

EVALUASI WAKTU DAN BIAYA INSTALASI DAMPER PADA PROYEK COMBINE CYCLE PLTGU

Muhammad Fikri¹, Sugiyono Madelan²

¹PT Pembangkitan Jawa Bali, Indonesia,
email:mhd90@gmail.com

²Magister Manajemen, Universitas Mercu Buana, Indonesia,
email:Sugiyono.madelan@gmail.com

Abstract. The increasing need for electricity has made the construction of many power plants a lot. To support the program, it is expected that there will be no delay in completing the construction of an additional 650 MW of Gas Power Plant in Muara Tawar. In addition, the damper installation is needed as the initial work that is very influential on other jobs. In the installation of a damper for unit 2.1 there was a delay of installation for 6 days from a predetermined schedule. Evaluation of the delay is done by scheduling the CPM (Critical Path Method) method to determine the critical path and accelerate the project by using the crashing method in addition to working hours. By using the CPM method, it was found that the critical time of the installation work was 272 hours and using the crashing method in addition to working hours which were initially 272 hours to 244 hours, there was a crashing cost of Rp 6,868,300.

Keywords: CPM, critical path, acceleration, crashing, delay, evaluation.

Abstrak. Meningkatnya kebutuhan akan listrik menjadikan banyaknya pembangunan pembangkit listrik. Untuk mendukung program tersebut diharapkan tidak terjadi keterlambatan dalam penyelesaian pembangunan penambahan daya 650 MW pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas yang ada di Muara Tawar. Dalam penambahan daya tersebut dibutuhkan instalasi damper sebagai pekerjaan awal yang sangat berpengaruh pada pekerjaan lainnya. Pada instalasi damper untuk unit 2.1 terjadi keterlambatan instalasi selama 6 hari dari jadwal yang telah ditentukan. Evaluasi terhadap keterlambatan dilakukan dengan melakukan penjadwalan dengan metoda CPM (*Critical Path Method*) untuk menentukan jalur kritis dan melakukan percepatan proyek dengan menggunakan metoda *crashing* pada penambahan jam kerja. Dengan menggunakan metoda CPM didapatkan waktu kritis pekerjaan instalasi selama 272 jam dan menggunakan metoda *crashing* pada penambahan jam kerja yang awalnya 272 jam menjadi 244 jam didapatkan *crashing cost* sebesar Rp 6,868,300.

Kata Kunci: CPM, jalur kritis, percepatan, *crashing*, keterlambatan, evaluasi

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat konsumsi akan tenaga listrik oleh masyarakat menjadikan banyaknya pembangunan pembangkit listrik. Pembangunan pembangkit listrik tersebut disesuaikan dengan perkiraan konsumsi listrik pada buku statistik ketenagalistrikan No. 30 – 2017 yang disusun berdasarkan data ketenagalistrikan hingga akhir 2016 dari beberapa unit di lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan

pemangku kepentingan terkait. Data Ketenagalistrikan berasal dari PT. PLN (Persero) dan Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan).

Pembangunan tersebut diharapkan dapat terlaksana sesuai dengan rencana yang telah dicanangkan oleh pemerintah. Pemerintah telah berkomitmen merealisasikan penyediaan listrik sebesar 35.000 MW dalam jangka waktu lima tahun, mulai dari 2014

sampai dengan 2019. Dalam rangka hal tersebut maka PT PJB sebagai anak perusahaan PT PLN (Persero) mendapat tugas untuk melakukan pembangunan pembangkit listrik. Tugas pertama yang di berikan adalah melakukan penambahan kapasitas pada PLTG 2,3,4 di Muara Tawar yang akan menghasilkan listrik sebesar 650 MW. Pembangunan tersebut dimulai dengan pembangunan pondasi bangunan sampai dengan proses commissioning.

Pembangunan dimulai dengan pembangunan pondasi, instalasi damper, pembangunan HRSG beriringan dengan pembangunan bangunan untuk tempat steam turbin, generator dan trafo. Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian terhadap proses instalasi damper, proses instalasi damper sendiri memiliki target penyelesaian selama 30 hari kerja. Dalam pelaksanaannya pekerjaan instalasi damper mengalami keterlambatan 6 hari dari jadwal yang telah ditentukan sehingga mengakibatkan pekerjaan lain terhambat. Instalasi damper dilakukan secara parallel 2 unit langsung, pada penelitian ini unit penulis melakukan evaluasi pada instalasi damper unit 2.1.

Proyek pelaksanaan instalasi suatu peralatan terkadang memiliki kendala yang sangat berpengaruh terhadap waktu, biaya, dan kualitas. Untuk mencegah dan menganalisa penyebab terjadinya dampak yang besar terhadap pelaksanaan pekerjaan tersebut dibutuhkan manajemen proyek yang baik. Pada thesis ini penulis akan mencoba mengevaluasi terjadinya ketidaksesuai rencana dengan pelaksanaan instalasi damper pada proyek pembangunan penambahan daya 650 MW pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas yang ada di Muara Tawar.

