

Analisa Infrastruktur Desa Sukaci-Baros Dengan Metode *Critical Path Method* (CPM)

Ahmad Nalhadi¹ dan Nana Suntana²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
irqi02@gmail.com¹, nanasuntana46@gmail.com²

Abstrak -- CV. ABP sebuah perusahaan kontruksi yang bergerak di bidang pengembangan bangunan infrastruktur bangunan swasta dan pemerintah. Saat ini CV. ABP sedang menangani proyek pembangunan infrastruktur kawasan agropolitan (*Rigit Payement*) Desa Sukaci – Baros. Proyek tersebut mengalami keterlambatan selama 19 hari dari waktu yang di tentukan yaitu 126 hari, sehingga mengalami pembengkakan biaya, karena menejemen perusahaan yang kurang baik menjadi akar permasalahannya. Untuk mengembalikan waktu proyek dibutuhkan penekanan waktu dan biaya dari rencana yang telah ditentukan, maka akan dilakukan evaluasi penjadwalan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan melakukan *Crashing* untuk mencari hasil yang optimal. Dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) didapatkan pekerjaan yang berada dilintasan kritis, diantaranya : Gali Tanah, Pemasangan Boflang, Pemasangan Batu Belah, Perataan Agregat B, Perataan Agregat A, Pekerjaan Rigit Bavement, dan Pembesian, jika dilakukan penekanan waktu dihasilkan waktu yang optimal dari 126 hari menjadi 92 hari. Alternatif yang di ambil yaitu alternatif penambahan jam kerja dengan durasi 92 hari. Setelah dilakukan *crashing*. menggunakan 2 alternatif, penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, didapatkan selisih penambahan jam kerja yaitu Rp 80.128.125 dan penambahan tenaga kerja Rp 55.260.000 dari biaya normal.

Kata kunci: *Crashing*; *Critical Path Method*; dan Manajemen Proyek

Abstract -- CV. ABP a construction company worked in infrastructure building development for private and government. Now CV. ABP is handling infrastructure development project of the acropolitan area (*Right Payment*) Sukaci - Baros Village. This project has been late for 19 days from the dead line 126 days. Therefore the cost is getting higher. It's happened because bad management is the problem source. Restoring the project time need to be focused on the cost and the due date based on the schedule. Scheduling evaluation using *Critical Path Method* (CPM) and *Crashing* to find optimal results using *Critical Path Method* (CPM) can be found the critical paths activity, there are ground digging , bopflang installation, stone installation, agregate B aggregation , aggregate A flatting, rigit bavement work, and refining, when the time suppression obtained optimal time results from 126 days to 92 days. It taken an alternative to the addition of working hours with duration 92 day after the *crashing*. Using two alternatives, additional working hours and the addition of workforce, obtaining the difference of extra hours of work cost Rp 80.128.125 and labourcost increase Rp 55.260 from the regular cost.

Keywords: *Crashing*; *Critical Path Method*; and Project Management

PENDAHULUAN

Saat ini persaingan yang terjadi dalam dunia konstruksi menjadi lebih ketat dan kompetitif apabila dibandingkan dengan persaingan di masa lalu. Keadaan ini menyebabkan terjadinya kompetisi dari segi biaya, waktu, dan kualitas pekerjaan yang ditawarkan oleh perusahaan konstruksi untuk memenangkan hak pekerjaan dari suatu proyek, sehingga memicu terjadinya perang harga dan waktu pekerjaan proyek yang terjadi dalam masa penawaran proyek yang dilakukan oleh

owner.

Demi kelancaran sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga akhir, yakni manajemen proyek. Menurut Aribowo, Fatkhurokman, & Hamid (2016) manajemen proyek merupakan suatu metode yang menawarkan pengelolaan proyek dengan biaya yang minimal, waktu yang tepat dan mutu yang telah ditetapkan dalam perencanaan proyek. Keberhasilan atau kegagalan dari pelaksanaan proyek sering terjadi karena kurang terencananya kegiatan

proyek dan pengendalian yang kurang efektif, menjadikan kegiatan proyek tidak efisien. Hal ini menyebabkan keterlambatan waktu, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan.

