



Penggunaan *critical path method* (CPM) untuk evaluasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek

Adde Currie Siregar^{a,1}, Iffiginia^a

^aAkademi Teknik Wacana Manunggal Semarang, Jl. Karang Balong Raya, 88, Kab. Semarang 50775

¹Email: adde.currie1234@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 20 September 19

Direvisi pada 24 September 19

Disetujui pada 18 November 19

Tersedia daring pada 26 November 19

Keywords:

Evaluation of Time and Cost,
Rescheduling, CPM.

Kata kunci:

Evaluasi Waktu dan Biaya, Rescheduling,
CPM

ABSTRAK No

Terjadinya *cost over run* menjadi bahan evaluasi terhadap berjalannya proyek. Evaluasi pekerjaan dilakukan pada minggu ke-1 sampai minggu ke-22, sehingga terdapat sisa waktu kontrak yaitu 7 minggu dari keseluruhan 29 minggu kalender. Realisasi pelaksanaan pembangunan proyek gedung ruang bersalin dan instalasi bedah sentral RSUD Ambarawa Tahun 2017 sampai minggu 22 mengalami keterlambatan sebesar 1,481% dari jadwal yang direncanakan. Dari segi biaya realisasi penggunaan dana sampai minggu 22 sebesar Rp. 9.380.000.000,- dari perencanaan yang hanya menghabiskan biaya Rp.8.927.610.729,- yang berarti pengeluaran lebih besar dari anggaran (*cost over run*). Selanjutnya dilakukan pengendalian pekerjaan yang belum terealisasi dengan metode percepatan (*crashing*) untuk mencari waktu paling optimal dan meminimalkan resiko keterlambatan pekerjaan. Setelah dilakukan penjadwalan ulang dan menggunakan percepatan pekerjaan didapat waktu optimum menjadi 28 minggu dan efisiensi biaya sebesar Rp. 12.560.000,- dari total nilai kontrak sebesar Rp. 12.356.444.708,- yang didapat pada percepatan pekerjaan finishing, elektrikal dan instalasi air.

ABSTRACT

The occurrence of cost over run is an evaluation of the project. The work evaluation is carried out from week 1 to week 22, so that there is a remaining contract period of 7 weeks out of a total of 29 calendar weeks. The realization of the construction of the delivery room building project and the central surgical installation Ambarawa Hospital 2017 to week 22 experienced a delay of 1.481% of the planned schedule. In terms of the cost of using funds until week 22 of Rp. 9,380,000,000, - from the plan which only costs Rp.8,927,610,729, - which means expenditure is greater than the budget (cost over run). Furthermore, work control is performed which has not been realized using the acceleration (crashing) method to find the most optimal time and minimize the risk of work delays. After rescheduling and using work acceleration, the optimum time is 28 weeks and the cost efficiency is Rp. 12,560,000, - of the total contract value of Rp. 12,356,444,708, - which was obtained in acceleration of finishing, electrical and water installation work.

Tersedia pada: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v15i2.6816>

1. Pendahuluan

Seringkali saat pelaksanaan proyek dilapangan tidak sesuai dengan perencanaan awal, sehingga banyak penyimpangan yang terjadi, baik keterlambatan proyek ataupun pembengkakan biaya yang dapat mengganggu pelaksanaan proyek dari awal sampai akhir. Maka untuk mengatasi agar proyek dapat berjalan sesuai perencanaan diperlukan Metode Earned Value dan Metode CPM dengan cara *crashing*.

Dalam metode CPM (*Critical Path Method*) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir proyek, melalui kegiatan-kegiatan dengan waktu pelaksanaan terlama [1]. Jadi lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Crashing adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Kegiatan *crashing* dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

- Dengan mengadakan shift lembur.
- Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur).
- Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
- Menambah jumlah pekerja.
- Dengan menggunakan material yang dapat lebih cepat dipasang.
- Menggunakan metode konstruksi lain yang lebih cepat.

Proses konstruksi suatu bangunan pada hakekatnya merupakan rangkaian kegiatan-kegiatan yang berdasarkan sistem rekayasa (*engineering system*) yang bersifat unik dan khas pada setiap proyek. Dalam berhadapan dengan suatu sistem rekayasa, sudah tentu tidak bisa dipandang dengan memakai pengertian yang terpenggal-penggal atau sepotong, tapi keseluruhannya merupakan kesatuan sistem yang tidak terpisahkan [2].

