tegak PVC AW Ø 4"	m <sup>1</sup>	320	93.000,00	29.760.000,00	0,891
				<b>Sub Total</b>	<b>29.760.000,00</b>	<b>0,891</b>
<b>H</b>	<b>Pekerjaan Instalasi Listrik</b>					
1	Pas. Sambungan Baru 900 watt	ls	1	3.858.800,00	3.858.800,00	0,116
2	Pas. Kabel NYY 2 x 6 mm <sup>2</sup> 0,6 / 1 kv ex. Supreme	m <sup>1</sup>	48	51.400,00	2.467.200,00	0,074
3	Pas. Main Distribution Panel ( MDP )	bh	2	136.400,00	272.800,00	0,008
4	Pasang Instalasi Lampu	ttk	52	100.900,00	5.246.800,00	0,157
5	Pas. Saklar Tunggal ex. Broco	bh	24	37.100,00	890.400,00	0,027
6	Pas. Lampu SL 23 Watt ex. Phillips + Kap & Penggantungan	bh	52	81.200,00	4.222.400,00	0,126
				<b>Sub Total</b>	<b>16.958.400,00</b>	<b>0,508</b>
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Paving</b>					
1	Pek. Galian Tanah keras Kanstin	m <sup>3</sup>	80	50.800,00	4.064.000,00	0,122
2	Pek. Kanstine beton 15 x 30 x 50	m <sup>1</sup>	400	58.500,00	23.400.000,00	0,701
3	Pek. Paving t : 8 cm ( K.250 ) + Uskup 8 cm	m <sup>2</sup>	704	120.600,00	84.902.400,00	2,542
				<b>Sub Total</b>	<b>112.366.400,00</b>	<b>3,364</b>
<b>A.</b>	<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>				<b>3.339.774.543,00</b>	<b>100,000</b>
<b>B.</b>	<b>Pajak Pertambahan Nilai (PPn) = 10% x A</b>				<b>333.977.454,30</b>	
<b>C.</b>	<b>Jumlah Total Harga = A + B</b>				<b>3.673.751.997,30</b>	
	<b>Dibulatkan</b>				<b>3.673.747.000,00</b>	

Tabel Ringkasan RAB Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)	Bobot
I	Pekerjaan Relokasi		
A	Pekerjaan Sewa	18.000.000,00	0,539
B	Pekerjaan Tanah	6.874.400,00	0,206
II	Pekerjaan Persiapan		
A	Pekerjaan Persiapan	196.889.592,00	5,895
III	Pekerjaan Los Pasar		
A	Pekerjaan Tanah	230.129.789,00	6,891
B	Pekerjaan Pasangan	252.850.946,00	7,571
C	Pekerjaan Beton	565.719.276,00	16,939
D	Pekerjaan Rangka Baja	1.535.833.640,00	45,986
E	Pekerjaan Penutup Atap	230.488.300,00	6,901
F	Pekerjaan Lantai	143.903.800,00	4,309
G	Pekerjaan Sanitasi	29.760.000,00	0,891
H	Pekerjaan Instalasi Listrik	16.958.400,00	0,508
IV	Pekerjaan Paving	112.366.400,00	3,364
A.	Jumlah Harga Pekerjaan	3.339.774.543,00	100,000
B.	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) = 10% x A	333.977.454,30	
C.	Jumlah Total Harga = A + B	3.673.751.997,30	
	Dibulatkan	3.673.747.000,00	



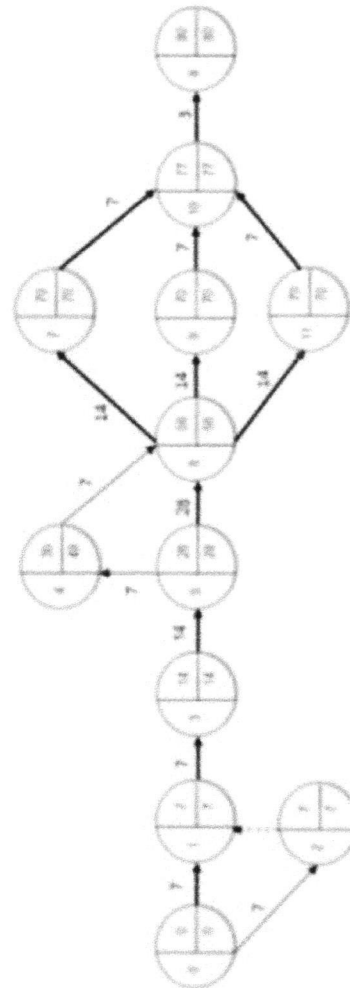


Lampiran 3. Jadwal Kegiatan Renovasi Pasar Badegan Kabupaten Ponorogo  
Selama 80 hari

No	Jenis Pekerjaan	Bobot	Waktu Pelaksanaan														
			Oktober			November			Desember								
			10 - 16	17 - 23	24 - 30	31 - 06	07 - 13	14 - 20	21 - 27	28 - 04	05 - 11	12 - 18	19 - 25	26 - 28			
I	Pekerjaan Relokasi																
A	Pekerjaan Sewa	0,539															
B	1 Pekerjaan Tanah	0,206	0,103	0,103													
II	Pekerjaan Persiapan																
A	2 Pekerjaan Persiapan	5,896	2,948	2,948													
III	Pekerjaan Los Pasar																
A	3 Pekerjaan Tanah	6,890		3,445	3,445												
B	4 Pekerjaan	7,570				3,785	3,785										
C	5 Pekerjaan Beton	16,940			4,235	4,235	4,235	4,235									
D	6 Pekerjaan Rangka Baja	45,985					7,665	7,664	7,664	7,664	7,664	7,664					
E	7 Pekerjaan Penutup Atap	6,900										1,725	1,725	1,725	1,725		
F	8 Pekerjaan Lantai	4,310										1,437	1,437	1,436			
G	9 Pekerjaan Sanitasi	0,891															0,891
H	10 Pekerjaan Instalasi Listrik	0,509													0,255	0,254	
IV	11 Pekerjaan Paving	3,364										0,841	0,841	0,841	0,841		
	Bobot Rencana Kemajuan Fisik Mingguan	100,000	3,051	6,496	7,680	8,020	15,685	11,899	7,664	7,664	11,667	11,667	4,257	3,711			
	Bobot Rencana Kumulatif Kemajuan Fisik Mingguan		3,051	9,547	17,227	25,247	40,932	52,831	60,495	68,159	79,826	91,493	95,750	99,461			
	Bobot Realisasi Kemajuan Fisik Mingguan		6,836	10,847	9,792	10,935	5,604	10,271	7,449	10,922	10,659	10,198	4,356	2,131			
	Bobot Realisasi Kumulatif Kemajuan Fisik Mingguan		6,836	17,683	27,475	38,410	44,014	54,285	61,734	72,656	83,315	93,513	97,869	100,000			
	Deviasi		3,785	8,136	10,248	13,163	3,082	1,454	1,239	4,497	3,489	2,020	2,119	0,539			



No	Jenis Pekerjaan	Bobot	Waktu Pelaksanaan											
			Oktober			November			Desember			2020		
			10 - 16	17 - 23	24 - 30	31 - 06	07 - 13	14 - 20	21 - 27	28 - 04	05 - 11	12 - 18	19 - 25	26 - 28
I	Pekerjaan Reboisasi													
A	Pekerjaan Sewa	0,539	0,270	0,270										
B	Pekerjaan Tanah	0,206	0,103	0,103										
II	Pekerjaan Persiapan													
A	Pekerjaan Persiapan	5,896	2,948	2,948										
III	Pekerjaan Los Pasir													
A	Pekerjaan Tanah	6,890	3,445	3,445										
B	Pekerjaan Pasangin	7,570												
C	Pekerjaan Beton	16,940												
D	Pekerjaan Rangka Baja	45,985												
E	Pekerjaan Penutup Atap	6,900												
F	Pekerjaan Lantai	4,310												
G	Pekerjaan Samping	0,891												
H	Pekerjaan Instalasi Listrik	0,509												
IV	Pekerjaan Paving	3,364												
			3,321	6,766	7,680	8,020	15,685	11,809	7,664	7,664	11,667	11,667	4,257	3,711
	Bobot Rencana Kegiatan Fisik Masing-masing		121.986.935,07	248.547.691,38	282.144.153,39	294.634.910,18	576.228.000,78	437.139.730,16	281.556.553,07	281.556.553,07	428.616.645,52	428.616.645,52	156.391.622,53	136.332.936,62
	Bobot Rencana Kumulatif Kegiatan Fisik Masing-masing		3,321	10,086	17,866	25,786	41,471	53,370	61,034	68,698	80,365	92,032	96,289	100,000
	Bobot Rencana Kumulatif Biaya Kegiatan Fisik Masing-masing		121.986.935,07	370.534.626,45	652.678.779,84	947.313.690,02	1.523.541.690,80	1.960.681.440,96	2.242.237.994,03	2.523.794.147,11	2.952.410.792,63	3.381.027.438,16	3.537.419.060,68	3.673.751.997,30
	Bobot Realisasi Kegiatan Fisik Masing-masing		6,836	10,817	14,792	18,767	22,742	26,717	30,692	34,667	38,642	42,617	46,592	50,567
	Realisasi Kegiatan Fisik Masing-masing		251.137.686,54	398.491.870,15	545.847.053,76	693.202.237,37	840.557.420,98	987.912.604,59	1.135.267.788,20	1.282.622.971,81	1.429.978.155,42	1.577.333.339,03	1.724.688.522,64	1.872.043.706,25
	Bobot Realisasi Kumulatif Kegiatan Fisik Masing-masing		6,836	17,653	24,489	33,281	42,117	50,953	59,789	68,625	77,461	86,297	95,133	100,000
	Realisasi Kumulatif Biaya Kegiatan Fisik Masing-masing		251.137.686,54	649.629.566,68	1.099.363.012,28	1.548.565.249,65	1.997.797.439,83	2.447.031.629,99	2.896.265.818,16	3.345.500.007,32	3.794.734.196,49	4.243.968.385,66	4.693.202.574,83	5.142.436.764,00
	Deviasi		3,516	7,297	9,709	12,624	25,443	0,915	0,700	3,928	2,950	1,481	1,580	0,000



Lampiran 4. Perhitungan Berdasarkan Aspek Biaya dan Aspek Waktu Dipercepat

Tabel Perhitungan Berdasarkan Aspek Biaya dan Aspek Waktu Dipercepat

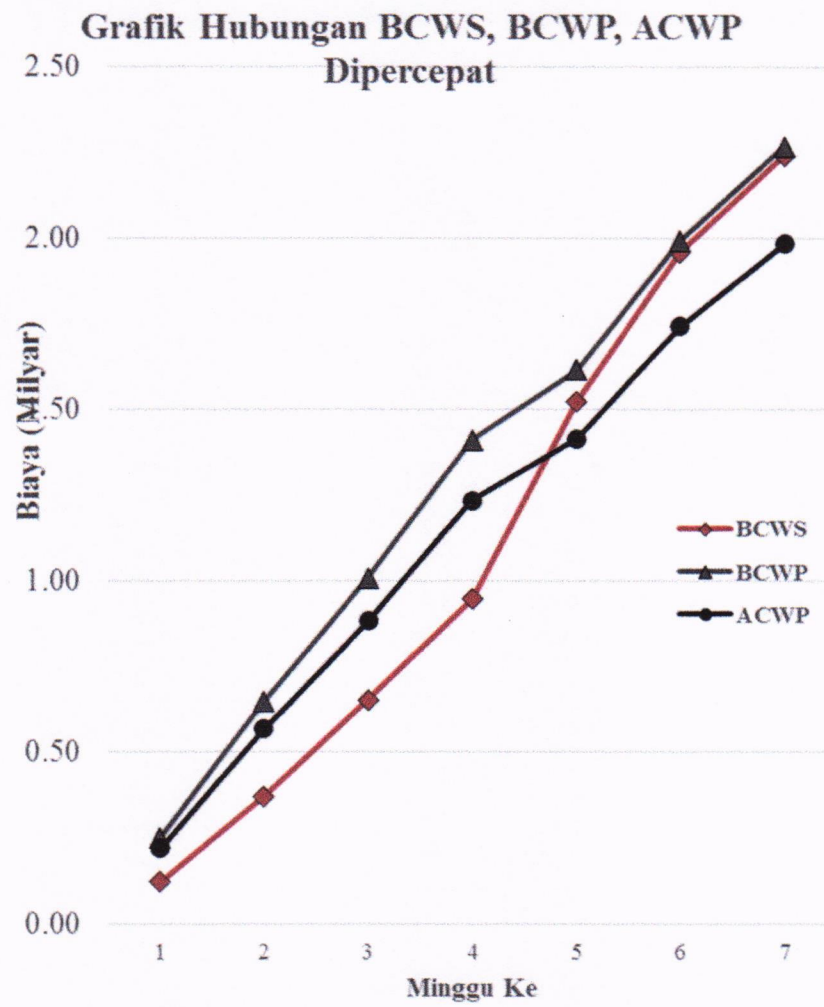
No	BAC a	BCWS b	BCWP c	ACWP d	CV e=c-d	CPI f=c/d	ETC g=(a-c)/f	EAC h=d+g	SV i=c-b	SPI j=c/b	TE
1	3.673.751.997,30	121.986.935,07	251.137.686,54	219.745.475,72	31.392.210,82	1,14	2.994.787.521,92	3.214.532.997,64	129.150.751,47	2,0587	38,86
2	3.673.751.997,30	370.534.626,45	649.629.565,68	568.425.869,97	81.203.695,71	1,14	2.646.107.127,67	3.214.532.997,64	279.094.939,23	1,7532	45,63
3	3.673.751.997,30	652.678.779,84	1.009.363.361,26	883.192.941,10	126.170.420,16	1,14	2.331.340.056,54	3.214.532.997,64	356.684.581,42	1,5465	51,73
4	3.673.751.997,30	947.313.690,02	1.411.088.142,16	1.234.702.124,39	176.386.017,77	1,14	1.979.830.873,24	3.214.532.997,64	463.774.452,14	1,4896	53,71
5	3.673.751.997,30	1.523.541.690,80	1.616.965.204,09	1.414.844.553,58	202.120.650,51	1,14	1.799.688.444,06	3.214.532.997,64	93.423.513,29	1,0613	75,38
6	3.673.751.997,30	1.960.681.440,96	1.994.296.271,73	1.745.009.237,77	249.287.033,97	1,14	1.469.523.759,87	3.214.532.997,64	33.614.830,78	1,0171	78,65
7	3.673.751.997,30	2.242.237.794,03	2.267.954.058,01	1.984.459.800,76	283.494.257,25	1,14	1.230.073.196,88	3.214.532.997,64	25.716.263,98	1,0115	79,09
8	3.673.751.997,30	2.523.794.147,11	2.669.201.251,16	2.335.551.094,76	333.650.156,39	1,14	878.981.902,87	3.214.532.997,64	145.407.104,05	1,0576	75,64
9	3.673.751.997,30	2.952.410.792,63	3.060.786.476,55	2.678.188.166,98	382.598.309,57	1,14	536.344.830,66	3.214.532.997,64	108.375.683,92	1,0367	77,17
10	3.673.751.997,30	3.381.027.438,16	3.435.435.705,24	3.006.006.242,08	429.429.463,15	1,14	208.526.755,56	3.214.532.997,64	54.408.267,08	1,0161	78,73
11	3.673.751.997,30	3.537.419.060,68	3.595.464.342,24	3.146.031.299,46	449.433.042,78	1,14	68.501.698,18	3.214.532.997,64	58.045.281,56	1,0164	78,71
12	3.673.751.997,30	3.673.751.997,30	3.673.751.997,30	3.214.532.997,64	459.218.999,66	1,14	0,00	3.214.532.997,64	0,00	1,0000	80,00

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

$$= 49 + \left( \frac{80 - (49 \times 1,01)}{1,01} \right)$$

$$= 79,09$$

- dimana: TE : *Time Estimate*  
 ATE : *Actual Time Expended*  
 OD : *Original Duration*  
 SPI : *Schedule Performance Index*



# COST CONTROL AND TRACKING OF A BUILDING BY EARNED VALUE METHOD

Dr. Arun Dhawale<sup>1</sup> Vaishnavi Tuljapurkar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Head of Department, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Imperial College of Engineering & Research, Wagholi, Pune, MH, India.

