

ANALISIS PENJADWALAN PEMBUATAN HEAT EXCHANGER MENGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD

Ahmad Habibi, Supriyadi Supriyadi, Tri Joko Wibowo

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Email: habibi@daekyung.co.id ; supriyadi@gmail.com; rb.bowo@gmail.com

Abstrak –Permasalahan yang sering terjadi pada perusahaan pabrikan adalah perusahaan kadang mengalami keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Salah satu faktor yang menyebabkan keterlambatan adalah perusahaan masih melakukan secara acak kegiatan-kegiatan mana saja yang didahulukan proses pengerjaannya. Dengan adanya masalah tersebut, menyebabkan kerugian yang tidak sedikit baik bagi pelaksana maupun pemilik proyek. Hal ini juga akan berdampak buruk bagi perusahaan, diantaranya memperburuk citra perusahaan yang terkesan tidak mampu menyelesaikan proyek sesuai kontrak yang telah disepakati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan mana saja pada lintasan kritis untuk kondisi awal dan percepatan, mengetahui perbedaan waktu pengerjaan dari mulai kondisi awal dan pada kondisi percepatan, mengetahui perbedaan waktu pengerjaan dari mulai kondisi awal dan pada kondisi percepatan, dan mengetahui keuntungan biaya proyek yang terjadi antara kondisi awal dengan kondisi setelah percepatan. Penelitian ini menggunakan metode Critical Path Method untuk mengetahui penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik/pasti dan menentukan kegiatan mana saja yang dianggap jalur kritis dengan durasi pengerjaan proyek ini selama 192 hari kerja. Berdasarkan hasil penelitian aktivitas kritis pada kondisi awal dengan waktu 192 hari. Sementara untuk kondisi percepatan, waktu penyelesaian selama 182 hari dengan 2 lintasan kritis yang mencakup 17 aktivitas produksi yang semua aktivitasnya masuk ke lintasan kritis. Durasi optimal proyek adalah 182 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp.900.000.000 pada alternatif menambahkan jam kerja lembur.

Kata kunci: Critical Path Method; Penjadwalan; Perencanaan

Abstract --The problem that often occurs in manufacturing companies is that companies sometimes experience delays in project completion. One of the factors that caused delays was that the company still randomly carried out any activities that took precedence over the process. With these problems, causing losses that are not good for both the implementer and the project owner. This will also have a negative impact on the company, including worsening the image of companies that seem unable to complete the project according to the agreed contract. This study aims to determine which activities in the critical path for initial conditions and acceleration, to know the difference in processing time from the initial conditions and the acceleration conditions, to know the difference in processing time from the initial conditions and the acceleration conditions, and to know the benefits of project costs which occurs between initial conditions and conditions after acceleration. This study uses the Critical Path Method to determine the determination of the schedule and the estimated time is deterministic / definite and determine which activities are considered critical paths with the duration of this project for 192 working days. Based on the results of research critical activities in the initial conditions with 192 days. While for acceleration conditions, the completion time is 182 days with 2 critical trajectories which includes 17 production activities which all activities enter critical crossings. The optimal duration of the project is 182 days with a total project cost of Rp.900,000,000 on the alternative to adding overtime hours.

Keywords: Critical Path Method; Planning; Scheduling

PENDAHULUAN

Proyek merupakan kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan bertujuan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digariskan dengan jelas

(Santoso, 1997). Kegiatan proyek dalam proses mencapai hasil akhirnya dibatasi oleh waktu dan biaya. Proyek sifatnya dinamis, tidak rutin, multi kegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, serta memiliki siklus yang pendek, aktivitasnya ditentukan dengan jelas kapan dimulai dan kapan

berakhir, serta adanya pembatasan dana untuk menjalankan aktivitas proyek tersebut.