CV. ABP merupakan perusahaan kontruksi yang menangani beberapa proyek pembangunan infrastruktur jalan, jembatan, gedung, dan lain-lain. Di dalam melaksanakan proyek tersebut sering mengalami keterlambatan yang tidak sesuai dengan rencana. Penyebab yang paling dominan adalah kurangnya manajemen perusahaan dalam pengendalian pelaksanaan proyek sehingga tidak efektif, dan kegiatan proyek tidak efisien, tidak sesuai dengan jadwal yang ditentukan, sehingga terjadinya penambahan waktu dan biaya. Untuk mengestimasi waktu serta biaya dalam sebuah proyek maka diperlukan penekanan waktu serta biaya. Penekanan waktu dan biaya biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada, serta meminimalkan kendala namun tetap mendapatkan hasil yang optimal.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengerjaan proyek adalah *Critical Path Method* (CPM). CPM adalah analisa jaringan kerja yang bertujuan mengoptimalkan biaya proyek melalui pengurangan atau percepatan durasi penyelesaian proyek (Satria, & Pandey, 2016). Penggunaan CPM diasumsikan jumlah waktu pengerjaan proyek, hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan dalam pengerjaan proyek dianggap diketahui dengan pasti.

Penggunaan metode CPM mampu mempercepat penyelesaian proyek yang mulanya selama 217 hari kalender menjadi 210 hari kalender pada proyek kontruksi jalan (Handayani & Dedy Iskandar, 2015). Penelitian yang dilakukan Munang, Faisal, & Mansur (2016) didapatkan bahwa percepatan pekerjaan proyek dapat menghemat biaya sebesar Rp730.638.742. Priyo & Aulia (2015) menyatakan biaya percepatan durasi proyek (penambahan tenaga kerja atau jam lembur) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda. Biaya mempercepat durasi proyek

Penelitian ini berusaha mengoptimalkan pengerjaan proyek dengan menggunakan CPM karena metode ini mampu mengoptimalkan pengerjaan proyek dari sisi biaya dan keuntungan. Selain itu CPM dapat digunakan sebagai bahan evaluasi ketika pekerjaan berlangsung, sampai dengan ketika terdapat kendala-kendala didalam melaksanakan proyek

tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui pekerjaan yang termasuk kedalam kegiatan lintas kritis, durasi proyek pembangunan Infrastruktur, dan penghematan biaya pengerjaan proyek.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang bergerak dibidang proyek infrastruktur jalan, jembatan, gedung dan lain-lain. Pengumpulan data yang diperlukan berupa pengumpulan data teoritis dan data historis. Data teoritis berupa teori tentang manajemen proyek, Pehitungan EET (*Earliest Event Time*), Perhitungan LET (*Latest Event Time*, dan . Penundaan (*Float*)). Data historis yang diperlukan adalah data variabel, yaitu data kuantitatif *Gantt Chart*, *Network diagram* dan *Schedule*.

Gantt Chart

Gantt Chart merupakan sejenis grafik batang yang digunakan untuk menunjukkan tugas proyek, jadwal dan waktu pelaksanaannya, seperti waktu dimulainya proyek dan batas waktu yang digunakan untuk menyelesaikan proyek. Hardiyanta (2015) menyatakan *Gantt chart* digunakan untuk mengidentifikasi unsur waktu tiap kegiatan, dari awal sampai akhir proyek. Tiap-tiap garis menunjukkan awal kegiatan sampai dengan akhir waktu penyelesaian kegiatan dan serangkaian kegiatan yang ada disuatu proyek

Langkah – langkah dalam membuat *Gantt Chart* serta cara penggunaannya.

1. Mengidentifikasi tugas yang diselesaikan pada proyek
2. Menentukan bagian pekerjaan dari proyek (*Milestone*) dengan *Brainstorming* atau *Flow chart*.
3. Mengidentifikasi waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek.
4. Mengidentifikasi urutan pekerjaan atau tugas yang akan dikerjakan.
5. Menggambarkan Sumbu *Horizontal*
6. Menuliskan bagian pekerjaan
7. Melakukan pemeriksaan kembali

Critical Path Method (CPM)

CPM pada dasarnya adalah merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam arti bahwa CPM akan berakhir pada penentuan waktu. Metode ini mengidentifikasi jalur kritis pada aktifitas yang ditentukan ketergantungan antar aktifitasnya. Aktifitas merupakan tugas spesifik yang mempunyai hasil yang dapat diukur dari durasi pengerjaannya (Rosanti, Setiawan, & Ayuningtyas, 2016) Menurut Husen (2011) Jalur kritis adalah suatu deretan kegiatan

kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian bagi keseluruhan proyek. Dapat diartikan bahwa jalur kritis merupakan rantai kegiatan kritis yang menghubungkan titik dimulainya dan diakhirinya kegiatan dalam anak panah atau dengan singkat dikatakan jalur kritis terdiri dari kegiatan – kegiatan yang kritis.