<sup>2</sup>P.G. Student, Imperial College of Engineering & Research, Wagholi, Pune, MH, India.  
wit.vaishnavi@gmail.com

**Abstract:** Earned Value Management (EVM) is a technique that forecasts the project giving an early warning of cost & schedule. It not only measures the project performance but also measure the progress of the schedule. It is an effective tool to measure cost, schedule & performance of the project. The EVA is useful in various fields such as IT, Industries and Construction companies etc.

The value of Earned Value Analysis (EVA) is dependent on two key areas i.e. Precise Cost information and pragmatic progress of project. If these two key areas are efficient then benefit of the project will definitely get valued. This paper summarizes the evolution, basic terminologies of Earned value Analysis and effective use of it in the construction industries by MS Project. There are many ways to implement EVA in the construction project. MS Project is a tool to determine the EV and its parameters in an efficient way with accuracy and within time constraints.

**Keywords:** Earned value cost control, Scheduling, cost Variance, schedule Variance, Tracking.

## I. INTRODUCTION

Earned Value Management (EVM) is a systematic approach to the integration and measurement of cost, schedule, and technical progress of a project or task. It provides project manager's ability to examine detailed schedule information, critical program, technical milestones, and cost data. EVM was applied for financial analysis in the United States Government programs in the 1960's. Earned value-based performance management began in the 1960's, based initially on Department of Defense (DOD) Cost/Schedule Control Systems Criteria (C/SCSC) Earned Value was used as an objective measure for progress, i.e., physical accomplishment. In 1970's-80's DOD continued its work using EV, also applied over the four decades. DOD then concluded that Earned Value Management System (EVMS) is very valuable project management and control system. It is a tool that gives Early Warning in cost schedule & project performance. [23]

Construction industry is one of the largest economy sectors in India. Many construction companies have to face lots of problems due to over budgeted cost, overtime and improper planning, delays in construction lack of manpower, machinery and many other common problems during project execution. One of the serious problems are overrunning of project and over budgeted cost of project. To overcome these problems, Earned Value analysis is the technique that fills up all the above loopholes. Due to implementation of EVA, project manager now have the capability to express, cost, schedule & project performance of their work in a systematic,

well- defined & understandable manner to satisfy requirements of employees, superior and customers.

In Traditional management, there are two data sources, the budget (or planned) expenditures and the actual expenditures. The comparison of budget versus actual expenditures merely indicates what was planned to be spent versus what was actually spent at any given time. In Earned Value Management, unlike in traditional management, there are three data sources: the budget (or planned) value of work scheduled, the actual value of work completed, the "earned value" of the physical work completed. EVA considers these three data sources and is able to compare the budgeted value of work scheduled and compare it to the "earned value of actual work completed". With the help of EVA, project managers get adequate information to keep deep understanding of risk areas. With the help of it, project managers get an early signal of project cost and schedule and can make a risk attenuation plan which is based on cost, schedule and progress of project.

## II. LITERATURE REVIEW

Every project manager focuses on the point that the project should be within the budget and within the cost and how could this be done.

It may happen that project may be over schedule or over budget, to calculate this great mathematician are required. So to overcome with this problem EVA is the technique to be applied in the construction. Ample literature available on the Earned Value Analysis (EVA), Earned Schedule (ES) and Earned Value Management (EVM) and there are different ways to apply them in construction industry. Among them many are from different countries and very few are from India. Following are the various authors who have performed their work and reviewed on EVA.

### 1. Lipke Walt et al (2007)

In Project Management Institute (USA), Earned Value and Earned Schedule was applied and study was carried out by Lipke Walt. Author with a detailed study concluded that EVM with ES provides incredible management information. The author applied a Decision Logic Diagram as a tool that gives the good connection of EV with the project status indicators of EV.

### 2. Agata Czarnigowska et al (2011)

Author overviewed the recent work and concluded that Earned Value (EV) alone is not effective. By combining it with any other tool facilitates monitoring the project status,

identification of potentially negative signals and a generalized appraisal of their combined effect on the project's outcome.

3. Kendrick et al (2004)

Said that EVM seem complex but it has a simple foundation. It helps in tracking the performance of a project by simple arithmetical calculations. For larger projects these calculations become to tedious, so use of MSP, Primavera and other software is the solution. Author compared the three software and found accuracy by all the methods and concluded that by use of software in the construction project, EV work as a predictor within less duration of time.

4. Harold Kerzner et al (1998)

Considered EVA a relevant maturity differential in project management. Managing costs using EVA is referred to as "managing with open eyes" because the manager can clearly see what was planned, what was performed and the actual costs. This is a powerful tool in the decision making process. In the day-to-day activities of the project manager, EVA provides "alarm" signals and facilitates decisions that keep the project on time and on budget.

III. CONCEPTS AND TERMINOLOGIES RELATED TO EARNED VALUE MANAGEMENT

Earned Value analysis is a method of performance measurement. Earned Value is a program management technique that uses "work in progress" to indicate what will happen to work in the future. Earned value management is an "early warning system" for planning and controlling the project cost performances. EVM establish work packages earned value baseline by integrating project scope, time schedule and cost objectives. This baseline is called as cost control and is used for performance evaluation of project on a given date. Analysis of variance from the baseline provides the cost related information's for problem identification, trend analysis and corrective actions such as re-planning and revising budget and re-scheduling. Earned value analysis serves two main purposes. It analyses cost changes which is resulting in time and cost over-run or under-run so that timely corrective actions are taken such as modification of cash flow, updating financial forecast and project profitability expectations. Analysis of variance from the baseline using earned value management systems gives variety of variances which are analyzed to provide current status of project, to initiate corrective actions and to forecast future trends Earned Value Management has three measures: planned value (PV), actual cost (AC), and earned value (EV). From the three measures, project performance indicators are formed.

- *BCWS (PV) Budgeted Cost of Works Scheduled* - It is the baseline for the analysis, cumulated planned costs related to time of their incurrence; **Figure 1** shows the graph of BCWS vs. Time

- *BCWP (EV) - Budgeted Cost of Work Performed* - It is a measure of physical progress of works expressed by cumulated planned cost of works actually done related to time, it is also called Earned Value (like the method it is used by);

- *ACWP (AC) - Actual Cost of Work Performed* - A cumulated amount payable for

work done related to time;

- *BAC - Budget at Completion* - The total planned cost of the whole project, it equals *BCWS* at the planned finish;

- *T* - planned duration of the project.

**Fig.2** and **Fig.3** and **Fig.4** represents graph of BCWS BCWP and ACWP with time and show relationship with each other.

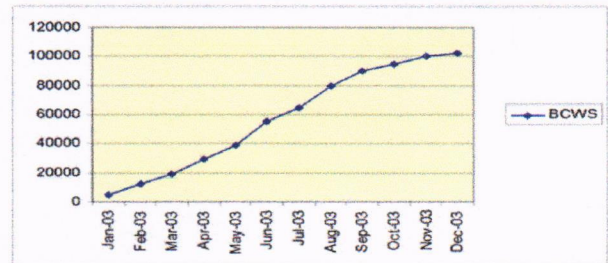


Fig-1 Graph of BCWS vs. Time

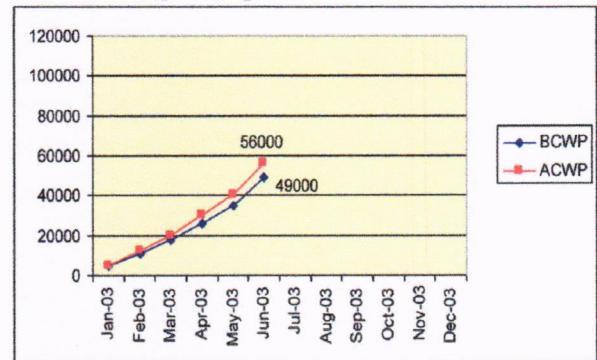


Fig-2 Graph of BCWP and ACWP vs Time

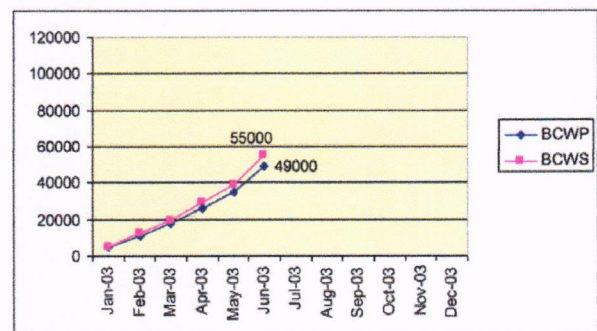


Fig-3 Graph of BCWP and BCWS vs Time

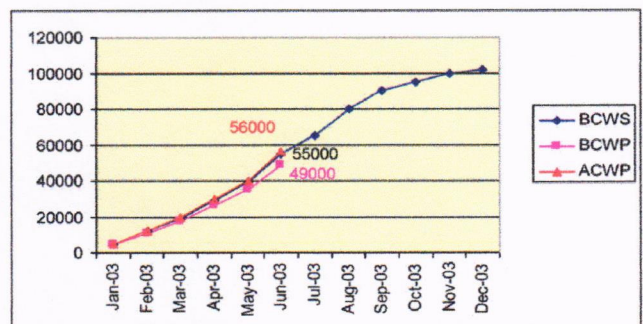


Fig-4 Graph of BCWP, ACWP and BCWS vs. Time



**Project Status Indicators:**

SV: Schedule Variance (EV-PV)

- A comparison of amount of work performed during a given period of time to what was scheduled to be performed.
- A negative variance means the project is behind schedule

CV: Cost Variance (EV-AC)

- A comparison of the budgeted cost of work performed with actual cost.
- A negative variance means the project is over budget

■ SPI: Schedule Performance Index

$$SPI = EV/PV$$

- If SPI < 1 means project is behind schedule

■ CPI: Cost Performance Index

$$CPI = EV/AC$$

- If CPI < 1 means project is over budget

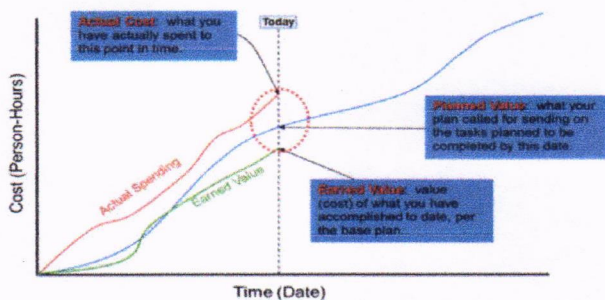
■ CSI: Cost Schedule Index (CSI=CPI x SPI)

- The further CSI is from 1.0, the less likely project recovery becomes.

Estimate at completion (EAC)

$$EAC = BAC + CV$$

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

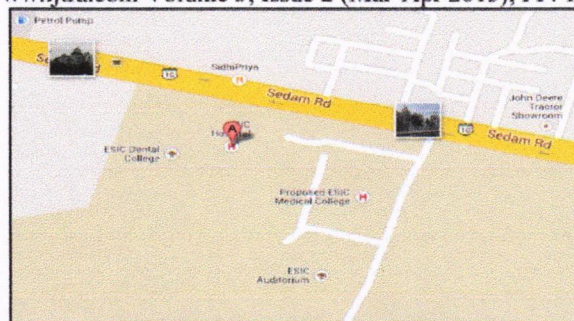


**Fig-5 Graph showing PV AC and EV**

Here **figure 5** defines AC EV and PV. All these are project status indicators that indicate the progress of project.

**IV. DETAILS of CASE STUDY:**

In this paper, construction of hospital building is referred as a case study. The building is located in Gulbarga, Godutai Nagar, Sedam road. The name of the building is Esic multi specialty hospital which is one of the reputed hospitals in Karnataka. Currently, other different projects are going on namely Esic Medical College, residencies and dental college. The site map of the building is as shown in **figure 6**.



**Fig.6 Site map of Esic Hospital**

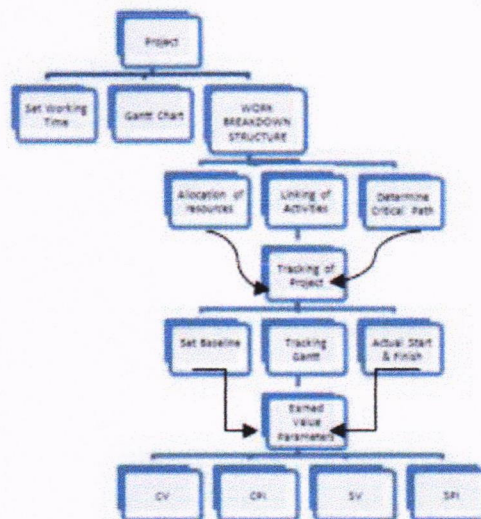
The Esic Hospital building is a multi specialty hospital having 500 beds capacity, having air-conditioned operation theatres, residencies for doctors as well as employees. It consists of Basement+G+7 floors. It has total floor area 11230 sq.m. The total height of the building is 41.6 m.

**V. METHODOLOGY USED**

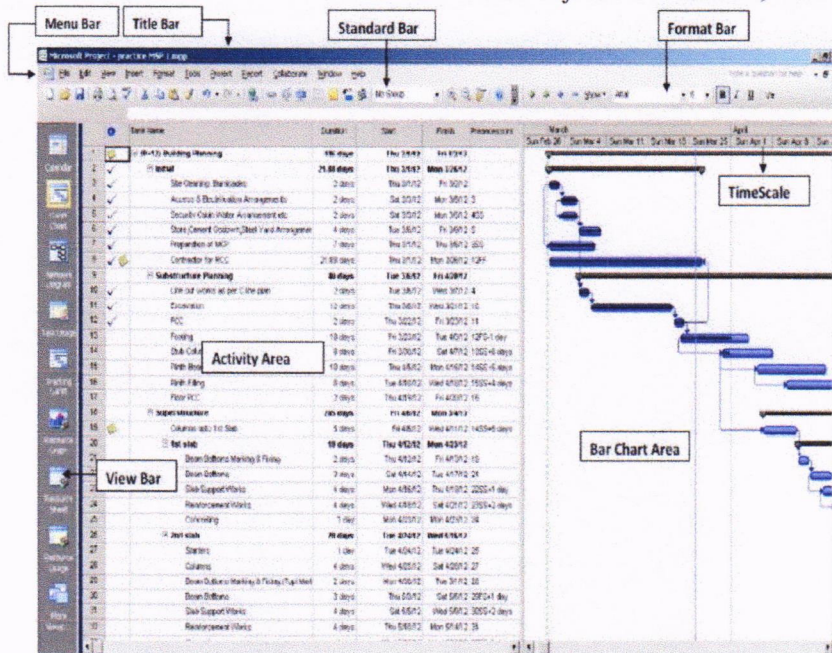
In construction industry before commencement of the project, the project has to be planned properly in terms of activities, schedule as well as cost and if the project is behind schedule and over budgeted, it can be controlled by EARNED VALUE ANALYSIS. One of the tools used for Earned Value Analysis is by using MS Project. MS-Project produces a tabular report that totals the following earned value measures:

- BCWS, BCWP, ACWP, SV, CV, EAC, BAC and VAC.

Microsoft Project is a great tool to track project performance using Earned Value. **Figure 7** shows the flowchart of the steps used in MS Project and **Figure 8** give the view of MS Project entry table.