Menurut Handoko [3], tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut:

- Tepat waktu (*on time*) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
- Tepat anggaran (*on budget*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
- Tepat spesifikasi (*on specification*) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Menurut Badri [4], manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut:

- Penundaan pekerjaan pada lintasan menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- Pengawasan dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade-off* (pertukaran waktu dan biaya yang efisien) dan *crash* program (diselesaikan dengan waktu optimum yang dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
- *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak dilalui lintasan kritis.

Yamit [5], menjelaskan bahwa kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan yang sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga kegiatan kritis. Maharani dan Fajarwati [6] juga menjelaskan bahwa analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya. Dalam penelitian ini, analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Sedangkan menurut Render dan Heizer [7], bagian terbesar biaya yang dikeluarkan untuk terwujudnya suatu proyek adalah pada tahap pelaksanaan sehingga perlu adanya pengawasan pada tahapan pelaksanaan proyek.

Maddeppungeng [8] mengemukakan bahwa sebaiknya dalam melakukan *crash* dapat menambahkan alternatif *crash* yang lain seperti menambah jumlah pekerja dan menambah alat sebagai pembanding hasil analisis. Menurut Ervianto [9], *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. *Least cost analysis* adalah analisis untuk memperoleh durasi proyek optimal, yaitu durasi dengan biaya total proyek yang minimal [10]. Durasi cepat adalah waktu pelaksanaan proyek yang memanfaatkan kemampuan maksimal dari tenaga kerja ditambah kerja lembur ([11] dan [12]), sehingga pada penelitian ini menggunakan pembanding antara pelaksanaan *crash* dengan penambahan jumlah tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur).

1.1 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

- Mengetahui apakah pelaksanaan pembangunan gedung ruang bersalin dan pembangunan instalasi bedah sentral RSUD Ambarawa sudah sesuai rencana atau tidak, ditinjau dari segi waktu maupun biaya.
- Melakukan pengendalian waktu dan biaya serta penjadwalan ulang kegiatan dengan menggunakan CPM (*Critical Path Method*).
- Melakukan optimasi waktu dan biaya pada pembangunan gedung ruang bersalin dan pembangunan instalasi bedah sentral RSUD Ambarawa.

1.2 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain untuk:

- Mengetahui *treatment* atau penyelesaian masalah ketika terjadi keterlambatan pekerjaan, sehingga pelaksanaan pekerjaan bisa sesuai dengan rencana.
- Penelitian ini akan memberikan gambaran-gambaran jelas tentang kekurangan dalam pengelolaan pelaksanaan suatu proyek sehingga mengakibatkan penambahan biaya pelaksanaan akibat keterlambatan.

1.3 Batasan penelitian

Batasan pada penelitian ini adalah:

- Lokasi proyek yang digunakan untuk pembahasan adalah proyek pembangunan gedung ruang bersalin dan pembangunan instalasi bedah sentral RSUD Ambarawa tahun anggaran 2017.
- Evaluasi pelaksanaan dimulai dari minggu ke-1 sampai minggu ke-22.
- Pengendalian menggunakan CPM (*Critical Path Method*).
- Biaya dan waktu pekerjaan total pekerjaan diasumsikan maksimal dari biaya dan waktu sesuai perjanjian kontrak yaitu 29 minggu.

2. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan waktu penelitian

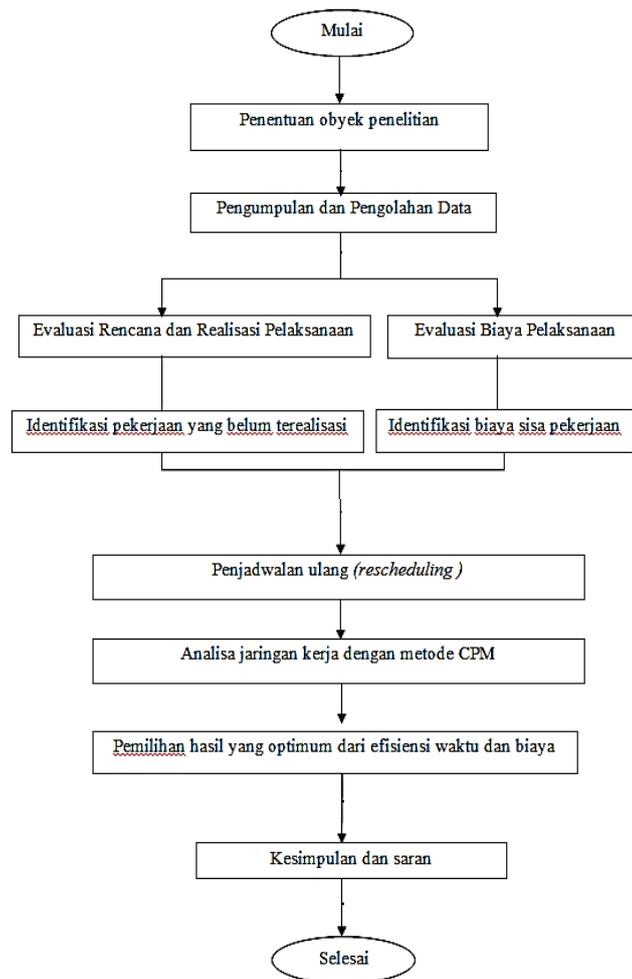
Tempat penelitian adalah pembangunan gedung ruang bersalin dan pembangunan instalasi bedah sentral RSUD Ambarawa tahun anggaran 2017 yang berlokasi di kecamatan Ambarawa Kabupaten Semarang. Waktu penelitian pada bulan Juni sampai Oktober tahun 2017.

2.2. Peralatan dan bahan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera sebagai alat dokumentasi, komputer dan printer serta alat lain sebagai pendukung, software yang digunakan adalah program excel. Sedangkan bahan yang digunakan adalah denah lokasi, gambar desain, laporan mingguan pelaksanaan proyek, laporan keuangan mingguan, Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule* (jadwal) proyek, analisis satuan pekerjaan, daftar harga satuan upah, alat dan bahan.

2.3. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian diilustrasikan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif, dengan menganalisis waktu dan biaya dari pelaksanaan proyek yang dilakukan dengan metode *Earned Value* dan Metode CPM.

3. Hasil dan pembahasan

Nilai hasil atau kinerja pelaksanaan dalam Tabel 1 di bawah ini menggunakan data biaya aktual yang dikeluarkan untuk pekerjaan yang telah dilaksanakan *Actual Cost of Work Performed* (ACWP) didapat dari kontraktor pelaksana. Biaya pekerjaan pada saat pelaporan menurut anggaran *Budget Cost of Work Performed* (BCWP) didapat dari konsultan pengawas. Biaya pekerjaan yang telah dijadwalkan untuk diselesaikan dalam durasi yang telah ditentukan *Budget Cost of Work Schedule* (BCWS) didapat dari kontrak kerja pemilik dan rekanan.

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan *Earned Value*.

No	Minggu	BCWS	BCWP	ACWP	SV	CV	SPI	CPI
		(1)	(2)	(3)	(4)= (2)-(1)	(5)= (2)-(3)	(6)= (2)/(1)	(7)= (2)/(3)
1	1	37,01	64,62	46,25	27,62	18,37	1,75	1,397
2	2	107,55	190,82	132,34	83,27	58,48	1,77	1,442
3	3	178,10	291,50	456,22	113,40	- 164,72	1,64	0,639
4	4	286,05	334,12	725,78	48,07	- 391,66	1,17	0,460
5	5	392,05	377,98	965,70	- 14,07	- 587,72	0,96	0,391
6	6	659,86	436,18	1.050,00	- 223,68	- 613,82	0,66	0,415
7	7	973,80	610,03	1.260,00	- 363,78	- 649,97	0,63	0,484
8	8	1.282,43	784,85	1.490,00	- 497,58	- 705,15	0,61	0,527
9	9	1.470,54	864,21	1.650,00	- 606,33	- 785,79	0,59	0,524
10	10	1.648,79	1.164,84	2.070,00	- 483,95	- 905,16	0,71	0,563
11	11	1.803,11	1.359,09	2.260,00	- 444,02	- 900,91	0,75	0,601
12	12	1.984,47	1.673,56	2.410,00	- 310,91	- 736,44	0,84	0,694
13	13	2.344,59	2.116,16	2.620,00	- 228,42	- 503,84	0,90	0,808
14	14	2.677,28	2.487,11	2.750,00	- 190,18	- 262,89	0,93	0,904
15	15	3.136,57	2.880,16	3.220,00	- 256,42	- 339,84	0,92	0,894
16	16	3.556,48	3.281,87	3.600,00	- 274,60	- 318,13	0,92	0,912
17	17	4.061,61	3.824,32	4.080,00	- 237,29	- 255,68	0,94	0,937
18	18	4.623,17	4.570,65	4.850,00	- 52,52	- 279,35	0,99	0,942
19	19	5.555,06	5.439,31	5.760,09	- 115,76	- 320,78	0,98	0,944
20	20	6.744,83	6.657,65	6.950,00	- 87,17	- 292,35	0,99	0,958
21	21	7.905,70	7.754,90	8.100,00	- 150,80	- 345,10	0,98	0,957
22	22	8.927,61	8.744,66	9.380,00	- 182,95	- 635,34	0,98	0,932