Penggambaran *Critical Path Method* menggunakan simbol yang dapat berbentuk segi empat atau lingkaran. Simbol-simbol ini dapat digunakan asal disertai legenda yang menjelaskan tentang apa yang dimaksud oleh pembuatnya. Di bawah ini adalah gambar contoh penggambaran CPM untuk satu item pekerjaan.



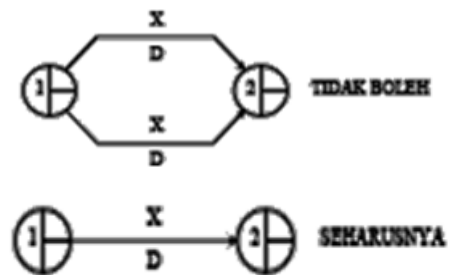
Gambar 1. Diagram CMP untuk satu item pekerjaan

Keterangan :

- Lingkaran disebut juga *node* menunjukkan berawalnya suatu pekerjaan ataupun berakhirnya suatu pekerjaan
- Garis panah (*arrow*) menunjukkan pekerjaan, arah panah ke suatu *node* menunjukkan urutan antar pekerjaan. Jika garisnya tebal berarti lintasan kritis (*critical path*). Jika garisnya putus-putus berarti pekerjaannya semu (*dummy*), secara alogika pekerjaan tersebut ada tetapi dalam kenyataannya tidak ada sehingga durasinya pun nol
- EET_i : (*Earliest Event Time i*) Saat paling awal pekerjaan dimulai
- EET_j : (*Earliest Event Time j*) Saat paling dini pekerjaan berakhir
- LET_i : (*Latest Event Time i*) Saat paling lambat pekerjaan dimulai
- LET_j : (*Latest Event Time j*) Saat paling lambat pekerjaan berakhir
- Durasi : Lama pekerjaan berlangsung
- N : Nomor pengidentifikasian *node*

Dalam penyusunan *Critical Path Method*, simbol-simbol di atas tersebut digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut.

- Setiap kegiatan diwakili oleh satu dan hanya satu anak panah dalam jaringan kerja, atau di antara dua pekerjaan yang sama hanya boleh digambarkan satu anak panah. Lihat gambar di bawah ini :

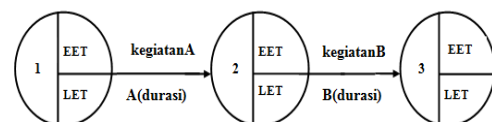


Gambar 2. Aturan Simbol CPM

- Nama suatu kejadian dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor pekerjaan. Setiap lingkaran pekerjaan diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak terdapat lingkaran yang berulang kembali agar tidak terjadi *circularity*.
- Kegiatan harus dimulai dari kejadian yang bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.

1. Perhitungan EET (*Earliest Event Time*)

Untuk menghitung besarnya nilai EET digunakan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*), dimulai dari kegiatan paling awal dan dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya.



Gambar 3. Perhitunagn *Earliest Event Time*

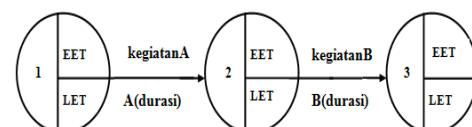
$$EET_2 = EET_1 + \text{durasi A} \quad (1)$$

$$EET_3 = EET_2 + \text{durasi B} \quad (2)$$

Apabila pada perhitungan EET pada suatu kegiatan terdapat hasil lebih dari satu maka dipilih yang paling besar.

2. Perhitungan LET (*Latest Event Time*)

Untuk menghitung besarnya nilai LET digunakan perhitungan kebelakang (*Backward Analysis*), dimulai dari kegiatan paling akhir dan dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan sebelumnya.