**Fig.7 Flowchart of Steps in MS Project**



MSP ENTRY TABLE VIEW

Fig-8

A. Activity Planning and Scheduling in MSP Software

For understanding of project at different time stages, Outline option gives better view, which is understood by attached bar charts generated by M S Project. Figure 9 shows the task dependency relationship. Linking of activities clearly indicate SS (Start to Start), SF (Start to Finish), FS (Finish to Start) and FF (Finish to Finish) activities. After linking of activities, the typical project gets formed with critical path. (Fig.10)

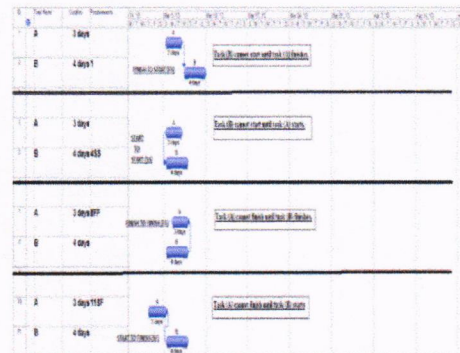


Fig-9 Task Dependency Relationship

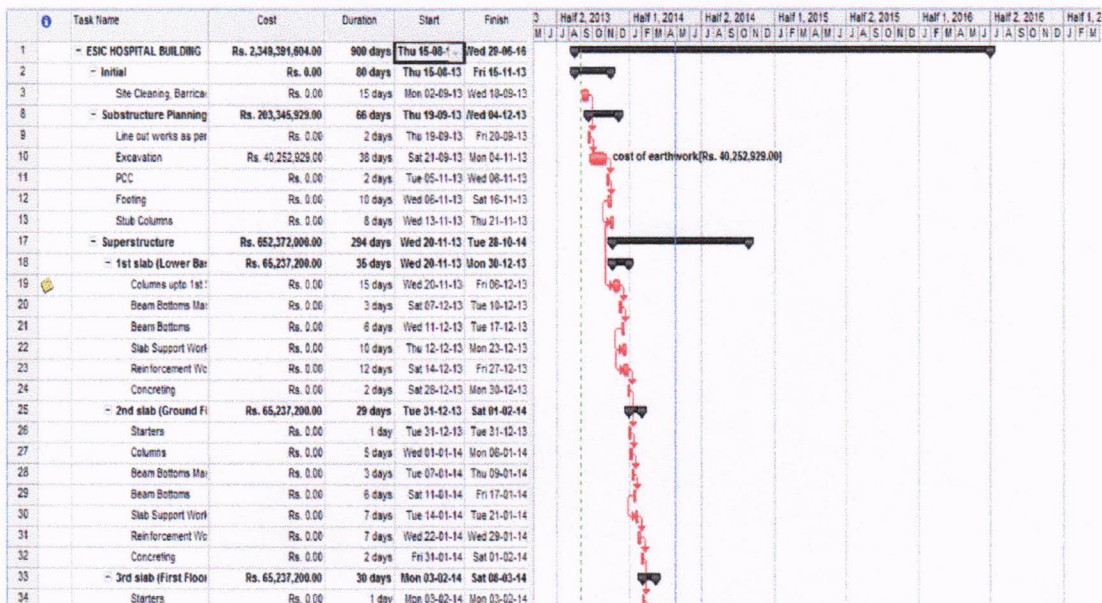


Fig.10 Project with Critical Path

**B. Tracking of Project (Time Factor)**

After setting up of baseline and linking of activities with each other we can get the entire duration of project with the help of critical path.

The project progress can be ensured by tracking process. Microsoft Office Project helps us by creating reports that will clearly explain the status of a project. The two major analyses that are performed during tracking phase are:

**1. Variance Analysis**

Any variance between a Planned and Actual Data is called Variance Analysis

Example:

1. Planned Start VS. Actual Start
2. Planed Duration VS. Actual Duration
3. Planned Cost VS. Actual Cost Etc.

**2. Earned Value Analysis**

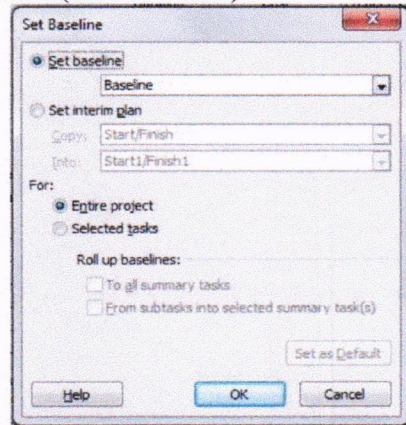
An Advanced method to check the overall Project Performance in terms of Schedule and Cost (Schedule Performance Index and Cost Performance Index) and Forecasting Microsoft Office Following are the steps.

**Settings before Tracking**

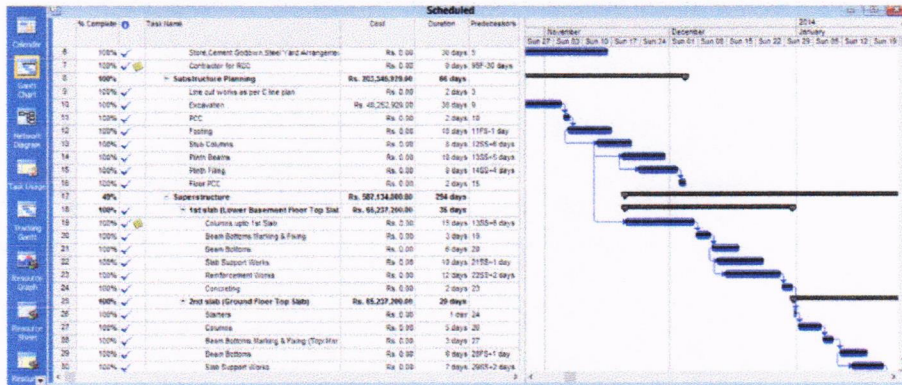
1. The Project Schedule should be complete with, all the approvals related to resources Assignment and Cost estimated.
2. Freeze the Project Schedule by using the following command. This step, MS Office Project stores all the planned data, which can be used to do variance Analysis

during Tracking Tools > Tracking > Set-Baseline. Setting of baseline is shown in **figure no.11**.

3. Select the option as per the above figure and click OK.
4. Go to "Tracking Gantt" View using the View Bar as shown in **figure no.12-16**.
5. In the tracking Gantt, If you notice the bar chart area, we find 2 bars for each task. The bar in black colour and which is at the bottom indicates the frozen planned data (also Called Baseline Bar).
6. The bar above in red colour is the current bar (which will indicate our actual progress of the project tasks).
7. Now the bar chart is almost ready for graphical comparison (Plan VS Actual).

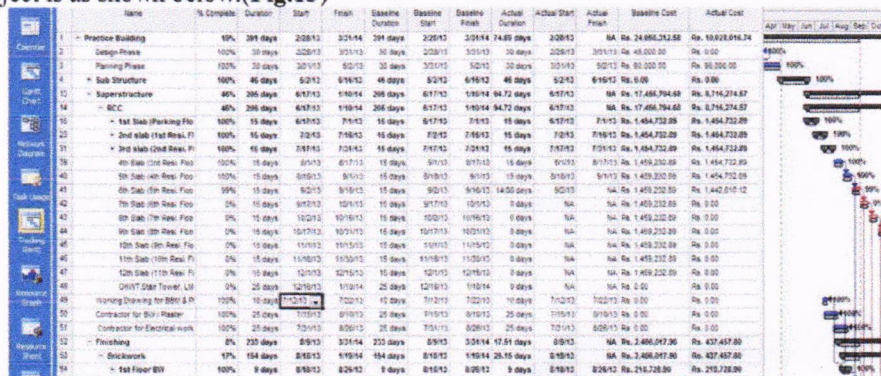


**Fig-11 Setting up Baseline**



**Fig-12 Activities with Baseline**

8. For better understanding, vertical lines can also be provided to indicate actual start and actual finish of the work. This can be done with the help of formatting of gridlines. After selecting a unique colour for project data, project status and critical path, the updated project is as shown below. **(Fig.13)**



**Fig-13 Updated Project with Baseline**

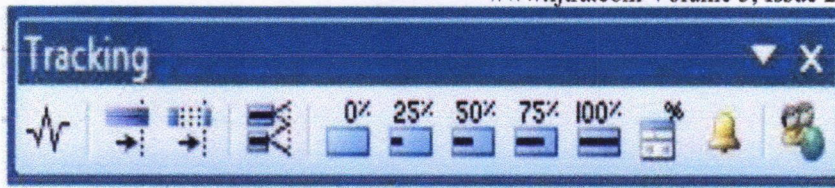


Fig-14 Load the "Tracking" Toolbar(Fig.14)

The typical tracked project will be as follows-(Fig.15)

With the help of variance we can get to know that whether the project is behind schedule or within the schedule (SV) and within the budget or over budget (CV), these variances can be tabulated in MS Project (Fig.16)

ID	% complete	Task Name	Baseline Duration	Baseline Start	Baseline Finish	Baseline Cost	Actual Cost	Actual Start	Actual Finish	Duration	Start	Finish	Cost
1	5%	- ESIC HOSPITAL BUILDING	900 days	Thu 15/08/13	Wed 29/06/16	Rs. 2,349,391,604.00	Rs. 321,746,291.76	Thu 05/09/13	NA	961 days	Thu 05/09/13	Thu 29/09/16	Rs. 2,284,154,404.00
2	100%	+ Initial	80 days	Thu 15/08/13	Fri 15/11/13	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Thu 05/09/13	Fri 20/12/13	92 days	Thu 05/09/13	Fri 20/12/13	Rs. 0.00
8	100%	- Substructure Planning	66 days	Thu 19/09/13	Wed 04/12/13	Rs. 203,345,929.00	Rs. 203,345,929.00	Wed 30/10/13	Sat 14/12/13	40 days	Wed 30/10/13	Sat 14/12/13	Rs. 203,345,929.00
17	25%	- Superstructure	294 days	Wed 20/11/13	Tue 28/10/14	Rs. 652,372,000.00	Rs. 118,490,362.76	Sat 30/11/13	NA	364 days	Sat 30/11/13	Wed 28/01/15	Rs. 587,134,800.00
18	100%	+ 1st slab (Lower Basem	35 days	Wed 20/11/13	Mon 30/12/13	Rs. 65,237,200.00	Rs. 65,237,200.00	Sat 30/11/13	Wed 15/01/14	40 days	Sat 30/11/13	Wed 15/01/14	Rs. 65,237,200.00
25	81%	- 2nd slab (Ground Floor	29 days	Tue 31/12/13	Sat 01/02/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 53,163,162.76	Tue 01/04/14	NA	30 days	Tue 01/04/14	Mon 05/05/14	Rs. 65,237,200.00
26	100%	Starters	1 day	Tue 31/12/13	Tue 31/12/13	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Tue 01/04/14	Wed 02/04/14	1.88 days	Tue 01/04/14	Wed 02/04/14	Rs. 0.00
27	100%	Columns	5 days	Wed 01/01/14	Mon 05/01/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Thu 03/04/14	Wed 09/04/14	5.88 days	Thu 03/04/14	Wed 09/04/14	Rs. 0.00
28	100%	Beam Bottoms Markin	3 days	Tue 07/01/14	Thu 09/01/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Thu 10/04/14	Mon 14/04/14	3.88 days	Thu 10/04/14	Mon 14/04/14	Rs. 0.00
29	100%	Beam Bottoms	6 days	Sat 11/01/14	Fri 17/01/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Tue 15/04/14	Tue 22/04/14	6 days	Tue 15/04/14	Tue 22/04/14	Rs. 0.00
30	100%	Slab Support Works	7 days	Tue 14/01/14	Tue 21/01/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Thu 17/04/14	Thu 24/04/14	6.88 days	Thu 17/04/14	Thu 24/04/14	Rs. 0.00
31	40%	OHWT, Stair Tower, LMR, (	7 days	Wed 22/01/14	Wed 29/01/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	Thu 24/04/14	NA	7 days	Thu 24/04/14	Thu 01/05/14	Rs. 0.00
32	0%	Concreting	2 days	Fri 31/01/14	Sat 01/02/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	NA	NA	2 days	Sat 03/05/14	Mon 05/05/14	Rs. 0.00
33	0%	+ 3rd slab (First Floor Top	30 days	Mon 03/02/14	Sat 08/03/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	30 days	Tue 06/05/14	Mon 09/06/14	Rs. 65,237,200.00
41	0%	4th Slab (Second Floor Top	30 days	Mon 10/03/14	Sat 12/04/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	30 days	Tue 10/05/14	Mon 14/07/14	Rs. 0.00
42	0%	5th Slab (Third Floor Top	30 days	Mon 14/04/14	Sat 17/05/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	30 days	Tue 15/07/14	Mon 18/08/14	Rs. 65,237,200.00
43	0%	6th Slab (Forth Floor Top	35 days	Mon 19/05/14	Fri 27/06/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	35 days	Tue 19/08/14	Sat 27/09/14	Rs. 65,237,200.00
44	0%	8th Slab (Fifth Floor Top	35 days	Tue 22/07/14	Sat 30/08/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	35 days	Wed 22/10/14	Mon 01/12/14	Rs. 65,237,200.00
45	0%	7th Slab (Sixth Floor Top	20 days	Sat 28/06/14	Mon 21/07/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	20 days	Mon 29/09/14	Tue 21/10/14	Rs. 65,237,200.00
46	0%	9th Slab (Seventh Floor Top	20 days	Mon 01/09/14	Tue 23/09/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	20 days	Tue 02/12/14	Wed 24/12/14	Rs. 65,237,200.00
47	0%	OHWT, Stair Tower, LMR, (	30 days	Wed 24/09/14	Tue 26/10/14	Rs. 65,237,200.00	Rs. 0.00	NA	NA	30 days	Tue 25/12/14	Wed 28/01/15	Rs. 65,237,200.00
48	0%	Working Drawing for BEM & Pla	0 days	Thu 20/02/14	Thu 20/02/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	NA	NA	0 days	Fri 23/05/14	Fri 23/05/14	Rs. 0.00
49	0%	Contractor for BW / Plaster	0 days	Sat 01/03/14	Sat 01/03/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	NA	NA	0 days	Mon 02/05/14	Mon 02/05/14	Rs. 0.00
50	0%	Contractor for Electrical works	0 days	Wed 02/04/14	Wed 02/04/14	Rs. 0.00	Rs. 0.00	NA	NA	0 days	Thu 03/07/14	Thu 03/07/14	Rs. 0.00
51	0%	+ Brickwork	246 days	Mon 10/03/14	Sat 20/12/14	Rs. 120,959,880.00	Rs. 0.00	NA	NA	246 days	Tue 10/06/14	Mon 23/03/15	Rs. 120,959,880.00
67	0%	+ Electrical Wall Drop & Condu	132 days	Wed 13/08/14	Tue 13/01/15	Rs. 119,126,911.50	Rs. 0.00	NA	NA	132 days	Thu 13/11/14	Wed 15/04/15	Rs. 119,126,911.50