Analisis nilai hasil pada minggu ke 22

- Nilai SV bertanda negatif berarti proyek mengalami keterlambatan waktu
- Nilai CV bernilai negatif berarti pengeluaran proyek lebih besar dari anggaran rencana

Analisis prestasi progres pekerjaan pada minggu ke 22

- Nilai SPI kurang dari 1 berarti proyek mengalami keterlambatan waktu dari rencana
- Nilai CPI kurang dari 1 berarti pengeluaran proyek lebih besar dari anggaran rencana

Setelah diidentifikasi volume dan item pekerjaan antara rencana dan realisasi, selanjutnya dilakukan identifikasi waktu rencana dan realisasi pekerjaan dan diperhitungkan waktu rencana pelaksanaan sisa pekerjaan yang belum direalisasikan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekap volume dan biaya pekerjaan sisa terkoreksi.

Uraian Kegiatan	Satuan	Volume sisa	Biaya sisa (Rp)	Bobot (%)
Pekerjaan Penutup lantai	M ²	1.987,19	297.481.573,99	9,07
Pekerjaan Finishing	M ²	31.881,87	254.149.709,57	7,75
Pekerjaan Elektrikal	M ²	229,00	452.363.000,00	13,79
Pekerjaan Instalasi Air	M ²	569,00	128.308.712,00	3,91
Pekerjaan Sanitasi	Bh	25,00	89.175.000,00	2,72
Pekerjaan Lain-lain	Bh	1,00	94.029.747,00	2,87
Gas Medik	Titik	75,00	1.140.997.250,00	34,78
Lift	Bh	1,00	824.317.500,00	25,13

Setelah diketahui volume dan waktu pekerjaan sisa yang belum direalisasikan selanjutnya dilakukan rescheduling atau penjadwalan ulang dari sisa pekerjaan. Sisa pekerjaan yang belum direalisasikan kemudian dibuat model penjadwalan disertai dengan network planning. Volume yang dipakai adalah volume sisa dari rencana dan waktu disini diasumsikan maksimal sesuai batas waktu kontrak yaitu 29 minggu.

Tabel 3. Sisa pekerjaan.