Penjadwalan disusun untuk menjadi acuan dalam penyelenggaraan proyek sekaligus sebagai landasan pengawasan pelaksanaan proyek yang bersangkutan. Penjadwalan menetapkan waktu dan urutan dari bermacam-macam tahapan, keterkaitan satu aktivitas dengan aktivitas lain. Secara umum teknik dalam penjadwalan proyek dapat dikelompokkan ke dalam dua metode, yaitu bagan balok / *Gantt chart* dan perencanaan jaringan kerja / *network planning*.

Metode *Gantt chart* merupakan metode yang relatif sederhana, mudah dimengerti, mudah pembuatannya, dan mudah untuk digunakan dalam memantau perkembangan proyek. Namun, metode *Gantt chart* memiliki beberapa kelemahan, antara lain tidak dapat menunjukkan kegiatan apa saja yang merupakan kegiatan kritis dan tidak secara langsung dapat menunjukkan hubungan antar kegiatan, sehingga apabila suatu kegiatan mengalami penundaan maka akan sulit untuk mengetahui kegiatan berikut apa yang akan terpengaruh, dan bagaimana dampaknya terhadap waktu selesainya proyek (Kelana, 2010).

Metode *network planning* merupakan salah satu teknik manajemen yang dapat digunakan untuk membantu manajemen dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Jaringan kerja merupakan hubungan ketergantungan bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram jaringan (Sugiyarto, Qomariyah, & Hamzah, 2013). Salah satu teknik yang digunakan dalam *network planning*, yaitu metode lintasan kritis / *Critical Path Method* (CPM). CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik/pasti (Briliawan & Wijaya, 2015; Soeharto, 1995). Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian, jika waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa kegiatan tertentu dapat dipintas untuk dapat menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit.

Sebuah perusahaan pabrikasi di daerah Cilegon, Banten mengalami 5%-8% keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Keterlambatan ini dikarenakan dari sekian banyak kegiatan-kegiatan, perusahaan masih melakukan secara acak kegiatan-kegiatan mana saja yang didahulukan proses pengerjaannya. Dengan adanya masalah tersebut, menyebabkan kerugian yang tidak sedikit baik bagi pelaksana maupun pemilik proyek. Hal ini juga akan

berdampak buruk bagi perusahaan, diantaranya memperburuk citra perusahaan yang terkesan tidak mampu menyelesaikan proyek sesuai kontrak yang telah disepakati. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan, penjadwalan, dan pengawasan yang matang dan baik, sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu yang efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan mana saja pada lintasan kritis untuk kondisi awal dan percepatan, mengetahui perbedaan waktu pengerjaan dari mulai kondisi awal dan pada kondisi percepatan, mengetahui perbedaan waktu pengerjaan dari mulai kondisi awal dan pada kondisi percepatan, dan mengetahui keuntungan biaya proyek yang terjadi antara kondisi awal dengan kondisi setelah percepatan. Hasil penelitian diharapkan menjadi rekomendasi perusahaan dalam mengatur kegiatan proyek sehingga tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek.

METODE PENELITIAN

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu memahami permasalahan yang terjadi dengan melakukan peninjauan langsung untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang dijadikan objek penelitian. Setelah itu mengumpulkan informasi tentang perusahaanyaitu proses perakitan panel listrik, jumlah karyawan yang terlibat, dan harga-harga material atau bahan baku. Setelah data-data didapatkan kemudian mengolah dan menghitung data – data seperti perhitungan pada saat kondisi awal, dimana pada kondisi awal ini proyek pembuatan Heat Exchanger dilaksanakan dengan waktu penyelesaian selama 192 hari kalender.