Gambar 4. Perhitungan *Latest Event Time*

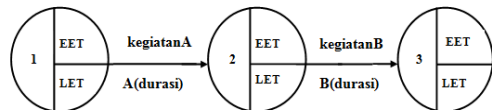
$$LET_2 = LET_1 - \text{durasi A} \quad (3)$$

$$LET_3 = LET_2 - \text{durasi B} \quad (4)$$

Apabila pada perhitungan LET pada suatu kegiatan terdapat hasil lebih dari satu maka dipilih yang paling kecil.

3. Penundaan (Float)

Float (Penundaan) merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan suatu aktivitas yang non kritis.



Gambar 5. Kegiatan Penundaan (Float)

Total Float (TF) merupakan jumlah penundaan maksimum yang dapat diberikan pada suatu kegiatan tanpa menghambat penyelesaian keseluruhan proyek.

$$TF = LET_2 - EET_1 - \text{durasi} \quad (5)$$

$$TF = LET_3 - EET_2 - \text{durasi} \quad (6)$$

Free Float (FF) adalah penundaan yang masih dapat diberikan pada suatu kegiatan

tanpa mengakibatkan penundaan kegiatan-kegiatan berikutnya.

$$FF = EET_2 - EET_1 - \text{durasi} \quad (7)$$

$$FF = EET_3 - EET_2 - \text{durasi} \quad (8)$$

Independent Float (IF) adalah penundaan yang dapat diberikan pada suatu kegiatan tanpa mengakibatkan penundaan kegiatan-kegiatan setelahnya.

$$IF = EET_2 - LET_1 - \text{durasi} \quad (9)$$

$$IF = EET_3 - LET_2 - \text{durasi} \quad (10)$$

PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Keadaan yang dihadapi disini adalah adanya perbedaan umur pelaksanaan proyek dengan umur rencana proyek yang telah ditetapkan. Umur rencana proyek biasanya lebih pendek dari pada umur pelaksanaan proyek. Penekanan waktu yang akan dilakukan adalah mempercepat durasi proyek dengan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan karyawan untuk diambil mana alternatif yang mengeluarkan biaya seminimal mungkin. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya disebut *crashing*. Jadwal kegiatan proyek dapat dilihat pada gambar 1.

JADWAL PELAKSANAAN

KEGIATAN : Peningkatan Prasarana Lingkungan Kawasan Binaan
 PEKERJAAN : Pekerjaan Pembangunan Infrastruktur Dasar Kawasan Agropolitan
 LOKASI : Desa Sukacaci Kec. Baros Kabupaten Serang
 JENIS PEKERJAAN : RIGIT PAVEMENT
 PAGU DANA : Rp698.090.000
 TA : 2015

NO	JENIS PEKERJAAN	SAT	KUANT	BOBOT	Bulan Ke 1				Bulan Ke 2				Bulan Ke 3				Bulan Ke 4				KET.		
					Mgg 1 7 hari	Mgg 2 7 hari	Mgg 3 7 hari	Mgg 4 7 hari	Mgg 1 7 hari	Mgg 2 7 hari	Mgg 3 7 hari	Mgg 4 7 hari	Mgg 1 7 hari	Mgg 2 7 hari	Mgg 3 7 hari	Mgg 4 7 hari	Mgg 1 7 hari	Mgg 2 7 hari	Mgg 3 7 hari	Mgg 4 1 hari			
I PEKERJAAN PERSIAPAN																							
1	Papan Nama Proyek	bh	2,00	0,105	0,105																		
2	Direksi Kit / Sewa gudang	ls	1,00	0,350	0,350																		
3	Dokumentasi dan Pelaporan	ls	1,00	0,263	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015			
4	Uitset dan Penggambaran	ls	1,00	0,263	0,033	0,033	0,033	0,033							0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033			
5	Mobilisasi	ls	1,00	0,350	0,088	0,088													0,088	0,088			
6	Quality Control (QC)	ls	1,00	0,263			0,066			0,066				0,066						0,066			
II PEKERJAAN KONSTRUKSI																							
1	Pek. Lapis Pondasi dengan Agregat B	m ³	14,59	0,593			0,297	0,297															
2	Pek. Lapis Pondasi dengan Agregat A	m ³	25,00	1,191			0,595	0,595															
3	Pek. Rigid Pavement K-300	m ³	364,80	76,984			6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415	6,415			
4	Pembesian	kg	2600,41	5,721			0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477			
III PEKERJAAN TPT																							
1	Galian Tanah	m ³	15,00	0,136	0,136																		
2	Peterjaan Bowplank	m ²	18,00	0,169	0,169																		
3	Timbunan Tanah	m ³	3,75	0,011																0,011			
4	Pasangan Batu Belah 1:4	m ³	101,25	12,900			3,225	3,225	3,225	3,225													
5	Peterjaan Plesteran + Acian	m ²	67,50	0,584			0,292	0,292															
6	Urugan Pasir	m ³	3,75	0,118																0,118			
JUMLAH					100,000																		
BOBOT RENCANA						0,895	3,477	3,272	3,635	4,424	0,914	6,907	6,972	6,907	6,907	6,907	6,972	6,907	6,939	6,939	6,939	7,027	7,080
BOBOT RENCANA KOMULATIF						0,895	4,372	7,645	11,279	15,703	16,617	23,523	30,496	37,402	44,309	51,216	58,188	65,095	72,034	78,974	85,915	92,940	100,000