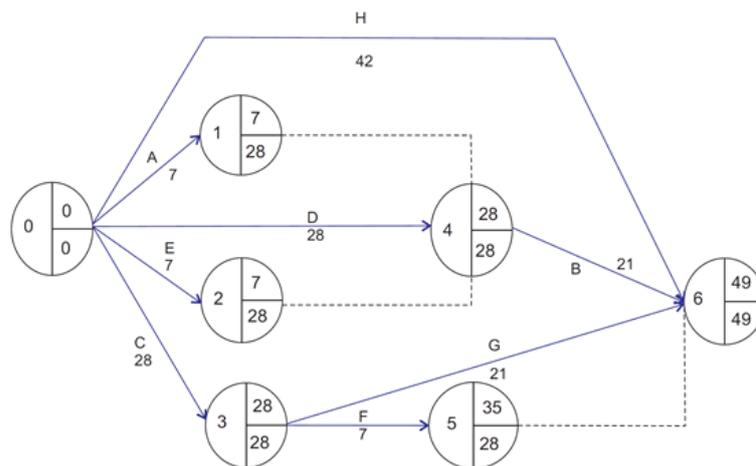
No	Uraian pek	Bobot (%)	Minggu							
			23	24	25	26	27	28	29	
A	Pekerjaan Penutup Lantai	9,07	9,07							
B	Pekerjaan Finishing	7,75					2,59	2,58	2,58	
C	Pekerjaan Elektrikal	13,78	3,45	3,45	3,44	3,44				
D	Pekerjaan Instalasi Air	3,91	0,98	0,98	0,97	0,97				
E	Pekerjaan Sanitasi	2,72	2,72							
F	Pekerjaan Lain-lain	2,87					2,86			
G	Gas Medik	34,78					11,59	11,59	11,59	
H	Lift	23,13	4,20	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19		
	Jumlah	100,00	20,42	8,62	8,60	8,60	21,23	18,36	14,17	
	Jumlah Kumulatif		20,42	29,04	37,64	46,24	67,47	85,83	100,00	

Rancangan penjadwalan ulang sisa pekerjaan dan bentuk *network planning*-nya. Pada CPM ini dibuat 5 lintasan, yaitu

- Pekerjaan penutup lantai
- Pekerjaan sanitasi
- Pekerjaan instalasi air – finishing
- Pekerjaan elektrikal – pekerjaan lain-lain
- Pekerjaan lift

Tabel 4. Tabel jaringan kerja CPM.

Jenis kegiatan	Simbol kegiatan	Kegiatan sebelumnya	Kegiatan sesudahnya	Waktu (hari)
Pek. Penutup lantai	A	-	-	7
Pek. Finishing	B	D	-	21
Pek. Elektrikal	C	-	F,G	28
Pek. Instalasi air	D	-	B	28
Pek. Sanitasi	E	-	-	7
Pek. Lain-lain	F	C	-	7
Gas Medik	G	C	-	21
Lift	H	-	-	42



Gambar 2. Jaringan CPM.

Menentukan jalur kritis dapat dilakukan dengan cara mengetahui nilai EET dan LET dari suatu kegiatan.

- Perhitungan ke depan untuk menghitung EET (*Earlist Event Time*)

$$EET_j = EET_i + D_{ij} \tag{1}$$

- Perhitungan mundur untuk menghitung LET (*Latest Event Time*)

$$LET_i = LET_j - D_{ij} \tag{2}$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai total float masing masing kegiatan pada Tabel 5. Nilai float kegiatan dengan persamaan berikut,

$$TF = LET_j - D_{ij} - EET_i \tag{3}$$

Tabel 5. Nilai float kegiatan.

Kegiatan	LET _j	D _{ij}	EET _i	TF	Keterangan
A	28	7	0	21	Non kritis
B	49	21	28	0	Kritis
C	28	28	0	0	Kritis
D	28	28	0	0	Kritis
E	28	7	0	21	Non kritis
F	49	7	28	14	Non kritis
G	49	21	28	0	Kritis
H	49	42	0	7	Non kritis

Dari perhitungan diatas maka diperoleh kegiatan kritis pada kegiatan kegiatan:

- Finishing
- Elektrikal
- Instalasi air
- Gas medik

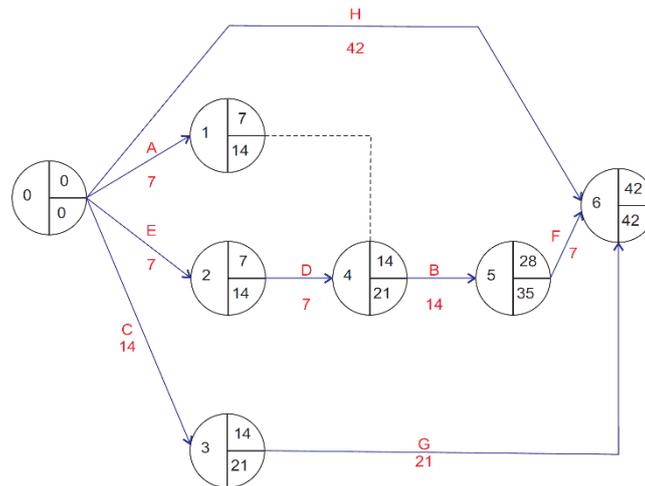
Tabel 6. Pekerjaan dengan percepatan.