Setelah dilakukan perhitungan dan pengolahan pada kondisi awal kemudian melakukan pembuatan *Network Diagram* pada saat kondisi awal dimana berfungsi untuk mengetahui jaringan yang menunjukkan sifat kritis pada proses pembuatan Heat Exchanger untuk kondisi awal, kemudian dari hasil *Network Diagram* yang telah dibuat sehingga mendapatkan nilai jalur kritis maka untuk proses berikutnya yang akan dikerjakan ialah pembuatan *scheduling* atau bagan *gant chart* yang dimana aktifitas kegiatan bisa diketahui dari proses mulai hingga selesai dari setiap pekerjaan yang ada. Perhitungan jalur kritis ialah dimana dalam perhitungan tersebut sangat berhubungan dengan *network diagram* yang sebelumnya dikerjakan sehingga mendapatkan hasil nilai jalur kritis yang diperolehnya. Pada perhitungan jalur kritis ini menggunakan perhitungan maju dan mundur yang akan diketahui dari jalur kritis dan

kegiatan – kegiatan dengan total *float* sama dengan nol, dan juga akan diketahui kegiatan–kegiatan yang boleh ditunda dimana besarnya penundaan dapat dilihat pada nilai total *float*.setelah melakukan perhitungan total *float* maka akan didapat jalur kritis yang akan diketahui

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah uraian kegiatan proses pembuatan Heat Exchanger (tabel 1), bahan baku material dan biaya tenaga kerja karyawan serta alokasi tenaga kerja per-aktifitas atau kegiatan.

Tabel 1. Uraian kegiatan dan Durasi Kegiatan

No.	Simbol	Jenis Kegiatan	Durasi Pendahulu	Waktu (Hari)
<i>Pekerjaan Engineering</i>				
1	A	Pekerjaan Persiapan <i>Work Order</i>	-	7
2	B	<i>Strength Calculation & Drawing</i>	A	28
<i>Pekerjaan Procurment</i>				
3	C	Pembelian Material	B	56
<i>Pekerjaan Material Inspection</i>				
4	D	Inspeksi kedatangan material	C	7
<i>Pekerjaan Fabrication Shell Side</i>				
5	E	<i>Marking, Cutting & Bending Plate</i>	D	21
6	F	<i>Fit up dan join welding long seam, circum & Girth flange</i>	E	14
7	G	<i>Nozzle Marking & Opening</i>	F	14
8	H	<i>Install fit up, welding Nozzle to shell</i>	G	10
9	I	<i>PWHT & Hydrotest, UT, PT</i>	H	14
<i>Pekerjaan Fabrication Channel Side</i>				
10	J	<i>Marking, Cutting & Bending Plate</i>	D	21
11	K	<i>Fit up dan join welding long seam, circum & Girth flange</i>	J	14
12	L	<i>Nozzle marking & Opening</i>	K	14
13	M	<i>Perakitan Tube Bundle</i>	L	10
14	N	<i>Install Tube Bundle ke Channel side</i>	M	10
15	O	<i>PWHT & Hydrotest, UT, PT</i>	N	14
<i>Proses Pekerjaan Finishing</i>				
16	P	<i>Assembly channel side dan shell side</i>	(I,O)	7
17	Q	<i>Painting & Packing</i>	P	4

Biaya proyek adalah jumlah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mendapatkan sumber-sumber guna menyelesaikan seluruh kegiatan pada proyek. Biaya proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tak langsung. Biaya langsung didapat dari penjumlahan biaya bahan langsung dan biaya tenaga kerja tak langsung. Dalam kegiatan ini biaya bahan baku yang dibutuhkan sebesar Rp 610,850,000,-. Sedangkan yang termasuk dalam biaya tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang

langsung berhubungan dengan kegiatan atau langsung bekerja di lapangan dan menyajikan daftar upah tenaga kerja perhari untuk jam normal.

Upah lembur dihitung tiap hari kerja yang disesuaikan dengan jabatan pekerjaan masing-masing pekerja. Pekerjaan lembur dapat diadakan suatu waktu apabila memang diperlukan, seperti untuk mengejar waktu penyelesaian proyek apabila terjadi kemunduran. Jam lembur dilakukan 4 jam setiap harinya

setelah jam bekerja normal .