Keterlambatan instalasi pada damper tersebut dapat memberikan pengaruh besar terhadap instalasi peralatan lainnya sehingga akan mengakibatkan meningkatnya biaya yang dikeluarkan dan menurunnya kualitas

pekerjaan. Untuk itu penulis mencoba menganalisa permasalahan yang terjadi pada saat dilakukannya instalasi damper tersebut.

KAJIAN TEORI

Manajemen proyek merupakan pengaplikasian pengetahuan, kemampuan, alat dan teknik dalam aktivitas proyek sesuai dengan permintaan proyek (PMBOK 5th). Manajemen proyek dicapai melalui aplikasi dan integrasi, prosesnya sendiri dibagidalam lima pengelompokan grup yaitu :

1. Memulai
2. Perencanaan
3. Pelaksanaan
4. Pemantauan
5. Penutupan

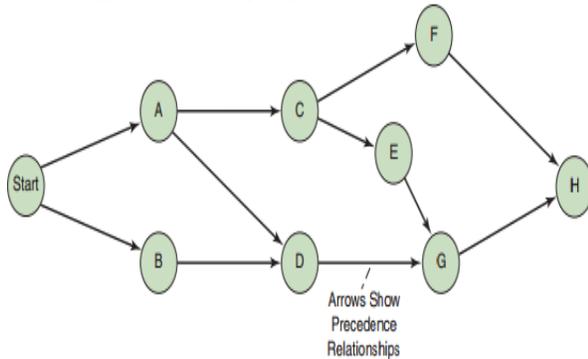
Dalam pelaksanaannya banyak faktor yang mempengaruhi suatu pekerjaan proyek sebagai contoh : jika jadwal pekerjaan diperpendek, sering kali anggaran perlu ditingkatkan untuk menambah sumber daya tambahan untuk menyelesaikan pekerjaan yang sama dalam waktu yang lebih singkat. Jika peningkatan anggaran tidak memungkinkan, ruang lingkup atau kualitas yang ditargetkan dapat dikurangi untuk memberikan hasil akhir proyek dalam waktu yang lebih cepat dengan anggaran yang sama.

Pemilik pekerjaan dapat memilih faktor mana yang akan dilakukan dalam melakukan penyelesaian proyek. Tim proyek harus dapat menilai situasi, menyeimbangkan permintaan dan memelihara komunikasi proaktif dengan pemilik pekerjaan sehingga proyek yang dilaksanakan sesuai dengan yang diinginkan baik itu sesuai dengan waktu, kualitas dan anggaran.

Metoda Jalur Kritis (critical path method - CPM) dikembangkan pada 1950 –an untuk membantu membantu manajer menentukan jadwal, mengawasi, dan mengendalikan proyek yang besar dan rumit. CPM dikenalkan pertama kali, sebagai sebuah alat yang dikembangkan untuk membantu dalam pembangunan dan pemeliharaan pabrik

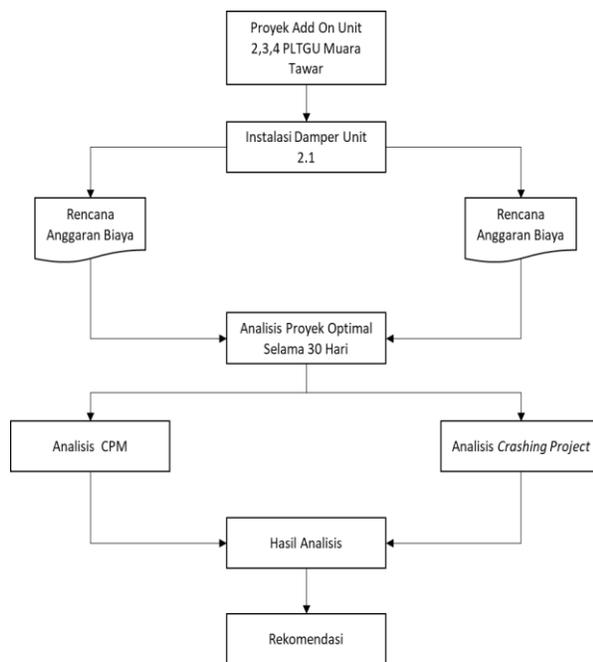
kimia DuPont. CPM memiliki enam langkah dasar sebagai berikut :

1. Menentukan proyek dan menyiapkan struktur perincian kerja
2. Mengembangkan hubungan antar aktivitas
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan setiap aktivitas
7. menentukan jadwal, mengawasi dan mengendalikan proyek.