Gambar 6. Jadwal Kegiatan Proyek Pembangunan Infrastruktur Desa

Dalam jadwal kegiatan proyek pembangunan infrastruktur desa, total waktu yang diperlukan adalah selama 126 yang dimulai dari 8 Juni 2015. Jam kerja normal karyawan proyek 8 jam/hari, dari hari Senin sampai Minggu. Biaya pembangunan sebesar Rp 698.090.00 ditambah biaya untuk karyawan 37 orang. Data biaya karyawan dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini

Tabel 1. Daftar Jumlah dan Upah Karyawan

Divisi	Jumlah Karyawan	Biaya per orang @ Rp 90.000	Biaya Karyawan 126 hari
Papan Nama	1	Rp 90.000	Rp 11.340.000
Sewa Gedung	1	Rp 90.000	Rp 11.340.000
Dokumentasi dan Pelaporan	1	Rp 90.000	Rp 11.340.000
uitsz dan enggambaran	1	Rp 90.000	Rp 11.340.000
Mobilisasi	1	Rp 90.000	Rp 11.340.000
Quality Control	2	Rp 180.000	Rp 22.680.000
Gali tanah	2	Rp 180.000	Rp 22.680.000
Pekerjaan Bowplang	2	Rp 180.000	Rp 22.680.000
Timbun Tanah	3	Rp 270.000	Rp 34.020.000
Pemasangan Batu belah	4	Rp 360.000	Rp 45.360.000
Pelestran + acian	2	Rp 180.000	Rp 22.680.000
Urug Pasir	2	Rp 180.000	Rp 22.680.000
Lapisan Pondasi Agregat B	3	Rp 270.000	Rp 34.020.000
Lapisan Pondasi Agregat A	3	Rp 270.000	Rp 34.020.000
Rigit Pavement K-300	5	Rp 450.000	Rp 56.700.000
Pembesian	4	Rp 360.000	Rp 45.360.000
TOTAL	37		Rp 419.580.000

Jadi, biaya upah karyawan per-hari untuk perbaikan infrastruktur Desa Sukaci – Baros karyawan selama 126 hari yaitu
 = Biaya Perbaikan infrastruktur + Biaya Karyawan
 = Rp 698.090.00 + Rp 419.580.000
 = Rp 1.117.670.000