Tabel 2. Upah Lembur perhari

No.	Jabatan Pekerjaan	Satuan Kerja	Harga Satuan
1	Manager	All In	-
2	Supervisor	All In	-
3	As. Supervisor	All In	-
4	Eng. Calculation	Hari	Rp. 135,000
5	Eng.PIC	Hari	Rp. 135,000
6	Eng. Drafter	Hari	Rp. 135,000
7	Eng. Procedure	Hari	Rp. 135,000
8	Project Manag.	Hari	Rp. 135,000
9	PIC Production	Hari	Rp. 135,000
10	PIC QC	Hari	Rp. 135,000
11	Welder 1	Hari	Rp. 135,000
12	Welder 2	Hari	Rp. 135,000
13	Helper 1	Hari	Rp. 135,000
14	Helper 2	Hari	Rp. 135,000
15	Helper 3	Hari	Rp. 135,000
16	Operator 1	Hari	Rp. 135,000
17	Operator 2	Hari	Rp. 135,000
18	Operator 3	Hari	Rp. 135,000
19	Operator 4	Hari	Rp. 135,000
20	Assembly 1	Hari	Rp. 135,000
21	Assembly 2	Hari	Rp. 135,000
22	Assembly 3	Hari	Rp. 135,000
23	Assembly 4	Hari	Rp. 135,000
24	Assembly 5	Hari	Rp. 135,000
25	Assembly 6	Hari	Rp. 135,000

Di asumsikan untuk upah tenaga pada jenis pekerjaan *manager & supervisor* dalam hitungan 1 bulan sekali dalam pembayaran beda halnya dengan jenis pekerjaan untuk lainnya untuk upah tenaga kerja dilakukan pembayaran dalam hitungan per-hari (tabel 2).. Untuk pembagian gaji dilakukan setiap akhir bulan yaitu pada ahir bulan. Dalam sehari ada 8 jam kerja

normal, yaitu 08.00-12.00 WIB, jam 13.00-17.00 WIB dan 1 jam istirahat.

Apabila diadakan kerja lembur sehari maksimal 4 jam, yaitu mulai jam 17.00-21.00 WIB. Dalam 1 minggu ada 5 hari kerja, hari sabtu dan minggu libur, apabila ada karyawan yang masuk dalam hari tersebut maka dinyatakan lembur, kecuali karyawan yang *all-in*.

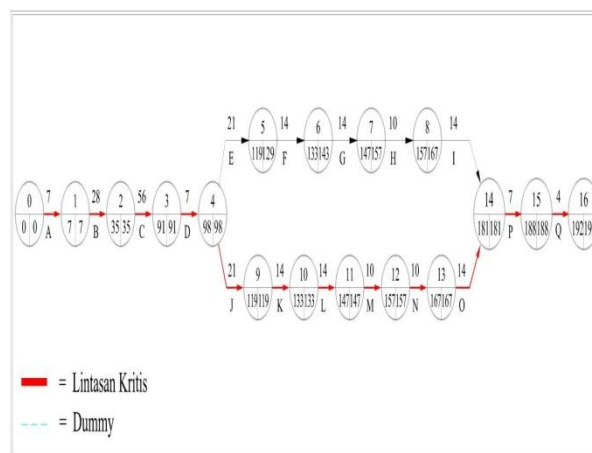
Adapun biaya tak langsung dapat dinyatakan keterikatannya dalam kegiatan, antara lain eksploitasi peralatan dan mesin, pengeluaran *supervisor*, administrasi lapangan, biaya pengawasan dan lain-lain. Besarnya biaya tak langsung adalah 5% dari total biaya bahan langsung dan biaya tenaga kerja langsung (Soeharto, 1995).

Sistem pengalokasian dan jumlah tenaga kerja tiap aktivitas diperoleh dari perencanaan awal jadwal proyek. Kebutuhan tenaga kerja yang sudah di alokasikan telah ditetapkan sebelum proyek tersebut dilaksanakan. Alokasi tenaga kerja pada proyek pembuatan Heat Exchanger disiapkan terlebih dahulu perencanaan pengalokasiannya. Pengalokasian ini berfungsi untuk mengetahui dibagian mana seseorang melakukan pekerjaan.