Gambar 1. Jaringan AON Millwaukee Paper Sumber(Jay heizer dan barry render 2015)

Kerangka Pemikiran



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Pekerjaan

4. Menentukan waktu dan estimasi biaya pada masing – masing aktivitas
5. Menghitung jalur terpanjang melalui jaringan
6. Menggunakan jaringan untuk membantu, merencanakan,

METODE

A. Jenis Penelitian

data penelitian ini adalah penelitian kuantitatif berdasarkan data-data yang bersumber dari kontraktor yang melakukan pekerjaan instalasi pada damper. Namun penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dikarenakan penelitian memberikan penjelasan objektif, mengenai keterlambatan dan biaya yang dikeluarkan. Menurut Sugiyono (2009) menyatakan bahwa Penelitian Deskriptif adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas. Penelitian ini didukung oleh data sekunder berupa: rencana anggaran biaya, jadwal pelaksanaan proyek, gambar rencana proyek, jurnal-jurnal referensi, buku.

B. Definisi Operasional Variabel

Operasional variabel penelitian menurut Sugiyono (2015) adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari obyek atau kegiatan yang memiliki variasi tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Sebuah proyek bukanlah sebuah aktivitas rutin atau aktivitas sehari-hari yang dilakukan oleh organisasi, melainkan aktivitas tidak rutin dengan rentang waktu tertentu yang dapat memberikan dampak pada kelangsungan hidup bisnis organisasi yang bersangkutan dalam jangka panjang. Pada umumnya, sebuah proyek memiliki karakteristik sebagai berikut:

- **Waktu (Timeline)** : Proyek memiliki timeline atau garis waktu yang

pasti dengan titik awal dan titik akhir yang terukur.

- **Sumber Daya (Resource)** : Sebuah proyek memiliki sumber daya modal dan tenaga kerja yang terbatas.
- **Alat (Tools)** : Menggunakan alat-alat (tools) dan teknik khusus digunakan untuk manajemen proyek, contohnya : Gantt Chart.
- **Tim (Team)** : Manajemen Proyek memerlukan tim yang beragam dari berbagai departemen dan fungsi.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian menurut Arikunto (2010) dalam (Noor, 2011). Populasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan semua individu yang terlibat dalam instalasi damper tersebut yaitu owner selaku pemilik proyek, kontraktor sebagai pelaksana dan konsultan sebagai pemberi arahan. Sampel penelitian 2 orang dari sisi owner, 2 orang dari konsultan, dan 2 orang dari kontraktor dengan latar belakang pendidikan elektrik dan mekanikal.

D. Metoda Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan Metode Critical Path Method (CPM). Dannyanti (2011) menyatakan bahwa sistematika proses penyusunan jaringan kerja dengan metode CPM adalah:

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek
- b. Menyusun kembali komponen-komponen menjadi mata rantai
- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dilakukan
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (critical path) pada jaringan kerja dengan urutan yang sesuai logika melalui penguraian lingkup proyek.

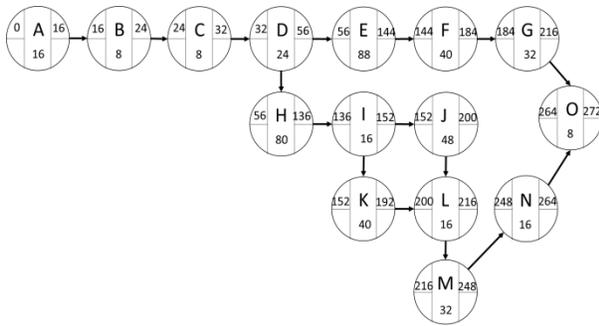
HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan jalur kritis terlebih dahulu dilakukan penyusunan antar kegiatan atau network planning. Menyusun kegiatan berdasarkan ketergantungan suatu pekerjaan dengan pekerjaan lain sehingga berurutan. Urutan pekerjaan tersebut nantinya akan menjadi suatu mata rantai yang saling ketergantungan. Pada tabel dibawah ini dapat dilihat hubungan ketergantungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya.