Fig-15 Tracked Project

Task Name	Baseline Duration	Baseline Start	Baseline Finish	Actual Duration	Actual Start	Actual Finish	Duration	Start	Remaining Duration	Finish	Finish Variance
- ESIC HOSPITAL BUILDING	900 days	Thu 15/08/13	Wed 29/06/16	50.63 days	Thu 05/09/13	NA	961 days	Thu 05/09/13	910.37 days	Thu 29/09/16	79 days
+ Initial	80 days	Thu 15/08/13	Fri 15/11/13	92 days	Thu 05/09/13	Fri 20/12/13	92 days	Thu 05/09/13	0 days	Fri 20/12/13	50 days
- Substructure Planning	66 days	Thu 19/09/13	Wed 04/12/13	40 days	Wed 30/10/13	Sat 14/12/13	40 days	Wed 30/10/13	0 days	Sat 14/12/13	9 days
- Superstructure	294 days	Wed 20/11/13	Tue 28/10/14	91.48 days	Sat 30/11/13	NA	364 days	Sat 30/11/13	272.52 days	Wed 28/01/15	79 days
+ 1st slab (Lower Basem	35 days	Wed 20/11/13	Mon 30/12/13	40 days	Sat 30/11/13	Wed 15/01/14	40 days	Sat 30/11/13	0 days	Wed 15/01/14	14 days
- 2nd slab (Ground Floor	29 days	Tue 31/12/13	Sat 01/02/14	24.45 days	Tue 01/04/14	NA	30 days	Tue 01/04/14	5.55 days	Mon 05/05/14	79 days
+ 3rd slab (First Floor Top	30 days	Mon 03/02/14	Sat 08/03/14	0 days	NA	NA	30 days	Tue 06/05/14	30 days	Mon 09/06/14	79 days
4th Slab (Second Floor Top	30 days	Mon 10/03/14	Sat 12/04/14	0 days	NA	NA	30 days	Tue 10/06/14	30 days	Mon 14/07/14	79 days
5th Slab (Third Floor Top	30 days	Mon 14/04/14	Sat 17/05/14	0 days	NA	NA	30 days	Tue 15/07/14	30 days	Mon 18/08/14	79 days
6th Slab (Forth Floor Top	35 days	Mon 19/05/14	Fri 27/06/14	0 days	NA	NA	35 days	Tue 19/08/14	35 days	Sat 27/09/14	79 days
8th Slab (Fifth Floor Top	35 days	Tue 22/07/14	Sat 30/08/14	0 days	NA	NA	35 days	Wed 22/10/14	35 days	Mon 01/12/14	79 days
7th Slab (Sixth Floor Top	20 days	Sat 28/06/14	Mon 21/07/14	0 days	NA	NA	20 days	Mon 29/09/14	20 days	Tue 21/10/14	79 days
9th Slab (Seventh Floor Top	20 days	Mon 01/09/14	Tue 23/09/14	0 days	NA	NA	20 days	Tue 02/12/14	20 days	Wed 24/12/14	75 days
OHWT, Stair Tower, LMR, (	30 days	Wed 24/09/14	Tue 26/10/14	0 days	NA	NA	30 days	Tue 25/12/14	30 days	Wed 28/01/15	79 days
Working Drawing for BEM & I	0 days	Thu 20/02/14	Thu 20/02/14	0 days	NA	NA	0 days	Fri 23/05/14	0 days	Fri 23/05/14	75 days
Contractor for BW / Plaster	0 days	Sat 01/03/14	Sat 01/03/14	0 days	NA	NA	0 days	Mon 02/06/14	0 days	Mon 02/06/14	79 days
Contractor for Electrical work	0 days	Wed 02/04/14	Wed 02/04/14	0 days	NA	NA	0 days	Thu 03/07/14	0 days	Thu 03/07/14	79 days
+ Brickwork	246 days	Mon 10/03/14	Sat 20/12/14	0 days	NA	NA	246 days	Tue 10/06/14	246 days	Mon 23/03/15	79 days
+ Electrical Wall Drop & Con	132 days	Wed 13/08/14	Tue 13/01/15	0 days	NA	NA	132 days	Thu 13/11/14	132 days	Wed 15/04/15	79 days
+ One Coat Sand Faced Plaster (in Pantry &	100 days	Wed 01/10/14	Sat 24/01/15	0 days	NA	NA	100 days	Thu 01/01/15	100 days	Mon 27/04/15	79 days
+ Gypsum/POP Plaster above Sand Faced Plaster	115 days	Wed 05/11/14	Wed 18/03/15	0 days	NA	NA	115 days	Thu 05/02/15	115 days	Thu 18/06/15	79 days
Detailed Drawings for Plumbi	0 days	Sat 02/08/14	Sat 02/08/14	0 days	NA	NA	0 days	Mon 03/11/14	0 days	Mon 03/11/14	79 days
Contractor for Plumbing Work	0 days	Mon 11/08/14	Mon 11/08/14	0 days	NA	NA	0 days	Tue 11/11/14	0 days	Tue 11/11/14	79 days
Contractor for Waterproofing	0 days	Mon 04/08/14	Mon 04/08/14	0 days	NA	NA	0 days	Tue 04/11/14	0 days	Tue 04/11/14	75 days

Fig.16 Tracked Project with Variance

## VI. RESULTS AND DISCUSSIONS

With the help of referred case study, the various project status indicators were calculated. The results were determined by using following formulae.

$$\begin{aligned} 1) \text{ CV} &= \text{BCWP} - \text{ACWP} \\ &= 52,29,60,158 - 52,84,58,027 \\ &= \text{Rs.} - 54,97,869 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ CPI} &= \text{BCWP} / \text{ACWP} \\ &= 52,29,60,158 / 52,84,58,027 \\ &= 0.9895 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ SV} &= \text{BCWP} - \text{BCWS} \\ &= 52,29,60,158 - 51,90,40,136 \\ &= \text{Rs.} 39,20,022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ SPI} &= \text{BCWP} / \text{BCWS} \\ &= 1.0075 \end{aligned}$$

The CV and CPI represent cost performance of the project, If CPI,

1. Less than 1 (< 1) means 'Cost is Over run' (Project is uneconomical in terms of cost)
2. More than 1 (>1) means 'Cost is Under run' (Project is economical in terms of cost)

$$\begin{aligned} \text{Estimated cost at project completion (ECPC)} &= \\ \text{Project Budgeted cost/ CPI} &= 234, 93, 91,604/0.9895 \\ &= 237, 43, 21,985 \end{aligned}$$

Cost impact @ 30/4/14 = Approximate 2.5 crore SV and SPI represent time performance of the project, If SPI,

1. Less than 1 (< 1) means Project is behind schedule.
2. More than 1 (>1) means Project is ahead of schedule.

$$\begin{aligned} \text{Estimated Time at project completion} &= \\ \text{Project Scheduled time / SPI} &= 900/1.0075 \end{aligned}$$

$$= 893.30$$

## VII. CONCLUSION

### 1. Specific Conclusion:

- According to referred case study, it can be concluded that the project is over budget and within the schedule
- Two parameters of EV i.e. CPI and SPI clearly indicate the lacunas of project in terms of cost and schedule which can help to track the project and hence help in successful completion of project.
- The calculation of EV parameters can also be done manually but with the help of MS Project, calculation can be done in an efficient manner within short time, this can be helpful in megaprojects.

### 2. General Conclusion:

Construction of project comprises of large numbers of activity which indeed very complex in nature MS-Project gives better interface which help:

- To create a work sequence at micro level and macro level.
- To create constraints, deadline and milestone within the project which further helps the manager to plan the resources to achieve the same.
- To form 'Work packages' at different interval or in project duration helps to set short term milestone achievement plan.
- Gives various options for duration crashing, by which one can reduce the time and justify the project for duration as well as cost reduction.
- To create resources procurement plan (Man /Machine /Material) with respect to lead time chart of respective company. Bar chart option available in MS-Project tool, gives us the time study, project analysis and its optimization.

## VIII. REFERENCES

- [1]. Lipke, Walt. "Schedule is Different," *The Measurable News*, March 2003: 10-15.
- [2]. Henderson, Kym. "Earned Schedule: A Breakthrough Extension to Earned Value Theory? A Retrospective Analysis of Real Project Data," *The Measurable News*, Summer 2003: 13-23.
- [3]. Henderson, Kym. "Further Developments in Earned Schedule," *The Measurable News*, spring 2004: 15-22.
- [4]. Walt Lipke Oklahoma City Chapter Project Management Institute (USA), "Applying Earned Value and Earned Schedule to Project Management", Summer 2007:1-8
- [5]. Agata Czarnigowska, "Project performance reporting and prediction: Extensions of earned value management", *International Journal Of Business And Management Studies* Vol 3, No 1, 2011 ISSN: 1309-8047
- [6]. Jose Angelo Valle, "The Use of Earned Value Analysis (Eva) In the Cost Management of Construction Projects", Brazil, 2001
- [7]. Humphreys, Kenneth; Bent, James A., *Effective Project Management Through Applied Cost and Schedule Control*, Marcel Dekker, Inc, New York, USA, 1996.
- [8]. Humphreys, Kenneth; Wellman, Paul, *Basic Cost Engineering*, 3rd Ed., Marcel Dekker Inc, New York, USA, 1996.

- [9]. Humphreys, Kenneth; English, Lloyd M., "Project and Cost Engineers Handbook, 3<sup>rd</sup> Ed., Marcel Dekker Inc, New York, USA, 1993
- [10]. Deltek Associates, "The Basics of Earned Value Management", USA.
- [11]. Dr. M. Vanhoucke, "Performance analysis of Earned Value Management in the construction industry", 2009
- [12]. Robert Marshall, "The Contribution of Earned Value Management to Project Success on Contracted Efforts" Journal of Contract Management / summer 2007.
- [13]. Suketu Nagrecha, "An introduction to Earned Value Analysis", March 16, 2002
- [14]. Kym Henderson, "Does Project Performance Stability Exist? ... A re-examination of CPI and evaluation of SPI (t
- [15]. Kym Henderson, "Further Developments in Earned Schedule", mN submit v2FINAL A4
- [16]. Jose Angelo Valle, Carlos Alberto Pereira Soares, "The Use Of Earned Value Analysis (Eva) In The Cost Management Of Construction Projects", Brazil
- [17]. Humphreys, Kenneth ; Jelen's Cost and optimization Engineering", 3rd. Edition, MacGraw-Hill Inc., New Yourk, USA, 1991
- [18]. Flemming, Quentin W.; Koppelman, Joel M., Earned Value Project Management, Project Management Institute – PMI, 2nd. Ed., 1999.

---

## Earned Value Management System

Radhika Gupta

Civil Engineering Department, Prof. Ram Meghe College of Engineering and Management,  
Amravati, India  
radhika.0627@gmail.com

---

**Abstract:** *A management of technical projects is becoming a challenge to professional engineers. In the increasingly competitive marketplace and in the Construction Industries in which the effective project planning and control approaches are required. Successful project managers demand that their projects meet the technical objectives of the project as well as completed on schedule and within the budget. Many project managers manage their project performance by comparing planned to actual results. With this method, one could easily be on time but overspend according to the plan. A better method is earned value management method because it integrates cost, schedule and scope and can be used to forecast future performance and project completion dates. It is an "early warning" program/project management tool that enables managers to identify and control problems before they become insurmountable. The earned value concept allows projects to be managed better – on time and on budget.*

**Keywords:** *Schedule, Cost, Scope, Effective Tool.*

---

### 1. INTRODUCTION

Earned Value Management System (EVMS) has been recently keeps cropping up in news articles. One of the major reasons is that more and more government contracts are now demanding upon Earned Value Management reports. Many government contractors are project-oriented. We have all heard about problems with completing projects on time and on budget and for government contractors there is more publicity when something goes wrong. Hence, government agencies are demanding on EVMS. EVMS is a methodology to help projects come to successful completion whether in construction industries, information technology, or software development. EVM is considered one of the most powerful and productive concepts utilized in managing today's complex projects in private, commercial or government environments. It has the ability to combine measurements of Scope, Schedule, and Costs. It is a single integrated system.

Earned Value Management is able to provide accurate forecasts of project performance problems which are an important contribution for project management. Earned Value analysis is a method of performance measurement that uses "work in progress" to indicate what will happen to work in the future. Earned Value is an enhancement over traditional accounting progress measures. Traditional methods focus on planned accomplishment (expenditure) and actual costs. Earned Value goes one step further and examines actual accomplishment. This gives managers greater insight into potential risk areas with clear picture. Earned Value Management System is not a specific system or tool set, but rather, a set of guidelines that guide a company's management control system. Earned Value Management allows us to integrate project scope, schedule and cost objectives against a baseline plan for accomplishment of project objectives. Popularity of EVM has grown significantly in recent years because EVM help in substantiate contract disputes.

### 2. OBJECTIVE OF EVMS

Following are the objective of Earned Value Management System (EVMS) given by the (Humphreys Associates).

1. Relate time phased budgets to specific contract tasks and/or statements of work.
2. Provide the basis to capture the work progress assessment against the baseline plan.
3. Relate Technical, Schedule and Cost performance.
4. Provide valid timely and auditable data /information for proactive management action.
5. Supply managers with a practical level of summarization for effective decision making.

### 3. KEY PARAMETERS OF EVMS

Earned Value Management introduces a few key parameter terms such as Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS) or Planned Value (PV), Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) or Earned Value (EV) and Actual Cost of Work Performed (ACWP) or Actual Cost (AC).

The above key parameters are defined below-

1. Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS) or Planned Value (PV) – The sum of budgets for all work packages scheduled to be accomplished within a given time period.
2. Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) or Earned Value (EV) – The sum of budgets for completed work packages and completed portions of open work packages.
3. Actual Cost of Work Performed (ACWP) or Actual Cost (AC) – The actual cost incurred in accomplishing the work performed within a given time period. Key parameters of EVMS are shown in “Figure.1” and “Figure.2”.

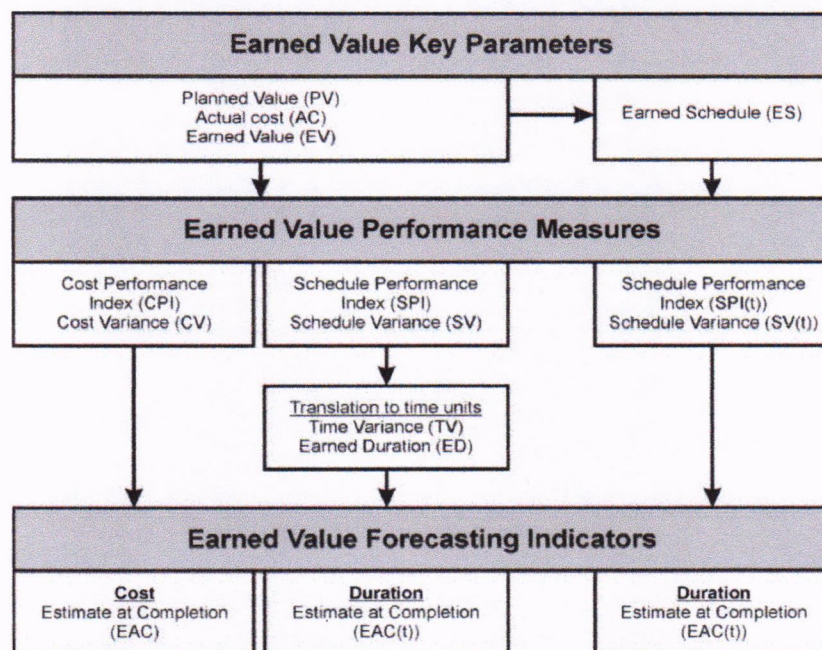


Figure.1 Key Parameters of EVMS

4. Performance Measurement Baseline (PMB) – The sum of all work packages Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS) for each time period, calculated for the Earned Value Analysis for total project duration. The PMB forms the time-phased budget plan against which project performance is measured.
5. Budget At Completion (BAC) – The sum of all the budgets allocated to a project. In addition to the PMB, there generally is an amount of management reserve, which is a portion of the total project budget not allocated to specific work packages and withheld for management control processes. The BAC consists of the PMB plus all management reserve.
6. Schedule Variance (SV) – The difference between the work actually performed (BCWP) and the work scheduled (BCWS). The schedule variance is calculated in terms of the difference in dollar value between the amount of work that should have been completed in a given time period and the work actually completed.
7. Cost Variance (CV) – The difference between the planned cost of work performed (BCWP) and actual cost incurred for the work (ACWP). This is the actual dollar value by which a project is either overrunning or under running its estimated cost.
8. Cost Performance Index (CPI) – The ratio of cost of work performed (BCWP) to actual cost (ACWP). CPI of 1.0 implies that the actual cost matches to the estimated cost. CPI greater than 1.0 indicates work is accomplished for less cost than what was planned or budgeted. CPI less than 1.0 indicates the project is facing cost overrun.



9. Schedule Performance Index (SPI) – The ratio of work accomplished (BCWP) versus work planned (BCWS), for a specific time period. SPI indicates the rate at which the project is progressing.
10. Estimate At Completion (EAC) – It is a forecast of most likely total project costs based on project performance and risk quantification. At the start of the project BAC and EAC will be equal. EAC will vary from BAC only when actual costs (ACWP) vary from the planned costs (BCWP).
11. Estimate To Complete (ETC) – The difference between Estimate at Completion (EAC) and the Actual Cost (AC). This is the estimated additional cost to complete the project from any given time.
12. Variance At Completion (VAC) – The difference between Budget at Completion and Estimate at Completion (EAC). This is the dollar value by which the project will be over or under budget.