Setelah data sudah dikumpulkan maka pada penelitian ini diasumsikan bahwa dalam pengerjaannya hanya mengerjakan 1 unit Heat Exchanger dalam suatu proses. Untuk memecahkan masalah penjadwalan pelaksanaan proyek yang akan di kerjakan terdapat dua kondisi yang akan digunakan yaitu kondisi awal dan kondisi percepatan.

Penjadwalan Pelaksanaan Kondisi Awal

Langkah awal dalam kegiatan ini adalah pembuatan network diagram. Network Diagram pada saat kondisi awal Sebagai dasar dari pembuatan bagan gant chart dan perhitungan jaringan (gambar 1).



Gambar 1. Network Diagram Kondisi Awal

Tabel 3. Alokasi Tenaga Kerja Dan Jumlah Tiap kegiatan

Jenis Kegiatan	Waktu (Hari)	Alokasi Tenaga Kerja								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Pekerjaan Engineering										
Pekerjan Persiapan Work Order	7	■	■							
Strength calculation & Drawing	28			■	■	■				
Pekerjaan Procurement										
Pembelian Material	56				■	■				
Pekerjaan Material Inspection										
Inspeksi kedatangan material	7			■	■	■				
Pekerjaan Fabrication Shell Side										
Marking, Cutting & Bending Plate	21						■	■	■	■
Fit up dan join welding long seam, circum & Girth flange	14						■	■	■	■
Nozzle marking & Opening	14						■	■	■	■
Install fit up, welding Nozzle to shell	14						■	■	■	■
PWHT & Hydrotest, UT, PT	10						■	■	■	■
Pekerjaan Fabrication Channel Side										
Marking, Cutting & Bending Plate	21						■	■	■	■
Fit up dan join welding long seam, circum & Girth flange	14						■	■	■	■
Nozzle marking & Opening	14						■	■	■	■
Perakitan Tube Bundle	10						■	■	■	■
Install Tube Bundle ke Channel side	10						■	■	■	■
PWHT & Hydrotest, UT, PT	14						■	■	■	■
Pekerjaan Finishing										
Assembly channel side dan shell side	7						■	■	■	■
Painting & Packing	4						■	■	■	■

A : Manager B : Supervisor
 C : Ass. Supervisor D : PIC
 E : Drafter F : Welder
 G : Operator H : Helper
 I : Assembly

Tabel 4. Perhitungan Maju Mundur dan Total Float

Actv.	NODE	D	AKTIVITAS MAJU		AKTIVITAS MUNDUR		FLOAT		SLACK	Ket
			ES	EF	LS	LF	TF	FF		
A	0→1	7	0	7	0	7	0	0	0	Kritis
B	1→2	28	7	35	7	35	0	0	0	Kritis
C	2→3	56	35	91	35	91	0	0	0	Kritis
D	3→4	7	91	98	91	98	0	0	0	Kritis
E	4→5	21	98	119	98	129	10	10	10	-
F	5→6	14	119	133	129	143	10	10	10	-
G	6→7	14	133	147	143	157	10	10	10	-
H	7→8	10	147	157	157	167	10	10	10	-
I	8→14	14	157	181	167	171	10	10	10	-
J	4→9	21	98	119	98	119	0	0	0	Kritis
K	9→10	14	119	133	119	133	0	0	0	Kritis
L	10→11	14	133	147	133	147	0	0	0	Kritis
M	11→12	10	147	157	147	157	0	0	0	Kritis
N	12→13	10	157	167	157	167	0	0	0	Kritis
O	13→14	14	167	181	167	181	0	0	0	Kritis
P	14→15	7	181	188	181	188	0	0	0	Kritis
Q	15→16	4	188	192	188	192	0	0	0	Kritis

Bagan gant proyek pembuatan Heat Exchanger menggambarkan atau berisi jadwal aktivitas dalam bar graph saat mulai dan saat selesai setiap kegiatan yang ada. Untuk proses pengolahannya maka data yang diperhatikan adalah waktu lamanya tiap kegiatan dan ketergantungan antar aktivitas. Dari perhitungan maju dan mundur ini akan diketahui jalur kritis dan kegiatan-kegiatan dengan total float sama dengan nol, dan juga akan diketahui kegiatan-kegiatan yang boleh ditunda yang besarnya penundaan dapat dilihat pada nilai total float (tabel 4).