NO	Uraian Pekerjaan	Bobot (%)	Minggu							
			23	24	25	26	27	28	29	
A	Pekerjaan Penutup Lantai	9,07	9,07							
B	Pekerjaan Finishing	7,75			3,9	3,85				
C	Pekerjaan Elektrikal	13,78	6,89	6,89						
D	Pekerjaan Instalasi Air	3,91		3,91						
E	Pekerjaan Sanitasi	2,72	2,72							
F	Pekerjaan Lain-lain	2,87					2,86			
G	Gas Medik	34,78			11,59	11,60	11,59			
H	Lift	25,13	4,18	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19		
	Jumlah	100,00	22,86	14,99	19,68	19,64	18,64	4,19		0
	Jumlah Kumulatif		22,86	37,85	57,53	77,17	95,81	100		100

Pekerjaan finishing menyisakan bobot 7,75% dalam perencanaan ini akan dipercepat pelaksanaannya menjadi 14 hari kerja, sedangkan untuk pekerjaan elektrikal menyisakan bobot 13,78% dan direncanakan akan dipercepat menjadi 14 hari. Pekerjaan instalasi air menyisakan 3,91% dan direncanakan akan diselesaikan dalam 7 hari.

Tabel 7. Tabel jaringan kerja CPM dengan percepatan.

No	Uraian Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Sebelumnya	Kegiatan Sesudahnya	EET	LET	Total Float (TF)	Ket
A	Pekerjaan Penutup Lantai	7	-	-	7	21	14	-
B	Pekerjaan Finishing	14	D	F	28	21	7	-
C	Pekerjaan Elektrikal	14	-	G	14	7	7	-
D	Pekerjaan Instalasi Air	7	E	B	14	14	0	Kritis
E	Pekerjaan Sanitasi	7	-	D	7	7	0	Kritis
F	Pekerjaan Lain-lain	7	B	-	42	35	7	-
G	Gas Medik	21	C	-	42	35	7	-
H	Lift	42	-	-	42	42	0	Kritis



Gambar 3. Jaringan CPM dengan Percepatan.

Pada Gambar 3 menunjukan pekerjaan setelah dilakukan *crash* dengan metode CPM didapat jalur kritis baru menjadi 42 hari dari rencana awal 48 hari. Pada penelitian ini dalam melaksanakan percepatan penyelesaian pekerjaan proyek menggunakan cara penambahan jumlah pekerja dan penambahan jam kerja (lembur) menggunakan sistem giliran (*shift*). Penggunaan sistem *shift* ini sangat diperlukan untuk mengatasi adanya ketidak efektifan pelaksanaan pekerjaan karena dibatasi oleh luas proyek.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.KEP. 102/MEN/VI/2004 Tahun 2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 tentang standar upah untuk lembur adalah:

- Waktu lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 jam dalam satu minggu.
- Upah kerja lembur pertama sebesar 1,5 kali upah sejam
- Upah setiap jam kerja lembur berikutnya sebesar 2 kali upah sejam
- Untuk lembur di hari libur atau minggu maka, 7 jam pertama dibayar 2 kali upah sejam, jam ke 8 dibayar 3 kali upah sejam, jam ke 9 sampai 10 dibayar 4 kali upah sejam.

Tabel 8. Perhitungan biaya tenaga kerja waktu normal.

Ket	Jml pekerja	Jml hari	Upah	Jumlah
1. Finishing				
Pekerja	107	18	65.000	125.190.000
Tukang	14	18	70.000	17.640.000
Kep. Tukang	10	18	75.000	13.500.000
Mandor	5	18	85.000	7.650.000
Jumlah				163.980.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	107	3	130.000	41.730.000
Tukang	14	3	140.000	5.880.000
Kep. Tukang	10	3	150.000	4.500.000
Mandor	5	3	170.000	2.550.000
jumlah				54.660.000
Total upah				218.640.000
2. Instalasi air				
Pekerja	21	24	65.000	32.760.000
Tukang	2	24	70.000	3.360.000
Kep. Tukang	1	24	75.000	1.800.000
Mandor	1	24	85.000	2.040.000
Jumlah				39.960.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	21	4	130.000	10.920.000
Tukang	2	4	140.000	1.120.000
Kep. Tukang	1	4	150.000	600.000
Mandor	1	4	170.000	680.000
Jumlah				13.320.000
Total upah				53.280.000