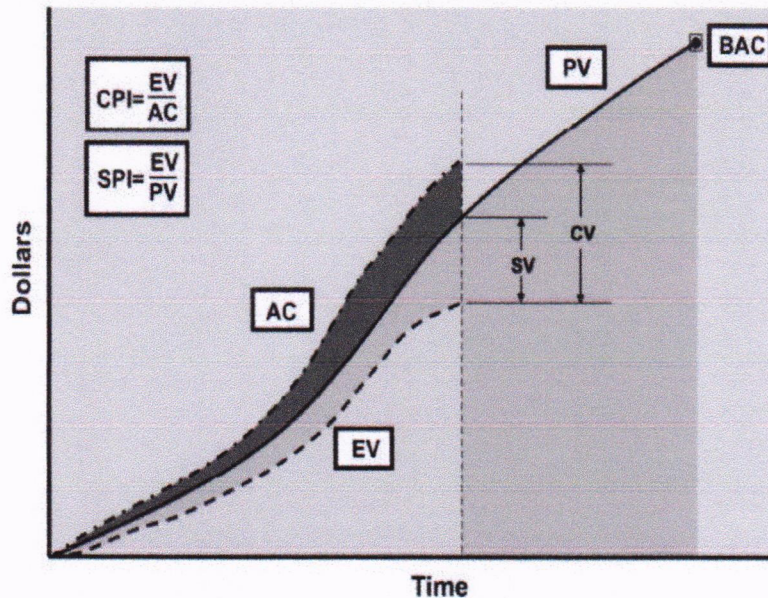


Figure.2 Earned Value Basics

As of first quarter of year 2002 there is a shift in using the terms Planned Value (PV), Earned Value (EV) and Actual Cost (AC) instead of Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS), Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) and Actual Cost of Work Performed (ACWP). The Earned Value Management terms and formula and their Interpretation is given in Table 1.

Table 1. Earned Value Terms and Formula

Earned Value Management Terms	Description	Interpretation
PV (BCWS)	Planned Value	What is the estimated value of the work planned to be done?
EV (BCWP)	Earned Value	What is the estimated value of the work actually accomplished?
AC (ACWP)	Actual Cost	What is the actual cost incurred?
BAC	Budget at Completion	How much did you budget for the total job?
EAC	Estimate at Completion	What do we currently expect the total project to cost?
ETC	Estimate to Complete	From this point on, how much more do we expect it to cost to finish the job?
VAC	Variance at Completion	How much over or under budget do we expect to be?

**4. ILLUSTRATIVE EXPLANATION OF EVMS**

This section described the EVMS terms and its significance by taking an example of construction projects. “Figure5” presents a several activity of a construction project’s schedule (Agata Czarnigowska) a number of tasks of the first stages of the project. Table 2 contains input data collected by the end of the seventh week of the schedule and status indicators calculated on their basis. Inputs are marked grey-

1. A budget for each tasks and for the whole project (BAC),
2. Percentage complete (PC) of each task as measured or estimated during inspection (it is represented by black lines over schedule bars and values above them),
3. Budgeted costs of works scheduled up to the end of week 7 (BCWS),
4. Actual costs of works performed (ACWS).

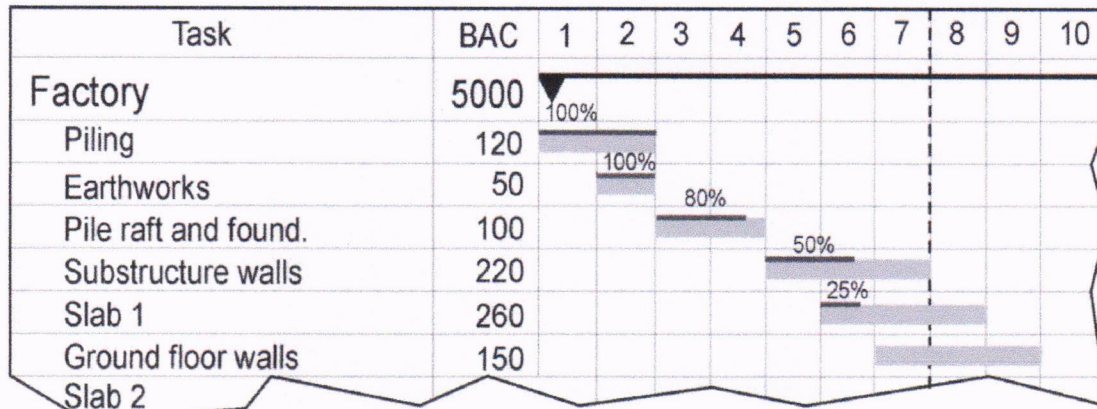


Figure 5. Schedule to serve as basis for calculations –Factory

Table 2. Earned Value calculations – Factory end of week 7

Task	BAC	PC (%)	BCWS	BCWP	ACWP	SV	CV	CPI	SPI	EAC	TCPI
Factory	5000	8.50	71333	42500	44500	-28833	-20,00	96	60	523529	100,44
Pilling	120	100	120	120	120	0	0,00	100	100	12000	-
Earthwork	50	100	50	50	60	0	-10,00	83	100	6000	-
Pile raft & foundation	100	80	100	80	75	-20	5,00	107	80	9375	80,00
Sub. Walls	220	50	220	110	110	-110	0,00	100	50	22000	100,0
Slab 1	260	25	173	65	80	-108,33	-15,00	81	38	32000	108,33
Ground foundation walls	150	0	50	0	0	-50,00	0,00	-	0	-	100,00
	-	0	0	0	0	0	0	-	-	-	

The progress of the whole project (PC) is calculated according to formula-

$$PC = BCWP / BAC = 425 / 5000 = 8.50\%$$

BCWS, BCWP, ACWP and variances SV and CV for the whole project are sums of values of all tasks. The project’s CPI and SPI are calculated on the basis of its BCWS, BCWP and ACWP. SPI indicate that by the end of week 7, the tasks “Pile raft and foundation”, “Sub. Walls” and “Slab 1” have not been completed to the planned extent, so they are delayed. Therefore, the whole project is behind schedule in terms of scope of works i.e. less work has been done than it was planned. CPI indicates that “Earthworks” and “Slab 1” proved more expensive than planned. Some savings on “Pile raft and foundation” compensated this additional cost only in part. So the project as a whole is over

budget. If the project was to be finished on budget, it would have to be continued with an improved cost performance index (TCPI). If the project was to proceed with current CPI, its total costs would be EAC.

## 5. BENEFITS OF EVMS

Following are some of the benefits of EVMS, described by Fleming and Koppleman as the legacy of using the criteria on government contracts for three decades (1996). Note that they do not separate benefits of earned value data from the benefits of the criteria, perhaps because the reliability of data depends on the disciplined application of the management practices described by the criteria.

1. It is a single management control system that provides reliable data.
2. It integrates work, schedule and cost using a work breakdown structure (WBS).
3. The associated database of completed projects is useful for comparative analysis.
4. The cumulative cost performance index (CPI) provides an early warning signal.
5. The schedule performance index (SPI) provides an early warning signal.
6. The CPI is a predictor for the final cost of the project.
7. It uses an index-based method to forecast the final cost of the project.
8. The "to-complete" performance index allows evaluation of the forecasted final cost.
9. The periodic (e.g. weekly or monthly) CPI is a benchmark.
10. The management by exception principle can reduce information overload.

## 6. CONCLUSION

Earned Value Analysis is a better method of program/project management because it integrates cost, schedule and scope and can be used to forecast future performance and project completion dates. It is an "early warning" program/project management tool that enables managers to identify and control problems before they become insurmountable. It allows projects to be managed better on Time and on budget. It is observed that the implementation of EVMS in construction makes more viable and effective. It helps managers in making evidence based decision about project scope, resources, and cost in overall project oversight. As a competitive purpose, the strategic management needs for enhancing cost and schedule control capabilities under globalized competition require to furnish EVMS techniques. The main contribution of the EVMS process was the motivation of the project manager and his staff concerning the cost management and the goal to finish the project on budget. The EVMS process provided more perception about the costs and their related elements of scope, contracts, performance, suppliers, risks, procurement, communications, quality, people and negotiations. EVMS inspires the participants to pay more attention to costs and progress, motivates the participants to discuss the cost elements with more intensity and optimize the costs resulting in a project that was finished on time and on budget.

## REFERENCES

- [1] Deltak "The Basics of Earned Value Management" published in white paper by Project proven Industry smart.
- [2] Pieter Buyse, Prof. Dr.M.Vanhoucke "Performance analysis of Earned Value Management in the Construction Industry" 2009 – 2010.
- [3] Myung S. Roh, Hwan K. Jung and Seo Y. Park "A Study for EVMS in Nuclear Power Plant Construction" Proceedings of ICAPP 2013 Jeju Island, Korea, April 14-18, 2013.
- [4] Agata Czarnigowska Piotr Jaskowski Slawomir Biruk "Project Performance Reporting and Prediction: Extensions of Earned Value Management" International Journal of Business and Management Studies Vol 3, No 1, ISSN: 1309-8047, 2011
- [5] Byung Cheol Kim and Kenneth F. Reinschmidt "Combination of Project Cost Forecasts in Earned Value Management" Journal of Construction Engineering and Management 2011.137:958-966.

- [6] Sagar K. Bhosekar, Gayatri Vyas "Cost Controlling Using Earned Value Analysis in Construction Industries" International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) ISSN: 2277- 3754 Volume 1, Issue 4, April 2012.
- [7] Dr. Siamak Noori Morteza Bagherpour and Abalfazl Zareei "Applying Fuzzy Control Chart in Earned Value Analysis: A New Application World" Applied Sciences Journal: 684-690ISSN 1818- 4952, 2008,
- [8] Sunil Ganpat Mahadik, Pankaj P. Bhangale "Study & Analysis of Construction Project Management with Earn Value Management System" International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-3, Issue-4, September 2013.
- [9] Liang ZHANG "The Study of Evms (Earned Value Management System) In Urban Mass Transit Construction" International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate", 2006.
- [10] Fleming Q.W. and Koppelman J.M. (July 1999) "Earned Value Project Management an Introduction" Available: <<<http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/1999/jul/fleming.asp>>>

**AUTHOR'S BIOGRAPHY****MS. RADHIKA GUPTA,**

PG STUDENT,

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

PRMCEM, AMRAVATI

# ANALISIS NILAI HASIL TERHADAP WAKTU PADA PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL EASTPARC YOGYAKARTA)

Erik Pradana Putra<sup>(1)</sup>, Siti Qomariyah<sup>(2)</sup>, Sugiyarto<sup>(3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: [putra\\_pradana@rocketmail.com](mailto:putra_pradana@rocketmail.com)

## Abstract

*Control of time is expected to assist the project in accordance with the planned time, one of them by using the method of analysis of the results. Analysis of the results can be used with the aim of estimating the extent to which the project is implemented according to plan. The purpose of this study was to find out how the application of EVA (Earned Value Analysis) in estimating the time of final completion of the project for a week. This study requires data such as Time Schedule, Summary of project budget cost, and Weekly project progress reports. This method provides information Earned Value (EV), Schedule Budget (PV), Schedule Variant (SV) Schedule Performance Index (SPI), Forecast Time Remaining Work (ETS) and Forecast Total Time (EAS) which will be used for analysis. The method used in this research is descriptive qualitative. The data for 14 weeks of project reporting. The study result, the project completion time is not in accordance with the initial plan of the project schedule. The week-to-1 to week 6 and week 9 to week 14, the project will be completed later than the initial plan of the project. However, at week 7 until the 8th, when the implementation of the project shows that ahead of the project schedule plan. Forecast project completion time based on the calculation of cumulative, week 14 was 271 days (January 12, 2013), while the plan period is 240 days (December 12, 2012). This suggests that the timing of the completion of more than 31 days than planned.*

**Keywords :** Construction Project, Control of Time, Earned Value Analysis

## Abstrak

Pengendalian waktu yang baik diharapkan dapat membantu pelaksanaan proyek sesuai dengan waktu yang direncanakan, salah satunya dengan menggunakan metode analisis nilai hasil. Analisis nilai hasil digunakan dengan tujuan dapat memperkirakan sejauh mana proyek yang dilaksanakan sesuai dengan rencana kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana penerapan EVA (Earned Value Analysis) dalam memperkirakan waktu akhir penyelesaian proyek untuk setiap minggunya. Penelitian ini membutuhkan data seperti Time schedule, Rekapitulasi biaya anggaran proyek dan Laporan progress mingguan proyek. Metode ini memberikan informasi Nilai Hasil (EV), Jadwal Anggaran (PV), Varian Jadwal (SV) Indek Kinerja Jadwal (SPI), Prakiraan Waktu Pekerjaan Tersisa (ETS) dan Prakiraan Total Waktu (EAS) yang akan digunakan untuk analisis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Data pengerjaan proyek selama 14 minggu pelaporan. Studi ini menghasilkan, waktu penyelesaian proyek tidak sesuai dengan rencana awal jadwal proyek. Minggu-ke 1 hingga minggu ke-6 dan minggu ke 9 hingga minggu ke 14 proyek akan selesai lebih lambat dari rencana awal proyek. Namun pada minggu ke-7 hingga ke-8, menunjukkan bahwa waktu pelaksanaan proyek lebih cepat dari rencana jadwal proyek. Prakiraan waktu penyelesaian proyek berdasar perhitungan kumulatif tiap minggu, minggu ke-14 adalah 271 hari (12 Januari 2013), sedangkan waktu rencana adalah 240 hari (12 Desember 2012). Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyelesaian lebih lambat 31 hari dari yang direncanakan.

**Kata kunci:** Proyek Konstruksi, Pengendalian Waktu, Analisis Nilai Hasil

## PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi dari waktu ke waktu jelas akan mengalami perkembangan yang cukup pesat seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi dalam pelaksanaan proyek konstruksi, demikian halnya perkembangan manajemen proyek di Negara Indonesia. Dalam manajemen konstruksi terdapat perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek untuk mencapai tujuan proyek tanpa ada penyimpangan. Manajemen yang efektif dari suatu program selama siklus operasi proyek konstruksi memerlukan pengorganisasian biaya dan sistem pengontrolan yang baik. Manajemen harus membandingkan biaya, waktu, dan kinerja dari program terhadap rencana anggaran biaya, rencana waktu dan kinerja dalam setiap aktifitas.

Banyak metode yang digunakan untuk manajemen waktu, akan tetapi disini dipilih salah satu yaitu, metode analisis nilai hasil (*Earned Value Analysis*). Analisis nilai hasil digunakan dengan tujuan dapat memperkirakan (*forecasting*) sejauh mana proyek yang dilaksanakan sesuai dengan rencana kerja.

Ada satu buah penelitian yang menjadi acuan peneliti untuk mengembangkan penelitian ini, diantaranya :

Penelitian yang berjudul “*Earned Value Analysis Terhadap Waktu Pada Proyek Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Fisipol Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)*” yang disusun oleh Aprilina kartikasari. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa: Waktu penyelesaian proyek tidak sesuai dengan rencana awal jadwal proyek. Minggu-1 hingga minggu ke-12 proyek selesai lebih cepat dari rencana awal proyek. Namun pada minggu ke-13 hingga ke-35, terjadi perbedaan antara rencana jadwal proyek dengan pelaksanaan proyek. Prakiraan waktu penyelesaian proyek berdasar minggu ke-13 adalah 241.39 hari (9 Desember 2011), sedangkan waktu rencana adalah 240 hari (8 Desember 2011). Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyelesaian lebih lambat 1.39 hari dari yang direncanakan. Sedangkan apabila kita menggunakan perhitungan tiap minggu, Prakiraan waktu penyelesaian proyek berdasar minggu ke-13 adalah 333.61 hari (3 Maret 2012), sehingga proyek mengalami keterlambatan 94 hari.