Dalam perhitungan biaya tenaga kerja dibutuhkan data-data seperti durasi kegiatan, upah tenaga kerja perhari, jumlah dan alokasi tenaga kerja per aktifitas atau kegiatan. Secara matematis perhitungan biaya tenaga kerja pada kondisi awal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Durasi Kegiatan (hari)} \times \text{Upah atau Gaji Pekerja} \times \text{Jumlah Pekerja}$$

Berdasarkan kondisi awal dapat diketahui yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek yaitu sebesar 192 hari. Waktu penyelesaian ini sesuai dengan kesepakatan pemilik proyek

dengan pelaksana proyek. Dari perhitungan maju dan mundur terdapat 5 kegiatan kritis yaitu suatu kegiatan dengan Tabel Float nya = 0 dan ini berarti kegiatan tersebut harus dilakukan dan tidak bisa di tunda, karena apabila terjadi penundaan atau keterlambatan pada kegiatan kritis tersebut maka waktu penyelesaian proyek akan tertunda. Alokasi tenaga kerja pada tiap aktifitas menyelesaikan proyek tersebut dengan batasan waktu 192 hari, dengan jumlah biaya awal adalah Rp 141.550.000,-

Penjadwalan Pelaksanaan Kondisi Percepatan

Pada kondisi awal proyek dapat selesai dalam kurun waktu 192 hari. Untuk itu dalam kondisi usulan ini akan digunakan crash program untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek. Crash program pada penelitian ini dilakukan dengan memberlakukan jam lembur, sedangkan crash program yang digunakan adalah crash program dengan batasan waktu maksimal yaitu penyelesaian proyek dengan batasan waktu maksimal yang ditetapkan oleh pemilik proyek. Karena keterlambatan pelaksanaan proyek maka diusulkan suatu penjadwalan dengan melakukan percepatan waktu penyelesaian proyek menjadi lebih singkat yaitu 182 hari. Asumsi-asumsi yang

digunakan dalam crash program antara lain.

1. Semua kegiatan dapat dipotong atau dipercepat pelaksanaannya.
2. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala.
3. Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka kebutuhan sumber daya akan bertambah.

Untuk mencapai target penyelesaian proyek, yaitu 192 hari dari mulainya pekerjaan, maka dipilih percepatan pada aktivitas yang memiliki total float sama dengan nol (kegiatan kritis), sedangkan pekerjaan yang memiliki total float tidak sama nol (bukan kritis) tidak dipilih untuk diadakan kerja lembur karena apabila diadakan kerja lembur tidak akan mempercepat penyelesaian proyek meperbesar biaya saja (gambar 2).