Tabel 1. Aktivitas Pekerjaan

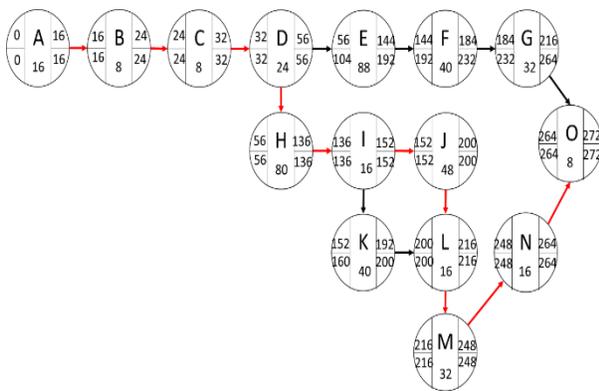
No	Jenis Kegiatan	Waktu Pengerjaan (jam)	Aktivitas	Aktivitas Pendahulu
1	Welding of skid rollers and temporary pulling lug on new diverter	16	A	-
2	Lifting of Diverter Damper on railing. Rolling in of Diverter Damper.	8	B	A
3	Jack up the diverter to install the down body and remove the skid roller. (Incl. alignment btw GT side & D/Damper)	8	C	B
4	Erection of scaffold for installation of loose parts	24	D	C
5	Installation of HPU and piping and supports	88	E	D
6	Fab. & Installation of Seal air fan and ducting	40	F	E
7	Installation of pressure sensing lines of Transmitters	32	G	F
8	Installation and welding of counter flanges including alignment (GT flange to D/Damper flange and Diverter Damper GT Stack)	80	H	D
9	Erection of scaffold inside for liner plates and insulation	16	I	H
10	Installation of Steel Platforms	48	J	I
11	Installation of expansion joints including bolt tightening	40	K	I
12	Installation of Guillotine Damper	16	L	J,K
13	Installation of insulation and Liner Plate	32	M	L
14	Removal of scaffold, house keeping, closing of manhole	16	N	M
15	Jack up the diverter to install the down body and remove the skid roller. (Incl. alignment btw GT side & D/Damper)	8	O	G,N

Kegiatan pendahulu di kegiatan adalah A diakhiri dengan kegiatan O untuk menyelesaikan pekerjaan O, terlebih dahulu harus menyelesaikan kegiatan G dan N. perhitungan secara manual diatas dapat dimasukan kedalam hasil perhitungan tabel atau kedalam sebuah gambar jaringan. Untuk melihat gambar jaringan perhitungan maju atau *Forward pass*



Gambar 3. Jaringan Hitungan Maju

Setelah membuat jaringan hitungan maju, berikut ini dibuat jaringan hitungan mundur untuk waktu normal seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. Jaringan Hitungan Mundur
(Sumber : Data Olahan Dengan Metoda CPM 2019)

Analisa jalur kritis menggunakan dua proses, yaitu proses maju dan proses mundur, notasi ES dan EF ditentukan dalam proses maju sedangkan notasi LS dan LF ditentukan pada proses mundur. Kegiatan dengan slack = 0 disebut sebagai kegiatan kritis dan berada pada jalur kritis yaitu jalur yang terputus melalui jaringan proyek, Perhitungan nilai slack dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. *Slack*

No	Jenis Kegiatan	Waktu Pengerjaan	ES	EF	LS	LF	Slack
1	A	16	0	16	0	16	0
2	B	8	16	24	16	24	0
3	C	8	24	32	24	32	0
4	D	24	32	56	32	56	0
5	E	88	56	144	104	192	48
6	F	40	144	184	192	232	48
7	G	32	184	216	232	264	48
8	H	80	56	136	56	136	0
9	I	16	136	152	136	152	0
10	J	48	152	200	152	200	0
11	K	40	152	192	160	200	8
12	L	16	200	216	200	216	0
13	M	32	216	248	216	248	0
14	N	16	248	264	248	264	0
15	O	8	264	272	264	272	0

(Sumber : Data Olahan Dengan Metoda CPM 2019)

Dari perhitungan *Slack* pada Tabel 4.3 diatas, ditentukan jalur kritis dari pekerjaan instalasi damper dimana waktu kritis pekerjaan dimulai dari kegiatan A-B-C-D-H-I-J-L-M-N-O selama 34 hari. Selanjutnya adalah menghitung durasi pekerjaan dengan metoda *crashing*. Metoda *crashing* ini dilakukan dengan menggunakan menambahkan kerja lembur pada waktu normal sesuai dengan peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 ayat (a) adalah sebagai berikut:

1. Untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah sejam.
2. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 (dua) kali upah sejam. Untuk lama waktu lembur dapat dilihat pada pasal 3 yang berisi:
 1. Waktu kerjalembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) Minggu.
 2. Ketentuan waktu kerja lembur sebagaimana dimaksud dalam ayat 1 (satu) tidak termasuk kerja lembur yang dilakukan pada waktu istirahat mingguan atau hari libur resmi.