Ket	Jml pekerja	Jml hari	Upah	Jumlah
3. Elektrikal				
Pekerja	30	24	65.000	46.800.000
Tukang	9	24	70.000	15.120.000
Kep. Tukang	1	24	75.000	1.800.000
Mandor	1	24	85.000	2.040.000
Jumlah				65.760.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	30	4	130.000	15.600.000
Tukang	9	4	140.000	5.040.000
Kep. Tukang	1	4	150.000	600.000
Mandor	1	4	170.000	680.000
Jumlah				21.920.000
Total upah				87.680.000

Pada perhitungan biaya upah tenaga kerja dengan metode *crashing* ini dilakukan pada pekerjaan finishing, instalasi air dan elektrikal. Durasi finishing menjadi 14 hari, elektrikal menjadi 14 hari dan sanitasi air menjadi 7 hari.

Tabel 9. Perhitungan biaya tenaga kerja dengan metode *crashing*.

Ket	Jml pekerja	Jml hari	Upah	Jumlah
1. Finishing				
Pekerja	150	12	65.000	117.000.000
Tukang	20	12	70.000	16.800.000
Kep. Tukang	13	12	75.000	11.700.000
Mandor	7	12	85.000	7.140.000
Jumlah				152.640.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	150	2	130.000	39.000.000
Tukang	20	2	140.000	5.600.000
Kep. Tukang	13	2	150.000	3.900.000
Mandor	7	2	170.000	2.380.000
Jumlah				50.880.000
Kerja lembur jam 1				
Pekerja	50	11	13.929	7.660.714
Tukang	7	11	15.000	1.155.000
Kep. Tukang	4	11	16.071	707.143
Mandor	2	11	18.214	400.714
Jumlah				9.923.571
Kerja lembur jam 2				
Pekerja	50	11	18.571	10.214.286
Tukang	7	11	20.000	1.540.000
Kep. Tukang	4	11	21.429	942.857
Mandor	2	11	24.286	534.286
Jumlah				13.231.429
Total upah finishing dengan sistem lembur				226.675.000
2. Finishing tanpa lembur hanya dengan penambahan jumlah pekerja				
Pekerja	160	12	65.000	124.800.000
Tukang	21	12	70.000	17.640.000
Kep. Tukang	14	12	75.000	12.600.000
Mandor	7	12	85.000	7.140.000
Jumlah				162.180.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	160	2	130.000	41.600.000
Tukang	21	2	140.000	5.880.000
Kep. Tukang	14	2	150.000	4.200.000

Ket	Jml pekerja	Jml hari	Upah	Jumlah
Mandor	7	2	170.000	2.380.000
Jumlah				54.060.000
Total upah finishing				216.240.000
3. Instalasi air				
Pekerja	82	6	65.000	31.980.000
Tukang	5	6	70.000	2.100.000
Kep. Tukang	1	6	75.000	450.000
Mandor	1	6	85.000	510.000
Jumlah				35.040.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	82	1	130.000	10.660.000
Tukang	5	1	140.000	700.000
Kep. Tukang	1	1	150.000	150.000
Mandor	1	1	170.000	170.000
Jumlah				11.680.000
Total upah				46.720.000
4. Elektrikal				
Pekerja	59	12	65.000	46.020.000
Tukang	18	12	70.000	15.120.000
Kep. Tukang	1	12	75.000	900.000
Mandor	1	12	85.000	1.020.000
Jumlah				63.060.000
Kerja hari minggu				
Pekerja	59	2	130.000	15.340.000
Tukang	18	2	140.000	5.040.000
Kep. Tukang	1	2	150.000	300.000
Mandor	1	2	170.000	340.000
Jumlah				21.020.000
Total upah				84.080.000

Pada alternatif metode *crashing* dengan penambahan jumlah jam kerja dengan sistem lembur hanya dilakukan pada pekerjaan finishing saja. Ini digunakan untuk perbandingan hasil analisis antara *crash* yang hanya menambah jumlah tenaga kerja dan *crash* yang menambah jumlah pekerja dan jumlah jam kerja (lembur). Dari hasil perhitungan di atas maka dapat dibuat Tabel 9 perbandingan antara waktu dan biaya dengan percepatan dari 29 minggu menjadi 28 minggu.