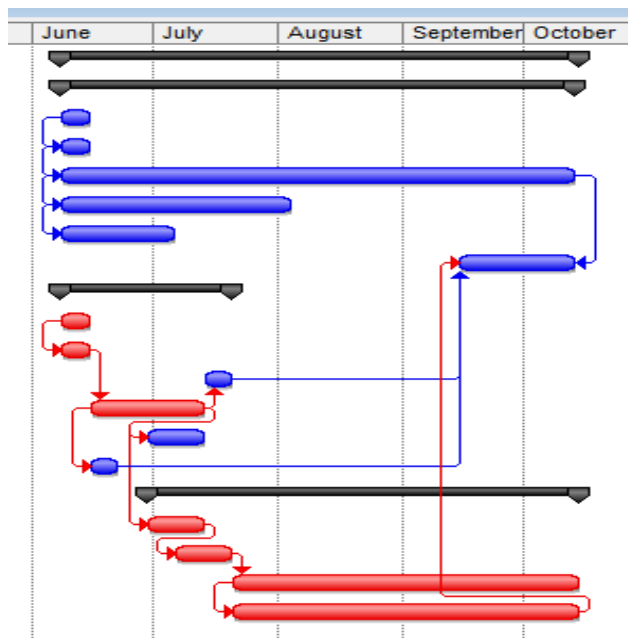
Pada metode ini pengolahan data dengan menentukan jadwal (*schedule*), serta diperoleh berapa lama durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Selain itu diperoleh lintasan kritis yang berarti waktu paling lama untuk mengerjakan kegiatan proyek tersebut. Proyek dapat dikatakan lebih cepat selesainya jika pengerjaannya kurang dari waktu paling lama di lintasan kritis, sebaliknya jika pengerjaan proyek melebihi waktu paling lama di lintasan kritis maka proyek tersebut mengalami keterlambatan.

Data kegiatan pembangunan infrastuktur dapat dilihat pada tabel 2. di samping ini :

Tabel 2. Durasi Kegiatan pembangunan Proyek Infrastruktur

ID	Aktivitas	Durasi (Hari)	Pendahulu
Persiapan			
1	Papan Nama	7	-
2	Sewa Gedung	7	1
3	Dokumentasi	126	2SS
4	uitsz dan enggambaran	56	3SS
5	Mobilisasi	28	4SS
6	Quality Control	28	15FS-7d;12FS-7d;15FS-35d;5FF
TPT			
7	Gali tanah	7	-
8	Pekerjaan Bowplang	7	7SS
9	Timbun Tanah	7	10
10	Pemasangan Batu belah	28	8
11	Pelestran + acian	14	10FS-21Day
12	Urug Pasir	7	7
Infrastruktur			
13	Lapisan Pondasi Agregat B	14	10FS,8day
14	Lapisan Pondasi Agregat A	14	13SS
15	Rigit Pavement K-300	84	14
16	Pembesian	84	15SS

Secara detail kegiatan pembangunan infrastuktur dapat dilihat pada *Gantt chart* pada gambar 7 dan jadwal kegiatan proyek pada gambar 8 di samping ini



Gambar 7. Gantt Chart Durasi 126 Hari

Gambar 8. *Schedule* Durasi 126 Hari

Dari tabel *schedule* dapat diketahui jalur kritis pada kegiatan gali tanah, pemasangan bouflang, pemasangan batu belah, perataan agregat B, perataan agregat A, pekerjaan *rigit bavement*, dan pembesian. Setelah diketahui jalur kritis maka langkah selanjutnya dilakukan *crashing* untuk mengoptimalkan waktu pengerjaan proyek.

Crashing dalam pengoptimalan proyek dilakukan dengan 2 cara yaitu penambahan jam lembur pada hari Senin-Rabu dengan masing-masing berdurasi 2 jam dan penambahan karyawan. Penambahan biaya yang diakibatkan penambahan jam kerja pada hari Senin-Rabu dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Biaya Setelah *Crashing* Untuk Jam Normal Hari Senin – Minggu

Divisi	Jumlah Karyawan	Biaya/org = 90.000/jam	92 hari
Papan Nama	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Sewa Gedung	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Dokumentasi dan Pelaporan	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
uitsz dan enggambaran	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Mobilisasi	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Quality Control	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Gali tanah	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Pekerjaan Bowplang	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Timbun Tanah	3	Rp 270.000	Rp 24.840.000
Pemasangan Batu belah	4	Rp 360.000	Rp 33.120.000
Pelestran + acian	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Urug Pasir	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Lapisan Pondasi Agregat B	3	Rp 270.000	Rp 24.840.000
Lapisan Pondasi Agregat A	3	Rp 270.000	Rp 24.840.000
Rigit Pavement K-300	5	Rp 450.000	Rp 41.400.000
Pembesian	4	Rp 360.000	Rp 33.120.000
TOTAL			Rp 306.360.000