Adapun perhitungan penambahan kerja tambah tersebut dilakukan dengan langkah – langkah berikut (pekerjaan A) :

1. Menentukan bobot kerja :
2. Menentukan volume pekerjaan normal :
3. Menentukan volume kerja dalam proses percepatan :
4. Menghitung waktu kerja lembur :
5. Menghitung upah lembur :

Tarif Lembur disesuaikan dengan peraturan kementerian sehingga nilai lembur dibedakan antara jam 1 dengan jam selanjutnya. Perhitungannya sebagai berikut :

✓ Tarif lembur jam ke 1 :

Supervisor = Rp 33,000 x 1.5
= Rp 49,500

Spesial Teknisi = Rp 16,000 x 1.5
= Rp 24,000

Worker = Rp 13,000 x 1.5
= Rp 19,500

Total Tarif (27 pekerja) = (5 x Rp 49,500) + (12 x Rp 24,000) + (10 x Rp 19,500)
= (Rp 247,500 + Rp 288,000 + Rp 195,000)
= Rp 471,300

✓ Tarif lembur jam Berikutnya :

Supervisor = Rp 33,000 x 2
= Rp 66,000

Spesial Teknisi = Rp 16,000 x 2
= Rp 32,000

Worker = Rp 13,000 x 2
= Rp 26,000

Total Tarif (27 pekerja) = (5 x Rp 66,000) + (12 x Rp 32,000) + (10 x Rp 26,000)
= (Rp 330,000 + Rp 384,000 + Rp 260,000) = Rp 974,000

6. Menghitung biaya percepatan :
Setelah melakukan langkah – langkah perhitungan diatas untuk masing – masing pekerjaan maka hasil *crashing* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 3. Biaya *Crashing*

No	Jenis Kegiatan	Waktu Crashing (jam)	Biaya Crashing (Rupiah)
1	Welding of skid rollers and temporary pulling lug on new diverter	12	99,982,668.01
2	Lifting of Diverter Damper on railing. Rolling in of Diverter Damper.	8	48,976,484.01
3	Jack up the diverter to install the down body and remove the skid roller. (Incl. alignment btw GT side & D/Damper)	8	48,976,484.01
4	Erection of scaffold for installation of loose parts	16	150,322,752.02
5	Installation of HPU and piping and supports	88	538,741,324.07
6	Fab. & Installation of Seal air fan and ducting	40	244,882,420.03
7	Installation of pressure sensing lines of Transmitters	32	195,905,936.03
8	Installation and welding of counter flanges including alignment (GT flange to D/Damper flange and Diverter Damper GT Stack)	64	491,210,140.07
9	Erection of scaffold inside for liner plates and insulation	16	97,952,968.01
10	Installation of Steel Platforms	48	293,858,904.04
11	Installation of expansion joints including bolt tightening	40	244,882,420.03
12	Installation of Guillotine Damper	16	97,952,968.01
13	Installation of insulation and Liner Plate	32	195,905,936.03
14	Removal of scaffold, house keeping, closing of manhole	16	97,952,968.01
15	Final Inspection	8	48,976,484.01
Total Biaya			2,896,480,856.40

Dengan melakukan perhitungan manual didapatkan hasil *crashing* pada pekerjaan instalasi damper. Perbandingan antara biaya normal dan biaya crashing tersebut dapat dilihat pada Tabel dibawah ini

Tabel 4 Perbandingan Biaya Normal dengan Biaya Percepatan

Jenis Kegiatan	Biaya Normal (Rupiah)	Biaya Percepatan (Rupiah)
Welding of skid rollers and temporary pulling lug on new diverter	97,952,968.01	99,982,668.01
Lifting of Diverter Damper on railing. Rolling in of Diverter Damper.	48,976,484.01	48,976,484.01
Jack up the diverter to install the down body and remove the skid roller. (Incl. alignment btw GT side & D/Damper)	48,976,484.01	48,976,484.01
Erection of scaffold for installation of loose parts	146,929,452.02	150,322,752.02
Installation of HPU and piping and supports	538,741,324.07	538,741,324.07
Fab. & Installation of Seal air fan and ducting	244,882,420.03	244,882,420.03
Installation of pressure sensing lines of Transmitters	195,905,936.03	195,905,936.03
Installation and welding of counter flanges including alignment (GT flange to D/Damper flange and Diverter Damper GT Stack)	489,764,840.07	491,210,140.07
Erection of scaffold inside for liner plates and insulation	97,952,968.01	97,952,968.01
Installation of Steel Platforms	293,858,904.04	293,858,904.04
Installation of expansion joints including bolt tightening	244,882,420.03	244,882,420.03
Installation of Guillotine Damper	97,952,968.01	97,952,968.01
Installation of insulation and Liner Plate	195,905,936.03	195,905,936.03
Removal of scaffold, house keeping, closing of manhole	97,952,968.01	97,952,968.01
Final Inspection	48,976,484.01	48,976,484.01
Total	2,889,612,556.40	2,896,480,856.40

Dari hasil tabel diatas dapat dilihat peningkatan biaya dari Rp 2,889,612,556 menjadi Rp 2,896,480,856 namun biaya tersebut masih dibawah biaya yang ditagihkan. Sehingga percepatan masih mungkin dilakukan

Hasil Penelitian Menggunakan Software QM

Langkah – langkah penjadwalan proyek dengan menggunakan software QM for windows sebagai berikut :