Tabel 10. Perbandingan biaya normal dan setelah *crash*

Kegiatan	Biaya		
	Durasi normal	Penambahan jumlah tenaga kerja dan lembur	Penambahan tenaga kerja
Pek. Finishing	218.640.000	226.675.000	216.240.000
Pek. Elektrikal	87.680.000	84.080.000	84.080.000
Pek. Instalasi air	53.280.000	46.720.000	46.720.000
Jumlah	359.600.000	359.475.000	347.040.000
Selisih		2.125.000	12.560.000

Dengan dilakukan percepatan waktu pada lintasan kritis maka akan didapatkan efisiensi biaya tenaga kerja sebesar Rp. 2.125.000,- bila dilakukan penambahan jumlah tenaga kerja dan jam kerja lembur. Rp. 12.560.000,- bila dilakukan dengan penambahan jumlah tenaga kerja tanpa lembur. Dari hasil analisis di atas maka penggunaan *crashing* dalam metode CPM dinilai efektif untuk mengatasi kendala di lapangan, yaitu adanya keterlambatan proyek maupun biaya yang membengkak.

4. Kesimpulan

Realisasi pelaksanaan pembangunan gedung ruang bersalin dan pembangunan instalasi bedah sentral RSUD Ambarawa belum sesuai rencana. Ditinjau dari segi waktu mengalami keterlambatan sebesar 1,481%, sedangkan biaya realisasi penggunaan dana sampai minggu 22 sebesar Rp. 9.380.000.000,- dari perencanaan yang hanya menghabiskan biaya Rp.8.927.610.729,- yang berarti pengeluaran lebih besar dari anggaran (*cost over run*).

Setelah dilakukan penjadwalan ulang dan menggunakan percepatan diperoleh waktu optimum 28 minggu dari waktu rencana 29 minggu, didapat efisiensi biaya sebesar Rp.2.125.000,- untuk pekerjaan dipercepat dengan penambahan jam lembur dan kerja *shift*, dan Rp. 12.560.000,- untuk pekerjaan yang dipercepat dengan penambahan jumlah pekerja dan menggunakan kerja *shift* yang didapat pada percepatan pekerjaan *finishing*, sedangkan pada pekerjaan elektrikal dan instalasi air cukup dilakukan percepatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soeharto, I. (1995) *Manajemen Proyek dari Konseptual Hingga Operasional*. Jakarta (ID): Erlangga.
- [2] Dipohusodo, I. (1996). *Manajemen Proyek dan Konstruksi (Edisi Ke-1)*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- [3] Handoko, T. H. (1995). *Management*. Yogyakarta (ID): BPTP Yogyakarta.
- [4] Badri. (1997). *Dasar-Dasar Network Planning*. Jakarta (ID): PT. Rika Cipta.
- [5] Yamit. (2000). *Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Ke-1)*. Yogyakarta (ID): Andi.
- [6] Maharani, L. dan Fajarwati. (2006). Analisis optimasi percepatan durasi proyek dengan metode least cost analysis. *Utilitas*. 14(1):113-130.
- [7] Render, B. dan Heizer, J. (2001) *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta (ID): Salemba Empat.
- [8] Maddeppungeng A, Rindu Twidi B, Fisi Rayigianti. (2013). *Analisis Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Earned Value dan Optimasi Menggunakan Metode CPM*. Jurnal Fondasi, Volume 3 Nomor 1.
- [9] Ervianto. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta (ID): Andi.
- [10] Abrar H. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta (ID): Andi.
- [11] Sofyan Tsauri, Muhammad. (2013). *Analisis Penjadwalan Proyek dan Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM : Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Universitas Pendidikan (UPI) Kampus Serang*. Jurnal Fondasi Volume 3 nomor 1 Jurnal Untirta, 46-60.
- [12] Sharma, N., Gupta, S. B., (2018). Applications of Critical Path Method in Project Management. *International Journal of Management and Economics*, 26, 113-116.