Tabel 4. Biaya Setelah *Crashing* Untuk Jam Lembur Senin – Rabu 2 Jam

Divisi	Jumlah Karyawan	Biaya Normal /org = 11,250/jam jam ke 1 dikali 1,5 dari biaya normal = 16.875	Biaya Normal /org = 11,250/jam jam ke 2 - 2 dikali 2 dari biaya normal = 22.500 jam	39 hari (2 jam)
Papan Nama	1	Rp 16.875	Rp 22.500	Rp 894.375
Sewa Gedung	1	Rp 16.875	Rp 22.500	Rp 894.375
Dokumentasi dan Pelaporan	1	Rp 16.875	Rp 22.500	Rp 894.375
uitsz dan enggambaran	1	Rp 16.875	Rp 22.500	Rp 894.375
Mobilisasi	1	Rp 16.875	Rp 22.500	Rp 894.375
Quality Control	2	Rp 33.750	Rp 45.000	Rp 1.788.750
Gali tanah	2	Rp 33.750	Rp 45.000	Rp 1.788.750
Pekerjaan Bowplang	2	Rp 33.750	Rp 45.000	Rp 1.788.750
Timbun Tanah	3	Rp 50.625	Rp 67.500	Rp 2.683.125
Pemasangan Batu belah	4	Rp 67.500	Rp 90.000	Rp 3.577.500
Pelestran + acian	2	Rp 33.750	Rp 45.000	Rp 1.788.750
Urug Pasir	2	Rp 33.750	Rp 45.000	Rp 1.788.750
Lapisan Pondasi Agregat B	3	Rp 50.625	Rp 67.500	Rp 2.683.125
Lapisan Pondasi Agregat A	3	Rp 50.625	Rp 67.500	Rp 2.683.125
Rigit Pavement K-300	5	Rp 84.375	Rp 112.500	Rp 4.471.875
Pembesian	4	Rp 67.500	Rp 90.000	Rp 3.577.500
TOTAL				Rp 33.091.875

Berdasarkan tabel di atas maka biaya setelah *Crashing* dengan penambahan jam kerja lembur hari Senin- Rabu selama 2 jam yaitu :
= Biaya Pembangunan + Biaya Karyawan
= Rp 698.090.00 + (Rp 306.360.000 + Rp 33.091.875)
= Rp 1.037.541.875

Crashing yang kedua adalah melakukan penambahan tenaga kerja. Penambahan tenaga kerja dilakukan pada jalur kritis yang terjadi seperti pada tabel 5 dan biaya akibat penambahan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 7. Penambahan Tenaga Kerja Pada Kegiatan Lintas Kritis

No	Aktivitas	Jumlah Karyawan Awal	Penambahan Karyawan	Jumlah
10	Gali Tanah	3	-	3
11	Pemas. Bouflang	4	-	4
13	Pemasangan Batu Belah	4	2	6
17	Agregat B	3	1	4
18	Agregat A	3	-	3
19	Pek. Bavement	5	2	7
20	Pembesian	4	2	6

Tabel 8. Biaya Setelah *Crashing* Untuk Penambahan Tenaga Kerja

Divisi	Jumlah Karyawan Awal	Penambahan Karyawan	Durasi Hari	Jumlah Karyawan	Biaya/org = Rp 90.000/Hari	92 HARI
Papan Nama	1	0	7	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Sewa Gedung	1	0	7	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Dokumentasi dan Pelaporan	1	0	72	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
utisz dan enggambaran	1	0	56	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Mobilisasi	1	0	28	1	Rp 90.000	Rp 8.280.000
Quality Control	2	0	28	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Gali tanah	2	0	7	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Pekerjaan Bowplang	2	0	7	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Tambun Tanah	3	0	7	3	Rp 270.000	Rp 24.840.000
Pemasangan Batu belah	4	2	20	6	Rp 540.000	Rp 49.680.000
Pelestran + acian	2	0	14	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Urug Pasir	2	0	7	2	Rp 180.000	Rp 16.560.000
Lapisan Pondasi Agregat B	3	1	12	4	Rp 360.000	Rp 33.120.000
Lapisan Pondasi Agregat A	3	0	14	3	Rp 270.000	Rp 24.840.000
Rigit Pavement K-300	5	2	60	7	Rp 630.000	Rp 57.960.000
Pembesian	4	2	60	6	Rp 540.000	Rp 49.680.000
Total						Rp 364.320.000

Jadi, biaya setelah *Crashing* dengan penambahan tenaga kerja yaitu :

= Biaya Perbaikan infrastruktur + Biaya *Crashing*

Penambahan Karyawan

= Rp 698.090.00 + Rp 364.320.000

= Rp. 1.062.410.000

Dari dua alternatif *crashing* yang dilakukan dapat diperoleh hasil yaitu terjadi percepatan durasi proyek dari 126 hari menjadi 92 hari dengan biaya Rp 1.037.541.875 untuk penambahan lembur dan Rp. 1.062.410.000 untuk penambahan tenaga kerja.