1. Buka program QM for Windows
2. Klik project management (PERT/CPM) pada sisi kiri layar
3. Pilih single time estimate
4. Kemudian klik kk
5. Masukkan aktivitas dan predecessor seperti pada Tabel 4.6 dibawah ini

Tabel 5 Activity Project

CPM Example								
Activity	Activity time	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6	Predecessor 7
A	16							
B	8	A						
C	8	B						
D	24	C						
E	88	D						
F	40	E						
G	32	F						
H	80	D						
I	16	H						
J	48	I						
K	40	I						
L	16	J	K					
M	32	L						
N	16	M						
O	8	N	G					

Sumber: Data Olahan Program QM, 2019

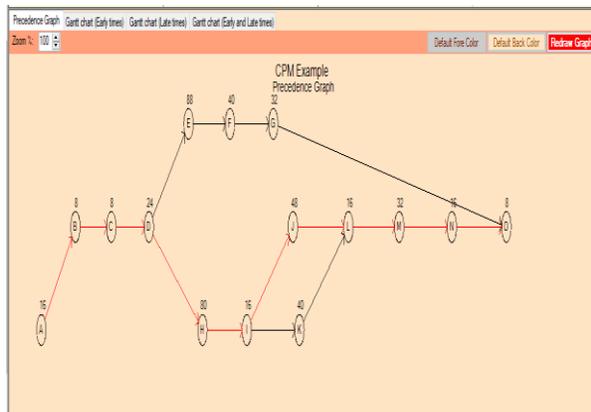
6. Kemudian klik solve, hasil yang akan muncul seperti Tabel 4.7 dibawah ini

Tabel 6. Analisa Aktivitas Pekerjaan Instalasi Damper

CPM Example Solution						
Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	272					
A	16	0	16	0	16	0
B	8	16	24	16	24	0
C	8	24	32	24	32	0
D	24	32	56	32	56	0
E	88	56	144	104	192	48
F	40	144	184	192	232	48
G	32	184	216	232	264	48
H	80	56	136	56	136	0
I	16	136	152	136	152	0
J	48	152	200	152	200	0
K	40	152	192	160	200	8
L	16	200	216	200	216	0
M	32	216	248	216	248	0
N	16	248	264	248	264	0
O	8	264	272	264	272	0

Sumber: Data Olahan Program QM, 2019

Dari hasil dapat dilihat jumlah aktivitas dan aktivitas slack yang terjadi selama proses pekerjaan dilakukan dengan waktu normal pekerjaan adalah 272 jam. Kemudian pada hasil yang sama dapat dilihat jalur kritis dari node yang dibentuk pada gambar dibawah ini.



Gambar 5 Jalur Kritis

Sumber: Data Olahan Program QM, 2019

Jalur kritis yang dihasilkan yaitu A-B-C-D-H-I-J-L-M-N-O dengan lama dengan lama pekerjaan 272 jam. Setelah mendapatkan jalur terpanjang pekerjaan selanjutnya dilakukan pengecekan biaya menggunakan metoda crashing. Adapun langkah – langkah untuk melakukan pengecekan dengan metoda crashing sebagai berikut :

1. Klik project management (CPM/PERT)
2. Pilih crashing, kemudian klik ok
3. Setelah itu mulai input data crashing yang dilakukan, data input dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 7. *Crashing Analysis* Pada Pekerjaan Instalasi Damper

Activity	Normal time	Crash time	Normal Cost	Crash Cost	Predecessor: 1	Predecessor: 2	Predecessor: 3	Predecessor: 4	Predecessor: 5	Predecessor: 6	Predecessor: 7
A	16	12	9740000	11769700							
B	8	8	4870000	4870000	A						
C	8	8	4870000	4870000	B						
D	24	16	14610000	18003300	C						
E	88	88	53570000	53570000	D						
F	40	40	24350000	24350000	E						
G	32	32	19480000	19480000	F						
H	80	64	48700000	50145300	D						
I	16	16	9740000	9740000	H						
J	48	48	29220000	29220000	I						
K	40	40	24350000	24350000	I						
L	16	16	9740000	9740000	J	K					
M	32	32	19480000	19480000	L						
N	16	16	9740000	9740000	M						
O	8	8	4870000	4870000	N	G					

Sumber: Data Olahan Program QM, 2019

Pada tabel diatas data – data yang perlu diinputkan mulai dari normal time, crash time, normal cost dan crash cost setelah melakukan inputan data, analisa dapat dilakukan meng – klik solve.