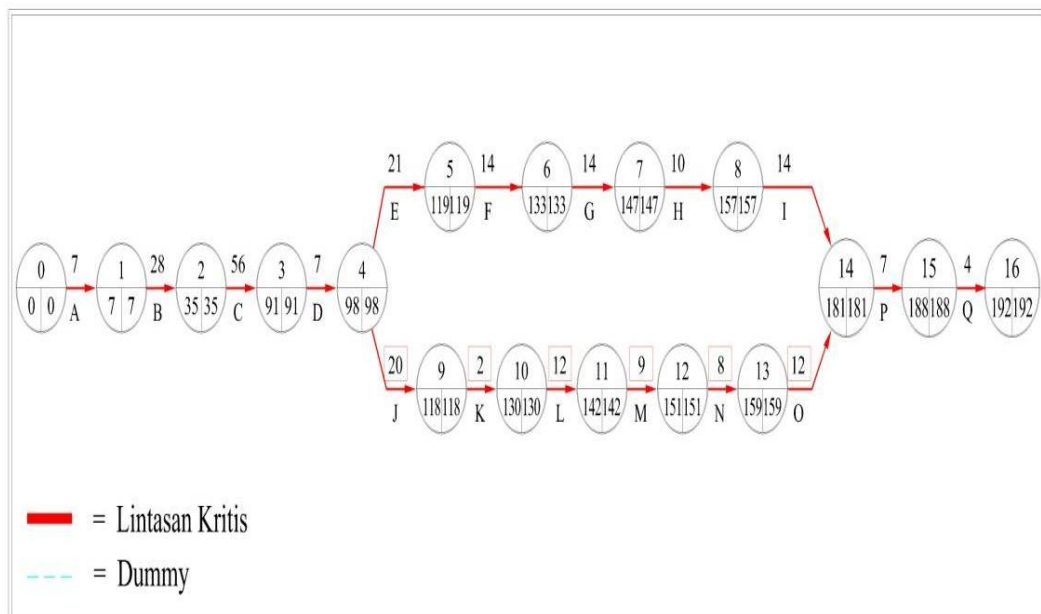
Dalam menentukan jalur kritis setelah diadakan crash program atau dengan memberlakukan kerja lembur digunakan perhitungan maju dan perhitungan mundur (tabel 5). Setelah mengalami crash program maka terdapat perubahan biaya/upah tenaga kerja yang dikarenakan adanya kerja lembur atau percepaatn durasi pekerjaan yaitu Rp 150.730.000, - Rp 141.550.000, = Rp 9.180.000,- dengan adanya percepatan penyelesaian proyek tersebut diharapkan sesuai dengan peningkatan biaya yang terjadi yaitu sebesar Rp 9.180.000,- per 10 hari atau Rp. 918.000,- per hari.

Untuk nilai proyek yang telah disepakati oleh kedua pihak Rp 900.000.000,- dari kondisi

awal memungkinkan terjadi potensial *cost* yaitu *penalty* yang diberikan oleh *client* dimana *penalty* diberikan jika terjadi keterlamabatan pengerjaan dari waktu yang sudah ditentukan di dalam WO (*Work Order*) oleh antar kedua belah pihak yaitu 192 hari proses pengerjaan 1 *Heat Exchanger*. Kondisi awal berdasarkan pengalaman yang memiliki potensi terlambat hingga 1 hari kerja, dan besar *penalty* yang ditetapkan client 2% dari nilai proyek. Sementara dengan kondisi percepatan yang mana lebih cepat 10 hari maka potensi keterlambatan dikatakan 0. Akibatnya potensi keuntungan kondisi awal dan kondisi percepatan dapat dihitung sebagai berikut :

- a. Kondisi awal = (Nilai Proyek – Biaya Proyek – Penalty)
 = Rp 900.000.000 – Rp 790.020.000 – Rp 18.000.000,-
 = Rp 109.980.000 – Rp 18.000.000,-
 = Rp 91.980.500,-
- b. Kondisi Percepatan = (Nilai Proyek – Biaya Proyek [Dengan penambahan lembur])
 = Rp 900.000.000 – Rp 799.659.000,-
 = Rp 100.341.000,-

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa keuntungan menggunakan percepatan kita terhindar dari *penalty client* yang dimana harganya cukup *significant* yakni sebesar Rp 18.000.000,- per hari yang mana hal tersebut dapat mengurangi keuntungan bagi perusahaan dan berkurangnya kepuasan client oleh karena itu perusahaan mengadakan jam kerja lembur.