## Dasar Teori

### Konsep Nilai Hasil

Konsep “*Earned Value*” merupakan salah satu alat yang digunakan dalam pengelolaan proyek yang mengintegrasikan biaya dan waktu. Konsep *Earned Value* menyajikan tiga dimensi yaitu penyelesaian fisik dari proyek (*The Percent Complete*) yang mencerminkan rencana penyerapan biaya (*Budgeted Cost*), biaya aktual yang sudah dikeluarkan atau yang disebut dengan actual cost serta apa yang didapatkan dari biaya yang sudah dikeluarkan atau yang disebut *earned value*. Dari ketiga dimensi tersebut, dengan konsep *Earned Value*, dapat dihubungkan antara kinerja biaya dengan waktu yang berasal dari perhitungan varian biaya dan waktu. (Bimo W. Soemardi, 2006)

### Proyek

Proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dan sasaran tertentu, yang dalam prosesnya dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang diperlukan dan persyaratan-persyaratan tertentu lainnya. Secara umum terdapat 3 (tiga) indikator yang menunjukkan keberhasilan suatu proyek, yaitu :

1. *On time* (tepat waktu), yaitu ketepatan waktu penyelesaian proyek sesuai dengan yang dijadwalkan.
2. *On specification* (tepat spesifikasi / kualitas), dari spesifikasi yang telah ditentukan, pemilik proyek menginginkan mutu pekerjaan yang bagus.
3. *On budget* (tepat anggaran / biaya)(Iman Soeharto, 1995)

### Perencanaan Proyek

Kegiatan yang dilakukan dalam suatu proyek tidak akan bisa sama persis dengan yang sudah dilakukan sebelumnya. Merencanakan dan memperkirakan proyek bukan hal yang mudah, jadi harus berdasarkan teori yang bisa mendukung. Hal ini untuk penelusuran masalah apabila proyek tersebut dievaluasi. (Aprilina Kartika, 2012)

### Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*)

Konsep Nilai Hasil adalah konsep menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah dilaksanakan atau diselesaikan (*budgeted cost of work performed*). Dengan perhitungan ini diketahui hubungan antara apa yang sesungguhnya telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan. (Iman Soeharto, 1995)

Nilai Hasil = (% penyelesaian) x (anggaran).....(1)

Keterangan:

% penyelesaian yang dicapai pada saat pelaporan, Anggaran yang dimaksud adalah real cost biaya proyek.

### Biaya Aktual

Biaya Aktual (*Actual Cost = AC*) *Actual Cost of Work Performed* (ACWP) adalah jumlah biaya aktual pekerjaan yang telah dilaksanakan pada kurun waktu pelaporan tertentu.

### Nilai Hasil

Nilai Hasil (*Earned Value = EV*) *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) adalah nilai pekerjaan yang telah selesai terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

### Jadwal Anggaran

Jadwal Anggaran (*Planned Value = PV*) *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWS) menunjukkan anggaran untuk suatu paket pekerjaan yang disusun dan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan.

### Varians Biaya dan Jadwal Terpadu

Telah disebutkan bahwa menganalisis kemajuan proyek dengan analisis varians sederhana dianggap kurang mencukupi, karena metode ini tidak mengintegrasikan aspek biaya dan jadwal. Untuk mengatasi hal tersebut indikator PV, EV dan AC digunakan dalam menentukan Varians Biaya / *Cost Varians* (CV) dan Varians Jadwal / *Schedule Varians* (SV) diinformasikan sebagai berikut :

$$\text{Varians Biaya (CV)} = \text{EV} - \text{AC} \dots \dots \dots (2)$$

Jika CV :

- Negative (-) = Biaya di atas rencana
- Nol (0) = Sesuai biaya
- Positive (+) = Biaya dibawah rencana

$$\text{Varians Jadwal (SV)} = \text{EV} - \text{PV} \dots \dots \dots (3)$$

Jika SV :

- Negative (-) = Terlambat dari jadwal
- Nol (0) = Tepat waktu
- Positive (+) = Lebih cepat dari jadwal

### Indeks Produktivitas Dan Kinerja

Pengelola proyek seringkali ingin mengetahui penggunaan sumber daya, yang dapat dinyatakan sebagai indeks produktivitas atau indeks kinerja. Indeks kinerja ini terdiri dari indeks kinerja biaya (*Cost Performance Index* = CPI) dan indeks kinerja jadwal (*Schedule Performance Index* = SPI). (Iman Soeharto, 1995)

$$\text{Indeks kinerja biaya (CPI)} = \text{EV} / \text{AC} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Indeks kinerja jadwal (SPI)} = \text{EV} / \text{PV} \dots \dots \dots (5)$$

Tabel 1. Penilaian Indeks Kinerja dari Indikator Konsep *Earned Value*

Indeks Kinerja	Keterangan
<1	Pengeluaran lebih besar daripada anggaran atau waktu pelaksanaan lebih lama dari jadwal yang direncanakan. Bila anggaran dan jadwal sudah dibuat secara realistis, maka berarti ada sesuatu yang tidak benar dalam pelaksanaan kegiatan.
>1	Kinerja penyelenggaraan proyek lebih baik dari perencanaan, dalam arti pengeluaran lebih kecil dari anggaran atau jadwal lebih cepat dari rencana.
Makin beda dengan 1	Makin besar penyimpangannya dari perencanaan dasar atau anggaran. Bahkan bila didapat angka yang terlalu tinggi berarti prestasi pelaksanaan pekerjaan sangat baik, perlu pengkajian lebih dalam apakah mungkin perencanaannya atau anggaran yang justru tidak realistis.

Sumber: Imam Subarto, 1995

### Proyeksi Pengeluaran Biaya Dan Jangka Waktu Penyelesaian Proyek

Membuat prakiraan biaya atau jadwal penyelesaian proyek berdasarkan atas indikator yang diperoleh saat pelaporan akan memberikan petunjuk besarnya biaya pada akhir proyek (*Estimasi At Completion* = EAC) dan prakiraan waktu penyelesaian proyek (*Estimate At Schedule* = EAS). Prakiraan biaya atau jadwal bermanfaat karena memberikan peringatan dini mengenai hal-hal yang akan terjadi pada masa yang akan datang, bila kecenderungan yang ada pada saat pelaporan tidak mengalami perubahan. (Iman Soeharto, 1995)

$$\text{ETC} = (\text{BAC} - \text{BCWP}) / \text{CPI} \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{EAC} = \text{ACWP} - \text{ETC} \dots \dots \dots (7)$$

Sedangkan prakiraan waktu penyelesaian seluruh pekerjaan :

$$\text{ETS} = (\text{Sisa Waktu}) / \text{SPI} \dots \dots \dots (8)$$

$$\text{EAS} = \text{Waktu selesai} + \text{ETS} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

BAC ( <i>Budgeted At Completion</i> )	= Anggaran Biaya Proyek Keseluruhan
SPI ( <i>Schedule Performance Index</i> )	= Indeks Kinerja Jadwal
CPI ( <i>Cost Performance Index</i> )	= Indeks Kinerja Biaya
ETC ( <i>Estimate Temporary Cost</i> )	= Prakiraan Biaya Untuk Pekerjaan Yang Tersisa
EAC ( <i>Estimate Temporary Cost</i> )	= Prakiraan Total Biaya Proyek
ETS ( <i>Estimate Temporary Schedule</i> )	= Prakiraan Waktu Untuk Pekerjaan Yang Tersisa
EAS ( <i>Estimate At Schedule</i> )	= Prakiraan Total Waktu Proyek

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, penelitian yang menggambarkan kondisi proyek tertentu dengan analisis data-data yang ada. Data diperoleh dari proyek Pembangunan Hotel Eastparc Yogyakarta. Saat pengambilan data proyek sudah berlangsung 65%. Data-data yang diperlukan antara lain : *Time schedule*, Rekapitulasi biaya anggaran proyek, Laporan progress mingguan proyek.

Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penulis

Tahapan-tahapn selengkapnnya dalam penelitian ini meliputi:

a. Tahap I

Tahap persiapan yaitu Penuangan ide atau gagasan dengan melakukan studi pustaka, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, metode yang dipakai dimana hasilnya akan dituangkan ke dalam bentuk latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah.

b. Tahap II

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dan kompilasi data sebagai data base untuk penghitungan selanjutnya.

c. Tahap III

Disebut tahap analisis data. Pada tahap ini dilakukan penghitungan PV komulative, EV komulative, SV (Schedule Varians), SPI (Schedule Performance Index), dan forecasting terhadap waktu meliputi ETS (Estimate Temporary Schedule), dan EAS (Estimate at Schedule).

d. Tahap IV

Disebut tahap pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisa dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek Pembangunan Hotel Eastparc dilaksanakan dalam kurun waktu 34 minggu dengan nilai kontrak sebesar Rp. 34,441,761,000.00. Dalam penelitian ini data yang diperoleh adalah selama 14 laporan minggu. Salah satu yang dilaporkan dalam laporan mingguan adalah bobot pekerjaan, yaitu bobot rencana dan bobot pelaksanaan pekerjaan.

### *Budget Cost Of Work Schedule (BCWS)*

Anggaran yang dimiliki oleh proyek sesuai dengan inventarisasi kegiatan yang dihitung berdasarkan prosentase terhadap biaya total, sesuai data lapangan selama 14 minggu. BCWS dihitung dengan menggunakan Rumus 2.1, yaitu : Nilai Hasil = (% rencana) x (anggaran)

Tabel 3. Nilai *Budget Cost Of Work Schedule (BCWS)* tiap minggu

Minggu ke	Bobot Rencana %	Nilai Kontrak (Rp)	PV (Rp)	PV kom (Rp)
1	0.395	34,441,761,000	135,928,082	135,928,082
2	0.411	34,441,761,000	141,610,972	277,539,054
3	0.632	34,441,761,000	217,777,970	495,317,023
4	1.020	34,441,761,000	351,460,905	846,777,929
5	1.330	34,441,761,000	458,019,441	1,304,797,369
6	2.673	34,441,761,000	920,563,204	2,225,360,574
7	3.145	34,441,761,000	1,083,168,620	3,308,529,194
8	4.047	34,441,761,000	1,393,894,321	4,702,423,516
9	3.490	34,441,761,000	1,202,061,377	5,904,484,892
10	3.490	34,441,761,000	1,202,061,377	7,106,546,269
11	4.116	34,441,761,000	1,417,616,529	8,524,162,797
12	4.150	34,441,761,000	1,429,226,539	9,953,389,336
13	3.855	34,441,761,000	1,327,572,803	11,280,962,140
14	4.097	34,441,761,000	1,411,079,257	12,692,041,397

### *Budget Cost Of Work Performance (BCWP)*

Nilai hasil adalah biaya yang dianggarkan dari pekerjaan yang diselesaikan oleh pelaksana, BCWP dengan menggunakan Rumus 2.1 :

Nilai Hasil = (% penyelesaian) x (anggaran)



Tabel 4. Nilai Budget *Cost Of Work Performance* (BCWP) tiap Minggu

Minggu ke	% Perkerjaan	Nilai Kontrak (Rp)	EV (Rp)	EV kom (Rp)
1	0.059	34,441,761,000	20,445,807	20,445,807
2	0.033	34,441,761,000	11,195,807	31,641,615
3	0.033	34,441,761,000	11,195,807	42,837,422
4	0.033	34,441,761,000	11,195,807	54,033,229
5	0.574	34,441,761,000	197,800,898	251,834,127
6	5.483	34,441,761,000	1,888,482,810	2,140,316,937
7	4.600	34,441,761,000	1,584,195,300	3,724,512,237
8	5.479	34,441,761,000	1,887,138,667	5,611,650,904
9	0.274	34,441,761,000	94,490,525	5,706,141,429
10	0.557	34,441,761,000	192,011,601	5,898,153,030
11	1.370	34,441,761,000	471,998,643	6,370,151,673
12	1.478	34,441,761,000	509,098,779	6,879,250,451
13	4.816	34,441,761,000	1,658,612,821	8,537,863,273
14	5.479	34,441,761,000	1,886,906,672	10,424,769,944

**Schedule Varians (SV)**

Varians Jadwal merupakan selisih dari besarnya nilai hasil kinerja proyek (BCWP) dengan anggaran yang direncanakan (BCWS). Varians jadwal dihitung menggunakan Rumus :

Varians Jadwal (SV) = EV (BCWP) – PV (BCWS)

Tabel 5. Nilai *Schedule Varians* (SV) kumulatif tiap minggu

Minggu ke	PV kom (Rp)	EV kom (Rp)	SV (Rp)
1	135,928,082	20,445,807	-115,482,274
2	277,539,054	31,641,615	-245,897,439
3	495,317,023	42,837,422	-452,479,601
4	846,777,929	54,033,229	-792,744,700
5	1,304,797,369	251,834,127	-1,052,963,242
6	2,225,360,574	2,140,316,937	-85,043,637
7	3,308,529,194	3,724,512,237	415,983,043
8	4,702,423,516	5,611,650,904	909,227,388
9	5,904,484,892	5,706,141,429	-198,343,463
10	7,106,546,269	5,898,153,030	-1,208,393,239
11	8,524,162,797	6,370,151,673	-2,154,011,124
12	9,953,389,336	6,879,250,451	-3,074,138,885
13	11,280,962,140	8,537,863,273	-2,743,098,867
14	12,692,041,397	10,424,769,944	-2,267,271,453

**Schedule Performance Indeks (SPI)**

Pengelola proyek seringkali ingin mengetahui penggunaan sumber daya, yang dapat dinyatakan sebagai indeks produktivitas atau indeks kinerja. indeks kinerja jadwal (*Schedule Performance Index* = SPI). Indeks produktivitas jadwal berupa nilai efisiensi penggunaan sumber daya pada saat evaluasi dilakukan. SPI dihitung menggunakan Rumus:

Indeks kinerja jadwal (SPI) = EV(BCWP) / PV (BCWS)

Tabel 5. Nilai *Schedule Performance Indeks* (SPI) kumulatif tiap Minggu

Minggu ke	PV kom (Rp)	EV kom (Rp)	SPI
1	135,928,082	20,445,807	0.150
2	277,539,054	31,641,615	0.114
3	495,317,023	42,837,422	0.086
4	846,777,929	54,033,229	0.064
5	1,304,797,369	251,834,127	0.193
6	2,225,360,574	2,140,316,937	0.962
7	3,308,529,194	3,724,512,237	1.126
8	4,702,423,516	5,611,650,904	1.193
9	5,904,484,892	5,706,141,429	0.966
10	7,106,546,269	5,898,153,030	0.830
11	8,524,162,797	6,370,151,673	0.747
12	9,953,389,336	6,879,250,451	0.691
13	11,280,962,140	8,537,863,273	0.757
14	12,692,041,397	10,424,769,944	0.821

**Estimate Temporary Schedule (ETS)**

Perkiraan waktu untuk pekerjaan yang tersisa diasumsikan apabila keadaan berlangsung seperti saat evaluasi dilakukan. Berdasarkan kontrak Proyek Pembangunan Hotel Eastparc waktu pengerjaan proyek adalah 240 hari. Perhitungan ETS menggunakan Rumus :

$$ETS = (\text{sisa waktu}) / SPI$$

Tabel 6. Nilai *Estimate Temporary Schedule* (ETS) kumulatif tiap Minggu

Minggu ke	PV kom (Rp)	EV kom (Rp)	SPI	Waktu Rencana	Waktu Selesai	Sisa Waktu	ETS (hari)
1	135,928,082	20,445,807	0.150	240	7	233	1,549.03
2	277,539,054	31,641,615	0.114	240	14	226	1,982.32
3	495,317,023	42,837,422	0.086	240	21	219	2,532.24
4	846,777,929	54,033,229	0.064	240	28	212	3,322.34
5	1,304,797,369	251,834,127	0.193	240	35	205	1,062.14
6	2,225,360,574	2,140,316,937	0.962	240	42	198	205.87
7	3,308,529,194	3,724,512,237	1.126	240	49	191	169.67
8	4,702,423,516	5,611,650,904	1.193	240	56	184	154.19
9	5,904,484,892	5,706,141,429	0.966	240	63	177	183.15
10	7,106,546,269	5,898,153,030	0.830	240	70	170	204.83
11	8,524,162,797	6,370,151,673	0.747	240	77	163	218.12
12	9,953,389,336	6,879,250,451	0.691	240	84	156	225.71
13	11,280,962,140	8,537,863,273	0.757	240	91	149	196.87
14	12,692,041,397	10,424,769,944	0.821	240	98	142	172.88