4. Setelah solve maka akan muncul nilai crashing cost seperti pada Tabel dibawah ini.

Tabel 8. *Crashing Cost* Pekerjaan Instalasi Damper

Activity	Normal time	Crash time	Normal Cost	Crash Cost	Crash cost/pd	Crash by	Crashing cost
Project	272	244					
A	16	12	\$9740000	\$11769700	\$507425	4	\$2029700
B	8	8	\$4870000	\$4870000	\$0	0	\$0
C	8	8	\$4870000	\$4870000	\$0	0	\$0
D	24	16	\$14610000	\$18003300	\$424162.5	8	\$3393300
E	88	88	\$53570000	\$53570000	\$91745	0	\$0
F	40	40	\$24350000	\$24350000	\$361325	0	\$0
G	32	32	\$19480000	\$19480000	\$0	0	\$0
H	80	64	\$48700000	\$50145300	\$90331.25	16	\$1445300
I	16	16	\$9740000	\$9740000	\$0	0	\$0
J	48	48	\$29220000	\$29220000	\$169141.7	0	\$0
K	40	40	\$24350000	\$24350000	\$500000	0	\$0
L	16	16	\$9740000	\$9740000	\$0	0	\$0
M	32	32	\$19480000	\$19480000	\$0	0	\$0
N	16	16	\$9740000	\$9740000	\$0	0	\$0
O	8	8	\$4870000	\$4870000	\$0	0	\$0

Sumber: Data Olahan Program QM, 2019

Pada Tabel diatas crashing cost didapat pada pekerjaan A, D, H yang memiliki total crashing cost sebesar Rp 6,868,300 dengan total lembur 28 jam kerja.

Pembahasan.

Penjadwalan Ulang Proyek

Analisa penjadwalan dilakukan dengan menggunakan metoda CPM (*Critical Path Method*) untuk mendapatkan jalur kritis atau jalur terpanjang dalam pekerjaan tersebut. Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan metoda CPM pada pekerjaan instalasi damper didapat waktu normal pekerjaan dengan jalur kritis ABCDHIJLMNO selama 272 jam atau 34 hari kerja. Hasil penjadwalan ini ulang ini dapat dilihat dengan node pada Gambar 4.3.

Percepatan Proyek

Dalam pekerjaan instalasi damper dilakukan beberapa percepatan. Percepatan dilakukan pada kegiatan ADH, dimana kegiatan A yang awalnya dikerjakan dalam waktu 16 jam menjadi 12 jam, kegiatan D yang awalnya dikerjakan dalam waktu 24 jam

menjadi 16 jam, dan kegiatan H yang awalnya 80 jam menjadi 64 jam. Percepatan dilakukan dengan melakukan penambahan jam kerja karyawan. Perubahan waktu pekerjaan mengakibatkan perubahan waktu normal pekerjaan yang semula 272 jam menjadi 244 jam. Dari perubahan waktu tersebut efisiensi waktu sebesar 10 %.

Dalam melakukan percepatan secara manual dibandingkan dengan menggunakan software QM for windows didapatkan hasil 2,889,612,556 dengan lama pekerjaan 272 jam. Untuk nilai crashing time dan crash cost dengan penambahan jam kerja (lembur) adalah selama 244 hari dengan biaya total 2,896,480,856. Dengan crash cost sebesar Rp 6,868,300.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis percepatan dengan menambah jam kerja (lembur) instalasi damper pada Proyek Combine Cycle PLTGU didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. durasi waktu optimal instalasi damper pada Proyek Combine Cycle PLTGU Pada Gambar 4.3 diketahui jalur kritis dari pekerjaan tersebut adalah ABCDEHIJLMNO YANG merupakan jalur kritis dengan waktu terpanjang selama 272 jam.
2. Total biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur) 24 jam didapat penambahan biaya pekerjaan normal dari Rp 2,889,612,556 dengan lama pekerjaan 272 jam kemudian menjadi 244 jam dengan biaya 2,896,480,856 atau naik 0,9% dari biaya pekerjaan normal. Hasil analisis di atas, kemudian dibandingkan dengan analisis menggunakan software QM for Windows. Hasilnya menunjukkan angka yang sama, waktu optimal instalasi dengan waktu dan biaya normal selama 272 jam dengan biaya total Rp. Rp 2,889,612,556.

Sedangkan waktu optimal instalasi dengan *crashing time* dan *crash cost* menggunakan proses penambahan jam kerja (lembur) adalah selama 244 jam dengan biaya total Rp. 2,896,480,856. Dengan penambahan biaya instalasi sebesar Rp. 6.868.300.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, makas dapat disarankan sebagai berikut :

1. Melakukan pendekatan lebih terhadap kontraktor sehingga bisa mendapatkan data actual dari pekerjaan. Kemudian melakukan pengawasan lebih terhadap pekerjaan instalasi sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan
2. Bagi peneliti selanjutnya untuk percepatan durasi proyek dapat menjadi referensi memaksimalkan penagihan yang dilakukan kontraktor sehingga jika terjadi keterlambatan pada proyek, peneliti dapat melakukan pemaksimalan percepatan dengan total biaya yang telah ditagihkan oleh kontraktor.