Dari *crashing* yang dilakukan maka diambil keputusan menggunakan penambahan jam lembur dikarenakan biaya yang dikeluarkan lebih sedikit. Tambahan waktu kerja ini mampu menghemat pengerjaan proyek dari 126 hari menjadi 92 hari dengan keuntungan Rp. 80.128.125 dibandingkan dengan pengerjaan rencana awal.

Hasil ini sesuai yang dilakukan oleh Priyo & Aulia (2015) dan Anggraeni & Hartono (2017) yang mendapatkan penambahan waktu lembur lebih efisien dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat (2016) dan Lestari (2016) yang mendapatkan hasil penambahan tenaga kerja lebih murah jika dibandingkan dengan penambahan jam lembur. Perbedaan ini bisa

disebabkan lamanya proyek serta penentuan jumlah jam lembur perhari. Semakin banyak durasi lembur yang ditambahkan maka semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan.

KESIMPULAN

Penggunaan *Critical Path Method* (CPM) dapat diketemukan pekerjaan yang berada dilintasan kritis diantaranya Gali Tanah, Pemasangan Boflang, Pemasangan Batu Belah, Perataan Agregat B, Perataan Agregat A, Pekerjaan *Rigit Bavedment*, dan Pembesian. Penambahan waktu kerja dihari Senin sampai Rabu dengan tiap durasi 2 jam mampu menghemat waktu pengerjaan proyek dari 126 hari menjadi 92 hari. Penambahan jam kerja mendapatkan selisih Rp 80.128.125 dari biaya normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, E. R., & Hartono, W. (2017). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* Dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Grand Kesha, Yogyakarta). *Matriks Teknik Sipil*, 5(2), 605–614.
- Aribowo, D., Fatkhurokhman, M., & Hamid, M. A. (2016). Sistem Perencanaan Ulang dan Pengendalian Produksi Heat Exchanger Menggunakan Metode *Critical Path*. In *SENTIA* (Vol. 8, pp. 1–5). Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Handayani, E., & Dedy Iskandar. (2015). Penerapan Manajemen Waktu Menggunakan *Network Planning* (CPM) pada Proyek Kontruksi Jalan (Studi Kasus Peningkatan Jalan Sp. Berembang-Sp Jambi Kecil). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 15(1), 22–28.
- Hardiyanta, I. D. M. Y. (2015). Optimalisasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Metode *Least Cost Analysis*. *Disertasi*. Universitas Udayana, Bali.
- Hidayat, A. K. (2016). Analisis Biaya dan Waktu Proyek Kontruksi Dengan Penambahan Jam kerja (Lembur) Dibandingkan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* (Studi Kasus: Pekerjaan Pembangunan Hotel Cordela Yogyakarta Lantai 4–Lantai Atap). *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Lestari, D. (2016). Analisis Biaya dan Waktu Proyek Kontruksi Dengan Penambahan Jam kerja (Lembur) Dibandingkan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Siluk-Kretek Sta 0+ 000 sampai STA 6+ 773, 3 Kab. Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Munang, A., Faizal, RM., & Mansur, A. (2016). Evaluasi dan Perencanaan Mitigasi Resiko Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Semarang - Bojonegoro. *Teknoin*, 22(2), 1–10.
- Priyo, M., & Aulia, M. R. (2015). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 18(1), 30–43.
- Rosanti, N., Setiawan, E., & Ayuningtyas, A. (2016). Penggunaan Metode Jalur Kritis Pada Manajemen Proyek (Studi Kasus: PT. Trend Communication International). *Jurnal Teknologi*, 8(1), 1–8.
- Saputra, D. A., Satria, E., & Pandy, G. A. (2016). Optimalisasi Proses Perakitan Pesawat Tanpa Awak Dengan Metode Critical Path Methods (CPM). *Jurnal Oprimasi Sistem Industri*, 15(1), 87–92.