Gambar 2. Network Diagram Percepatan

Tabel 4. Perhitungan Maju Mundur dan Total Float

Actv.	NODE	D	AKTIVITAS MAJU		AKTIVITAS MUNDUR		FLOAT		SLACK	Ket
			ES	EF	LS	LF	TF	FF		
A	0→1	7	0	7	0	7	0	0	0	Kritis
B	1→2	28	7	35	7	35	0	0	0	Kritis
C	2→3	56	35	91	35	91	0	0	0	Kritis
D	3→4	7	91	98	91	98	0	0	0	Kritis
E	4→5	21	98	119	98	119	0	0	0	Kritis
F	5→6	14	119	133	129	133	0	0	0	Kritis
G	6→7	14	133	147	143	147	0	0	0	Kritis
H	7→8	10	147	157	157	157	0	0	0	Kritis
I	8→14	14	157	171	157	171	0	0	0	Kritis
J	4→9	21	98	119	98	119	0	0	0	Kritis
K	9→10	14	119	133	119	133	0	0	0	Kritis
L	10→11	14	133	147	133	147	0	0	0	Kritis
M	11→12	10	147	157	147	157	0	0	0	Kritis
N	12→13	10	157	167	157	167	0	0	0	Kritis
O	13→14	14	167	181	167	181	0	0	0	Kritis
P	14→15	7	181	188	181	188	0	0	0	Kritis
Q	15→16	4	188	192	188	192	0	0	0	Kritis

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan diperoleh Aktivitas kritis pada kondisi awal dengan waktu 192 hari adalah A-B-C-D-J-K-L-M-N-O-P-Q yaitu sebagai berikut : Pekerjaan Persiapan *Work Order*, *Strength calculation*, Pembelian Material, Inspeksi kedatangan material, *Marking*, *Cutting & Bending Plate*, *Fit up dan join welding long seam, circum & Girth flange*, *Nozzle marking & Opening*, Perakitan *tube Bundle*, *Install Tube Bundle ke Channel side*, *PWHT & Hydrotest/UT/PT*, *Assembly channel side dan shell side*, *Painting & Packing*. Sementara untuk kondisi percepatan, waktu penyelesaian selama 182 hari (total percepatan 10 hari) dengan 2 lintasan kritis yang mencakup 17 aktivitas produksi yang semua aktivitasnya masuk kelintasan kritis. Perbedaan waktu pengerjaan pada saat kondisi awal dan kondisi

percepatan adalah 10 hari. Besarnya keuntungan dari nilai proyek yang dijalankan sebesar Rp.900.000.000,- dan apabila mengalami keterlambatan dalam pengerjaan akan dikenakan biaya *penalty* 2% yang besar uangnya sekitar Rp 18.000.000,- dengan demikian mendapatkan perbandingan antara kondisi percepatan lebih besar keuntungannya dengan nilai sebesar Rp.100.341.000,- dibandingkan dengan kondisi awal sebesar Rp.91.980.500,-. Dari perbandingan tersebut memiliki selisih antara kondisi awal dan percepatan ialah Rp 8.360.500,-.

DAFTAR PUSTAKA

Briliawan, A., & Wijaya, A. R. (2015). *Evaluasi Ketidaksesuaian Antara Waktu Aktual Dan Waktu Rencana Perawatan Turbin Gas Tipe CFM Untuk Pesawat Boeing 737-300*

- Dengan Menggunakan Metode Network Planning (Studi Kasus PT Garuda Maintenance Facility Aeroasia)*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada.
- Kelana, R. P. (2010). *Optimalisasi Penggunaan Sumber Daya Manusia dengan Metode Resources Levelling Menggunakan Bantuan Microsoft Project 2007 (Studi kasus Proyek pembangunan Gedung R. Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS)*. Solo: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Santoso, B. (1997). *Manajemen Proyek. Edisi Pertama*. Jakarta : PT. Guna Widya.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek dari konseptual sampai operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyarto, S., Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013). Analisis network planning dengan cpm (critical path method) dalam rangka efisiensi waktu dan biaya proyek. *Matriks Teknik Sipil*, 1(4), 408–416.