DAFTAR RUJUKAN

- Adate, Amit., Arpan Goel dan Sundaramali, G. (2017). "Analysis Of Project Planning Using CPM And PERT" *International Journal of Computer Science and Mobile Computing* vol. 6: pg. 24-25.
- Adi, Restu Rama Bayu, Devinta Elga dan M. Agung Wibowo. (2016). "Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland". *Jurnal Tekni Industri*, Vol. 5, No 2: pp 148-158.
- Amer, A. M. Boushaala. (2013) "An Approach for Project Scheduling Using PERT/CPM and Petri Nets (PNs) Tools" *International Journal of*

- Modern Engineering Research*, vol 3 issue 5 : pp. 3200-3206.
- Anggraini, Elisabeth Riska, Widi hartono dan Sugiyarto. (2017). "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift kerja". *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 5, No 2.
- Ezekiel R, M. Iwawo, Pingkan A dan K. Pratisis. (2016). "Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland". *Jurnal Tekni Industri*, Vol. 4, No 9.
- Georges, Najib, Nabil Semmaan dan Joe Rizk (2014). "Crash: An Automated Tool For Schedule Crashing". *International Journal of Science, Environment, and Technology*, Vol. 3, No 2: pp 374-394.
- Jung, Shuh, NyI-Heng Lin, Yu-Cheng Lin dan Lung Chuang (2013). "Simplified Cpm/Lob Methodology For Construction Scheduling Management". *Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers*.
- Kinasih, Arum Putri. (2018). "Evaluasi Waktu Dan Biaya Dengan Metoda *Crashing* Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Uii ". Tesis. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Lesmana, Muh. Fikri, Dewi Taurusyanti. (2015). "Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode Pert Dan Cpm Pada PT Buana Masa Metalindo". *Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi* vol 1, no 1.
- Mahmoudia, Amin dan Mohammad Reza Feylizadeh. (2017). "A mathematical model for crashing projects by considering time, cost, quality and risk". *Journal of Project Management* 2: pp 27-36.
- Mazlum, Mete dan Ali Fuat Guneri. (2015). "CPM, PERT and Project Management With Fuzzy Logic Technique and Implementation On A Business". *Procedia – Social And Behavioral Science* 210: pp 348-357.
- Ningrum, Fika Giri Aspia, Widi hartono dan Sugiyarto. (2017). "Penerapan Metode *Crashing* Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur Dan *Shift* Kerja". *Jurnal Teknik Sipil*: pp 583-591.
- Okmen, O and A Oztas (2014). "A CPM - based scheduling method for construction projects with fuzzy sets and fuzzy operations". *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, Vol. 56, No 2: ISSN 1021-2019.
- Pratama, Krisna Aji. (2016). "Analisis Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Pada PT Telkom Property Ditinjau Dari Faktor Owner, Faktor Kontraktor, dan Faktor Eksternal". Tesis. Universitas Mercubuana. Jakarta.
- Priyo, Mandiyo dan Talitha Zhafira. (2017). "Penerapan Metode "*Earn Value*" Dan "*Project Crashing*" Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Pembangunan Gedung IGD RSUD Sunan Kalijaga, Demak". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Vol. 20, No 1: pp 29-50.
- Ruhendi, Tatang. (2016). "Analisis penerapan metoda Critical Chain Project Management Guna Mengatasi keterlambatan Proyek". Tesis. Universitas Mercubuana. Jakarta.
- Susanty, Aries. Adi Luhung Pekerti, dan Diana Puspitasari. (2016). "Analisis Kinerja Proyek Pembangunan Rumah Sakit Banyumanik II Dengan Menggunakan Earned Value Analysis (EVA) dan Project Evaluation Review Technique

- (PERT)".Jurnal Teknik Industri, vol. 11, no 2: pp 61-72.
- Suherman dan Ade Aulia. (2016). "Pengendalian Waktu Proyek dengan Menggunakan Metode *Critical Chain Project Management* (CCPM)".Jurnal Tekni Industri, Vol. 2, No 2: pp 101-113.
- Tarman. (2017). "Strategi Penjadwalan Ulang Proyek Peninggian dan Penggantian Atap Pabrik NPK Granular I Dengan Metoda CPM Di PT. Pupuk Kujang Cikampek".Tesis. Universitas Mercubuana. Jakarta.
- Vineze, Nandor, Zsolt Ercsey, Tamas Kovacs and Zoltan Kovacs (2016). "Process Network Solution of Extended CPM Problems with Alternatives". Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 13, No 3: pp 101-117
- Vyas, Ruchita Shrimali (2013). "Scheduling Project Management Using Crashing CPM Network to get Project completed on Time". International Journal of Engineering Research & Technology, Vol. 2, Issue 2: ISSN 2278