**Estimate All Schedule (EAS)**

Perkiraan total waktu penyelesaian proyek dihitung berdasarkan waktu yang telah diselesaikan dijumlahkan dengan hasil ETS, atau menggunakan Rumus:

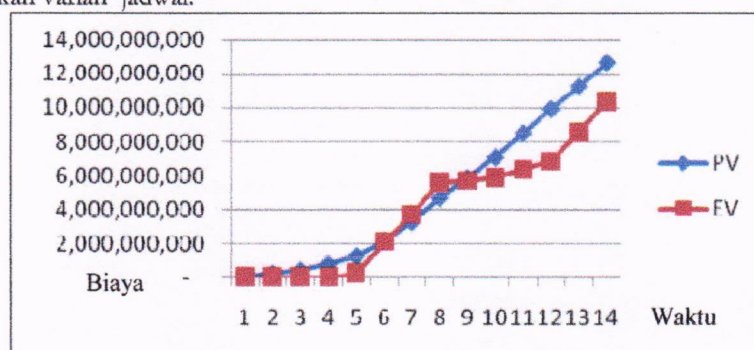
$$EAS = \text{Waktu selesai} + ETS$$

Tabel 7. Nilai *Estimate All Schedule* (EAS) komulatif tiap Minggu

Minggu ke	SPI	Waktu Rencana	Waktu Selesai	Sisa Waktu	ETS (hari)	EAS (hari)	Selisih Waktu
1	0.150	240	7	233	1549.03	1556.03	-1316.03
2	0.114	240	14	226	1982.32	1996.32	-1756.32
3	0.086	240	21	219	2532.24	2553.24	-2313.24
4	0.064	240	28	212	3322.34	3350.34	-3110.34
5	0.193	240	35	205	1062.14	1097.14	-857.14
6	0.962	240	42	198	205.87	247.87	-7.87
7	1.126	240	49	191	169.67	218.67	21.33
8	1.193	240	56	184	154.19	210.19	29.81
9	0.966	240	63	177	183.15	246.15	-6.15
10	0.830	240	70	170	204.83	274.83	-34.83
11	0.747	240	77	163	218.12	295.12	-55.12
12	0.691	240	84	156	225.71	309.71	-69.71
13	0.757	240	91	149	196.87	287.87	-47.87
14	0.821	240	98	142	172.88	270.88	-30.88

### Angka Varians

Angka varian terdiri dari varian biaya dan varian jadwal, dalam analisis ini menggunakan indikator PV dan EV untuk menentukan varian jadwal.



Gambar 2. Perbandingan Kurva "S" PV dan EV

Gambar 2. menunjukkan perbandingan nilai PV dan EV. Minggu ke-1 hingga minggu ke 6 dan minggu ke 9 hingga minggu ke 14 menunjukkan bahwa nilai EV lebih kecil dari nilai PV. Hal ini memperlihatkan bahwa item pekerjaan yang menurut time schedule belum dikerjakan. Sehingga pekerjaan tidak sesuai dengan perencanaan. Minggu ke 7 hingga minggu ke 8 menunjukkan bahwa nilai EV lebih besar daripada PV. Hal ini memperlihatkan bahwa item pekerjaan yang menurut time schedule sudah dikerjakan. Sehingga pekerjaan mengalami percepatan, terlihat dari nilai EV yang berada diatas PV.

### Varians Jadwal

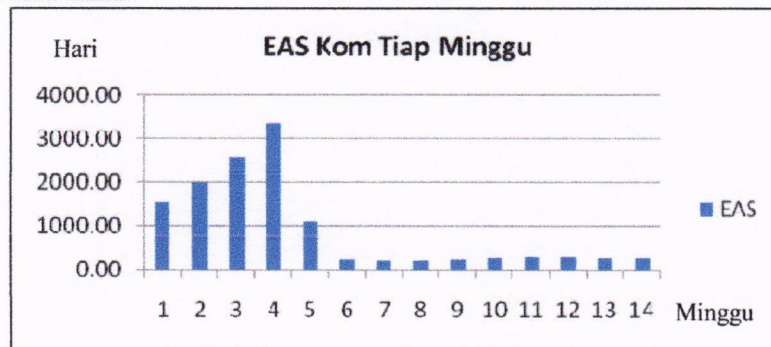
Hasil perhitungan varians jadwal (SV) pada proyek Pembangunan Hotel Eastparc Yogyakarta, tidak selalu bernilai positif dan indeks produktivitasnya tidak selalu bernilai lebih dari 1 pada tiap minggunya, seperti yang terlihat pada minggu ke-14 sebesar :

$$\text{Varians Jadwal (SV)} = \text{Rp. } -2,267,271,453$$

$$\text{Indeks produktivitas jadwal (SPI)} = 0.821$$

Nilai SV minggu ke-14 adalah negatif, dan nilai SPI minggu ke-14 kurang dari 1, maka pekerjaan pada minggu ke-14 mengalami keterlambatan atau waktu pelaksanaan lebih lama dari yang direncanakan.

### Angka Proyeksi Waktu Akhir



Gambar 3. Histogram EAS komulatif tiap minggu

Grafik EAS komulatif pada minggu ke-4 nilainya paling tinggi dari minggu-minggu sesudahnya, dikarenakan jadwal pelaksanaan lebih lama dari jadwal rencana, sehingga perkiraan waktu untuk menyelesaikan proyek menjadi lambat. Dari minggu ke-4 sampai minggu ke-6 mengalami penurunan nilai yang signifikan, yang menunjukkan waktu untuk penyelesaian proyek mulai mendekati jadwal rencana. Minggu ke-6 sampai dengan minggu ke-14 nilai EAS bergerak stabil.

#### Prakiraan waktu penyelesaian proyek

EAS minggu ke-14 secara komulatif

Nilai EAS minggu ke-14 di dapat dari Rumus 2.9

Sisa waktu = 142 hari

Waktu selesai = 98 hari

SPI = 0,821

ETS = (sisa waktu)/SPI

= 142 / 0,821

= 172,88

= 173 hari

EAS = Waktu selesai+ETS

= 98 + 173

= 271 hari

Selisih waktu = Waktu rencana pelaksanaan – EAS

= 240 hari – 271 hari

= -31 hari

Prakiraan waktu penyelesaian proyek menggunakan perhitungan komulatif, berdasar minggu ke-14 adalah 271 hari sedangkan waktu rencana adalah 240 hari. Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyelesaian lebih lambat 31 hari dari yang direncanakan.

#### SIMPULAN

Waktu penyelesaian proyek tidak sesuai dengan rencana awal jadwal proyek. Minggu-ke 1 hingga minggu ke-6 dan minggu ke 9 hingga minggu ke 14 proyek akan selesai lebih lambat dari rencana awal proyek. Namun pada minggu ke-7 hingga ke-8, menunjukan bahwa waktu pelaksanaan proyek lebih cepat dari rencana jadwal proyek. Prakiraan waktu penyelesaian proyek berdasar perhitungan komulatif tiap minggu minggu ke-14 adalah 271 hari (12 Januari 2013), sedangkan waktu rencana adalah 240 hari (12 Desember 2012). Hal ini menunjukkan bahwa waktu penyelesaian lebih lambat 31 hari dari yang direncanakan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terimah kasih kepada ibu Siti Qomariyah dan bapak Sugiyarto yang senantiasa membimbing saya hingga terselesainya penelitian ini.

#### REFERENSI

- Cioffi, D. F., 2005. *A scientific Notation And Improved Formalism For Earned Value Calculations*, Skripsi, United States
- Ervianto, W. I., 2004. *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W. I., 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta.

- Fleming, Q. W. & Koppelman, J. M., 1998. *Earned Value Project Management (A Powerfull Tool For Software Project)*, The Journal Of Defense Software Engineering.
- Frailey, D. J., 1999. *Tutorial on Earned Value Management Systems*, Jurnal
- Henderson, Kym., 2007. *A Breakthrough Extension to Earned Value Management*, Skripsi, Sydney Australia
- Kartikasari, Aprilina. 2012. *Analisis Nilai Hasil Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Fisipol UGM Yogyakarta)*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Surakarta : FT UNS
- Soeharto, Iman., 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.
- Soemardi, B.W., Wirahadikusumah, R.D, Abduh, M., 2006. *Konsep Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi*, Makalah, Bandung, ITB
- Sudarsana, D. K., 2008. *Pengendalian Biaya Dan Jadwal terpadu Pada Proyek Konstruksi*, Jurnal Ilmiah, Universitas Udayana

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

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

MANDIYO PRIYO, KHAIROL FAJRI INDRAGA

ABSTRACT

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

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

PENDAHULUAN

*Latar Belakang Masalah*

Proyek konstruksi sangat bergantung pada beberapa sumber daya dalam pelaksanaannya yang terdiri dari material, tenaga kerja, biaya, metode pelaksanaan dan peralatan. Di era globalisasi pembangunan konstruksi berkembang semakin cepat dan diiringi oleh keberagaman metode pelaksanaan konstruksi yang berpengaruh pada waktu dan biaya penyelesaian proyek. Salah satu contohnya yaitu Proyek Pembangunan Gedung 3 Lantai, yang bergantung terhadap keterbatasan waktu dan biaya proyek. Maka dari itu, dibutuhkan pengendalian agar proyek tersebut dapat

berjalan sesuai dengan waktu dan biaya yang sesuai dengan perencanaan.

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

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

#### TINJAUAN PUSTAKA

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

#### LANDASAN TEORI

##### *Kinerja Proyek*

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

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

##### *Pengendalian Proyek*

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

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

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

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

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

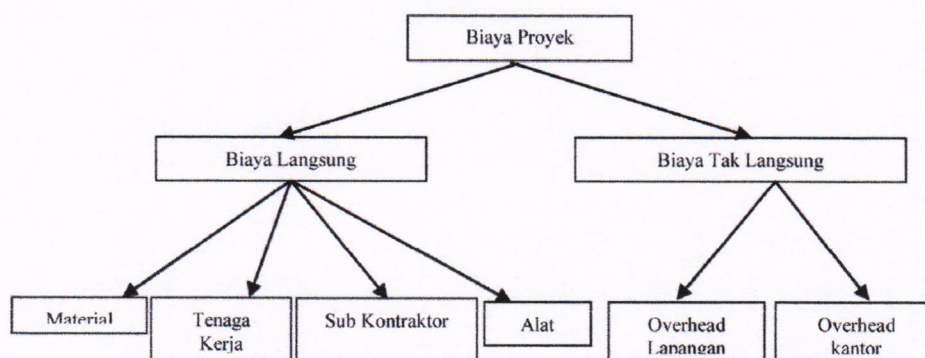
Penjadwalan dibuat untuk menggambarkan perencanaan dalam skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang akan ditentukan.

##### *Konsep Earned Value Analysis*

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

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

- a. Analisis Biaya dan Jadwal
- b. Analisis Varians
- c. Analisis Indeks Performansi



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

### 1. Analisis Indikator-Indikator Earned Value

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

#### a) Planned Value (PV)

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

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

#### b) Earned value (EV)

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

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

#### c) Actual Cost (AC)

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

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

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

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

### 2. Analisis Varians

#### a) Schedule Variance (SV)

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

$$SV = EV - PV$$

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

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

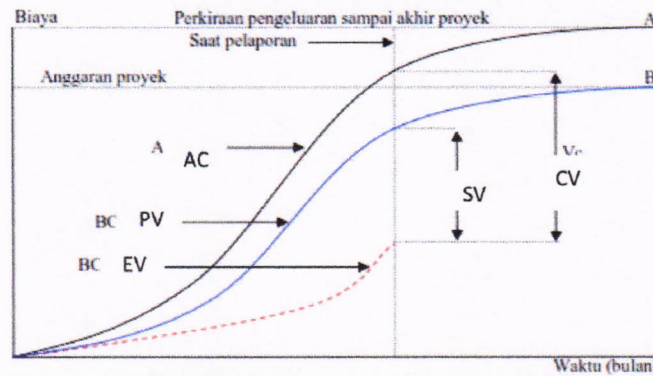
#### b) Cost Variance (CV)

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

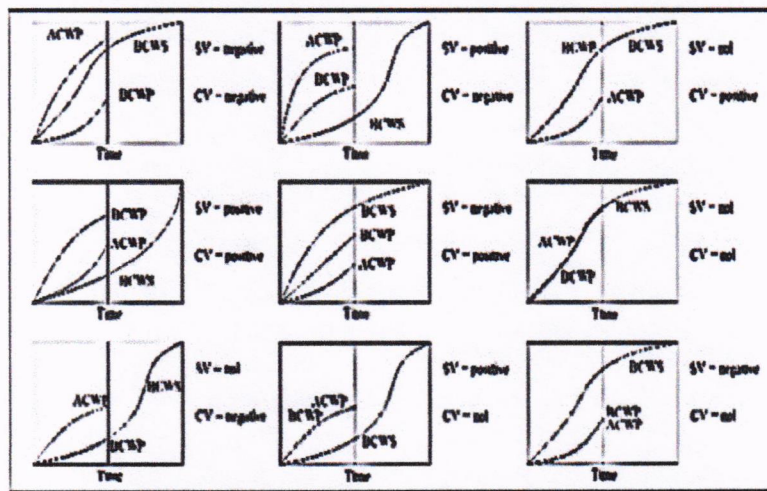
$$CV = EV - AC$$

Pada Gambar 2 didapatkan hubungan antara *Planned Value (PV atau BCWS)*, *Actual Cost (AC atau ACWP)*, dan *Earned Value (EV atau BCWP)* yang menunjukkan varians biaya (*Cost Variance*) dan varians jadwal (*Schedule Variance*).





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



GAMBAR 3. Ilustrasi Grafik Analisis Varians

TABEL 1. Analisis Varians Terpadu

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

TABEL 2. Analisis Indeks Performansi

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

SUMBER: Soeharto, 1995

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

### 3. Analisa Indeks Performansi

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

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

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

$$SPI = EV / PV$$

dengan,

- SPI = 1 : proyek tepat waktu
- SPI > 1 : proyek lebih cepat
- SPI < 1 : proyek terlambat

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

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

$$CPI = EV / AC$$

dengan,

- CPI = 1 : biaya sesuai rencana
- CPI > 1 : biaya lebih kecil/ hemat
- CPI < 1 : biaya lebih besar/ boros

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

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

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

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

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

ETC untuk progress fisik < 50 %

$$ETC = BAC - EV$$

ETC untuk progress fisik > 50 %

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

$$EAC = AC - ETC$$

dengan ,

ETC: Perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa

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

EV : Nilai yang diterima dari penyelesaian pekerjaan

CPI: Indeks Kinerja Biaya

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

dengan,

TCPI < 1 : Mengalami Kenaikan Kinerja

TCPI > 1 : Mengalami Penurunan Kinerja

#### b. *Estimate at Completion (EAC)*

EAC Merupakan prakiraan biaya total pada akhir proyek yang diperoleh dari biaya aktual (AC) ditambahkan dengan ETC. Dimana rumus EAC dapat dihitung dengan beberapa cara yaitu:

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

$$EAC = BAC / CPI$$

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

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

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

dengan,

TE (*Time Estimated*) : Perkiraan Waktu Penyelesaian

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

OD (*Original Duration*) : Waktu yang direncanakan

#### d. *Analisa Prakiraan Rencana Terhadap Penyelesaian Proyek*

Indeks prestasi penyelesaian proyek atau *To Complete Performance Indeks (TCPI)* adalah nilai indeks kemungkinan dari sebuah prakiraan. Indeks ini digunakan untuk menambah kepercayaan dalam pelaporan penilaian pada sisa pekerjaan.

### *Metode Crashing*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

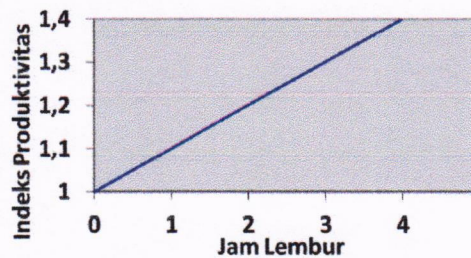
### 3. Produktivitas Pekerja

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

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

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

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



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

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

- a) Produktivitas harian

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

- b) Produktivitas tiap jam

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

- c) Produktivitas harian sesudah *crash*  
 $= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam})$  (3)

Dengan:

a = lama penambahan jam kerja (lembur)

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

Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL 3. Koefisien Penurunan Produktivitas

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

- d) *Crashduration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}} \quad (4)$$

### 5. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu

pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini :

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

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

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

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

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

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

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

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

$$c) \text{ Biaya lembur pekerja} \\ = 1,5 \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama} + 2 \times n \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya}$$

$$\text{Dengan:} \\ n = \text{jumlah penambahan jam kerja (lembur)} \quad (9)$$

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

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

#### 7. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Gambar 5 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.

### METODE PENELITIAN

#### *Rancangan Penelitian*

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

#### *Tahap-tahap Penelitian*

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

Tahap 1 : Menentukan latar belakang masalah

Tahap 2 : Perumusan masalah

Tahap 3 : Pengumpulan data

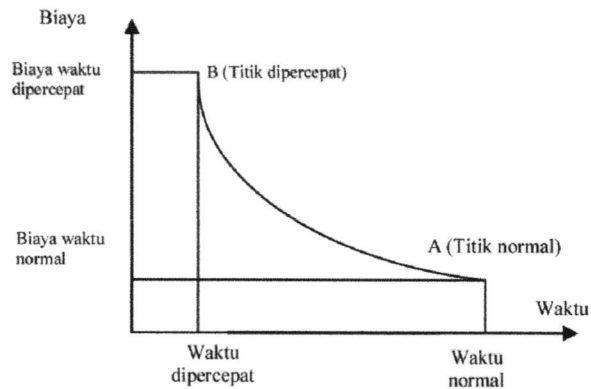
Tahap 4 : Analisis data

Tahap 5 : Menghitung prakiraan biaya dan waktu

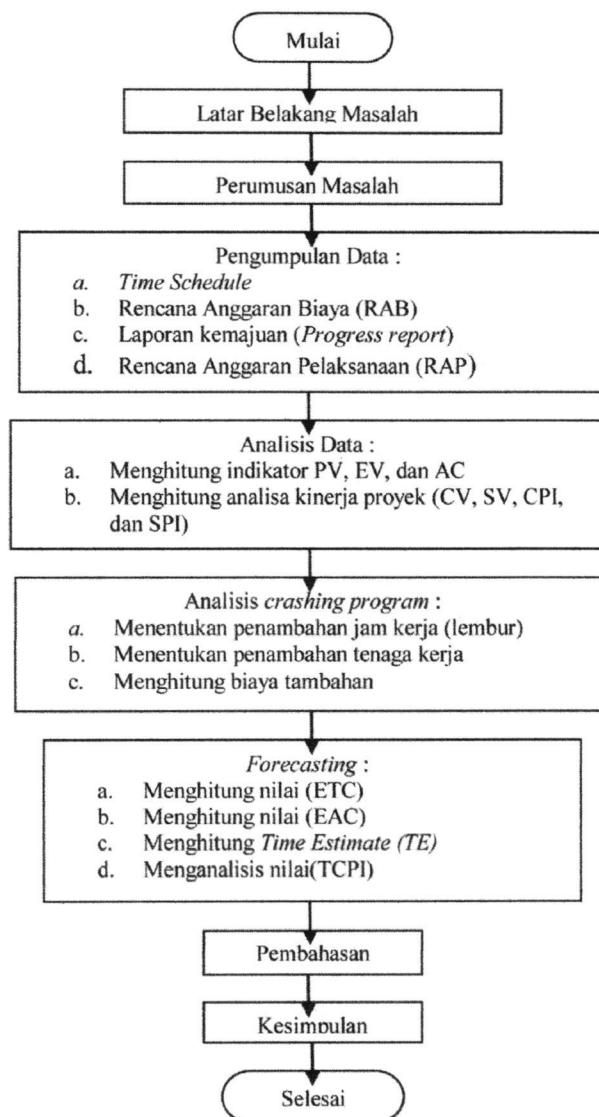
Tahap 6 : Analisis *crashing program*

Tahap 7 : Kesimpulan dan saran

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



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



GAMBAR 6. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## Data Penelitian

## 1. Data Umum Proyek

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

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

## 2. Perhitungan Kinerja Proyek

## a. Analisis Indikator Earned Value

## 1) Planned Value (PV)

Contoh hitungan Planned Value pada minggu ke-28 :

PV minggu ke-28  
 $= 2,60 \% \times \text{Rp. } 10.879.019.215,00$   
 $= \text{Rp. } 282.922.269,08$   
 PV kumulatif minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 9.051.774.427,98 +$   
 $\text{Rp. } 282.922.269,08$   
 $= \text{Rp. } 9.334.696.697,06$

## 2) Earned Value (EV)

Contoh hitungan Earned Value pada minggu ke-28 :

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

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

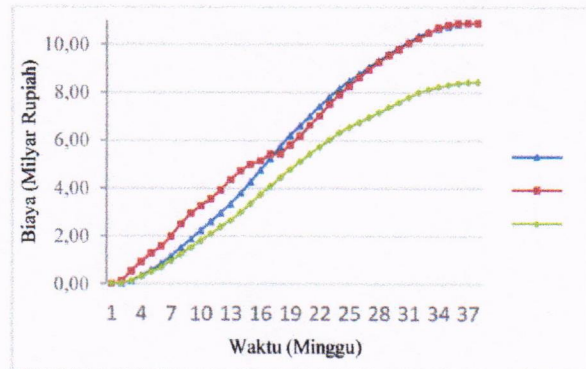
EV kumulatif minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 8.938.202.187,34 +$   
 $\text{Rp. } 283.942.401,42$   
 $= \text{Rp. } 9.255.869.548,43$

## 3) Actual Cost (AC)

Contoh hitungan Actual Cost pada minggu ke-28 :

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

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



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

## b. Analisis Varian

## 1) Cost Variance (CV)

Contoh hitungan Cost Variance pada minggu ke-28 :

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

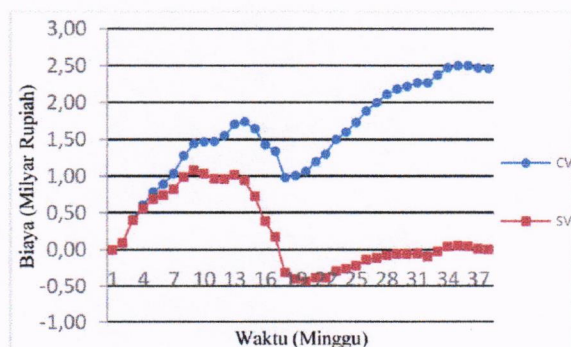
## 2) Schedule Variance (SV)

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

Contoh hitungan Schedule Variance pada minggu ke-28 :

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

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



GAMBAR 8. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

## 3) Cost Performance Index (CPI)

Contoh hitungan Cost Performance Index pada minggu ke-28 :

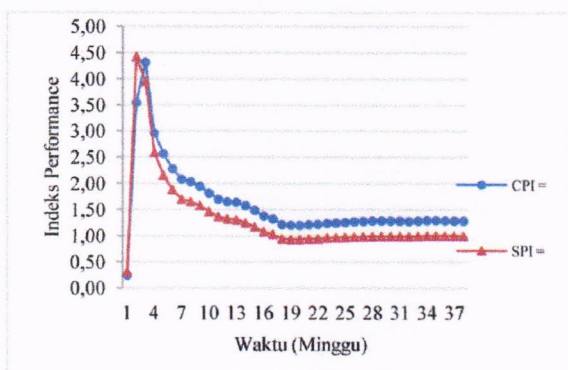
CPI minggu ke-28  
 $= \text{Rp. } 9.255.869.548,43 / \text{Rp.}$

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

4) *Schedule Performance Index (SPI)*

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

$$\begin{aligned} & \text{SPI minggu ke-28} \\ & = \text{Rp. } 9.255.869.548,43 / \\ & \quad \text{Rp. } 7.147.160.380,83 \\ & = 0,99 \end{aligned}$$



GAMBAR 9. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

c. Prakiraan Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek

1) *Estimated to Complete (ETC)*

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

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

$$\begin{aligned} & \text{ETC minggu ke-18} \\ & = \text{Rp. } 10.879.019.215,36 - \\ & \quad \text{Rp. } 5.419.927.373,09 \\ & = \text{Rp. } 5.459.091.842,27 \end{aligned}$$

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

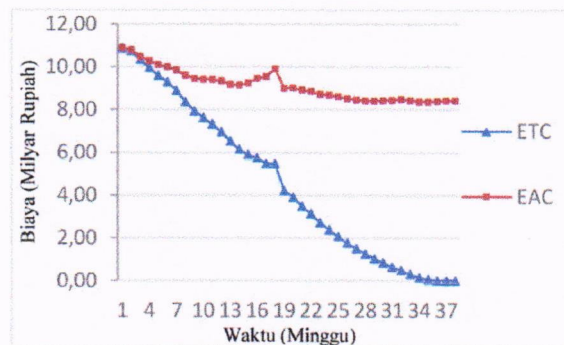
Contoh hitungan *Estimated to Complete* > 50 % pada minggu ke-28:

$$\begin{aligned} & \text{ETC minggu ke-28} \\ & = (\text{Rp. } 10.879.019.215,36 - \\ & \quad \text{Rp. } 9.255.869.548,43) / 1,30 \\ & = \text{Rp. } 1.253.357.227,10 \end{aligned}$$

2) *Estimated at Completion (EAC)*

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

$$\begin{aligned} & \text{EAC minggu ke-28} \\ & = \text{Rp. } 10.879.019.215,36 / 1,30 \\ & = \text{Rp. } 8.400.517.607,93 \end{aligned}$$



GAMBAR 10. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

3) *Time Estimated (TE)*

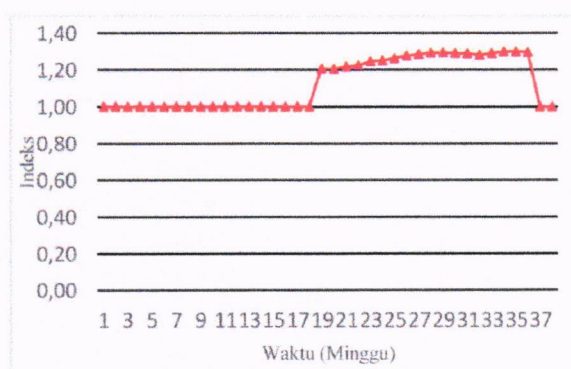
Contoh hitungan *Time Estimated* pada minggu ke-28 :

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

d. Analisis Prakiraan Rencana Terhadap Penyelesaian Proyek

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

$$\begin{aligned} & \text{TCPI minggu ke-28} \\ & = \frac{(\text{Rp. } 10.879.019.215,36 - \text{Rp. } 9.255.869.548,43)}{(\text{Rp. } 8.400.517.607,93 - \text{Rp. } 7.147.160.380,83)} \\ & = 1,30 \end{aligned}$$



GAMBAR 11. Perbandingan antara nilai CPI dan SPI

3. Rekapitulasi Perhitungan

Hasil analisis indikator *Earned Value*, analisis varian, analisis kinerja proyek, analisis prakiraan waktu dan biaya, serta analisis perkiraan rencana terhadap penyelesaian proyek pada minggu ke-28 ditabelkan pada Tabel 4.



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

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

SUMBER: Hasil pengolahan data

TABEL 5. Hasil Perhitungan Penambahan Jam Lembur

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

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

SUMBER: Hasil pengolahan data

TABEL 6. Hasil Perhitungan Penambahan Tenaga kerja

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

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

**Kusen Jendela Type J4 Lantai 1**

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

**Kusen Jendela Type J4 Lantai 2**

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

**Kusen Jendela Type J1 Lantai 3**

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

**Pas. Keramik dinding 20/25**

Jumlah pekerja tambahan	1 orang
Jumlah tukang tambahan	2 orang
Jumlah kepala tukang tambahan	1 orang
Jumlah mandor tambahan	1 orang
Upah penambahan tenaga kerja	2.688.000,00 Rupiah
<b>Total biaya lembur</b>	<b>30.474.500,00 Rupiah</b>

SUMBER: Hasil pengolahan data

Adapun penjelasan dari Tabel 4 adalah sebagai berikut :

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

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

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

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

#### 4. *Crashing Program*

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

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

##### b. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Berdasarkan Tabel 6 di atas diketahui total biaya penambahan tenaga kerja sebesar Rp. 30.474.500,00 dengan jumlah tenaga kerja bervariasi pada tiap item pekerjaan sesuai dengan produktifitas.

#### KESIMPULAN

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

1. Diketahui bahwa grafik nilai *Actual Cost* berada di bawah grafik nilai *Planned Value* dan *Earned Value*. Artinya total biaya pelaksanaan proyek di bawah dari nilai kontrak. Indikator *Earned Value* pada minggu ke-28 adalah nilai PV sebesar Rp. 9.334.696.697,06, nilai EV sebesar Rp. 9.255.869.548,43, dan nilai AC sebesar Rp. 7.147.160.380,83.
2. Nilai CPI pada minggu ke-2 dan seterusnya menunjukkan nilai >1 yang artinya biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari nilai pekerjaan yang didapat. Nilai SPI pada minggu pertama dan minggu ke-18 sampai dengan minggu ke-32 menunjukkan nilai <1, yang artinya bahwa kinerja proyek lebih lambat dari jadwal rencana. Kinerja pada minggu ke-28 adalah nilai SV negatif (Rp. -78.827.148,63) dan nilai SPI sebesar 0,99 < 1, artinya terjadi keterlambatan jadwal pelaksanaan terhadap jadwal rencana. Sedangkan nilai CV positif (Rp. 2.108.709.167,60) dan nilai sebesar 1,30 > 1, artinya biaya akhir lebih kecil dari anggaran.

3. Adapun perkiraan biaya penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah EAC (Rp. 8.400.517.607,93) dan ETC (Rp. 1.253.357.227,10). Sedangkan perkiraan waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan adalah 38 minggu. Nilai indeks kepercayaan kinerja (TCPI) > 1 atau senilai 1,30 berarti penurunan kinerja.
4. Total biaya penambahan jam kerja (lembur) pada minggu ke-29 adalah Rp. 53.466.055,56. Sedangkan total biaya penambahan tenaga kerja adalah sebesar Rp. 30.474.500,00. Artinya crashing dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) membutuhkan biaya lebih besar daripada penambahan tenaga kerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 2005. *Construction Project Cost Management*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Barrie, D.S., dan Paulson, B.C., 1995. *Manajemen Proyek Konstruksi Profesional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Cleland, D. I., 1995, *Project Management strategic Design and Implementation*, Singapore : McGraw-Hill, Inc.
- Ervianto, W, I., 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W, I., 2007. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Husein, A., 2010. *Manajemen Proyek*. Penerbit : Andi Yogyakarta
- Maulana, Alex S. 2011. *Analisis Kinerja Biaya dan Waktu dengan Konsep Earned Value Analysis pada Proyek Gedung Dinas Komunikasi dan Informasi Jawa Timur*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Messah, Yunita A., Lona, Lazry Hellen P., dan Sina, Dantje A.T. 2013. *Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak dari Perubahan Desain (Studi Kasus Embung Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten*

*Timor Tengah Utara*). Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Pamungkas, Agung., Sugiarto., dan Setiono. 2013. *Analisis Nilai hasil terhadap waktu dan biaya pada proyek konstruksi (Studi Kasus Proyek ICB Civil Work Construction off Spillway of Countermeasures in Wonogiri)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Pranowo, Didik A., dan Samantha, Ronny. 2007. *Pengendalian Proyek dengan Metode Earned Value (Studi Kasus Proyek Rusunawa Universitas Diponegoro Semarang)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.

Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit :Erlangga, Jakarta.

Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek*. Penerbit :Erlangga, Jakarta.

---

PENULIS:

**Mandiyo Priyo**

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

Email: mandiyop@yahoo.com

**Khairil Fajri Indraga**

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