

Analisis Penjadwalan Pembuatan MVR Evaporator Shelter Dengan Metode CPM Dan PERT Di PT. Solen Putra

Indra Alfian¹, Evi Febianti², Ratna Ekawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

indra_082655@yahoo.com¹, evifebianti@ft-untirta.ac.id², ratna_ti@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

Saat dunia bisnis semakin berkembang, persaingan perusahaan yang bergerak dibidang proyek jasa konstruksi semakin ketat. Perusahaan harus bisa seefektif mungkin dalam penggunaan waktu di setiap kegiatan atau aktivitas, sehingga biaya yang ditimbulkan dapat diminimalkan dari rencana semula yang berdampak pada meningkatnya kepuasan pelanggan. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jalur kritis, menghitung biaya yang ditimbulkan pada pengerjaan proyek MVR Evaporator Shelter dengan durasi pengerjaan awal dan percepatan serta menghitung persentase pencapaian pengerjaan proyek MVR Evaporator Shelter. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode CPM dan PERT. CPM adalah metode lintasan kritis yang memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka. PERT adalah teknik merekayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang tinggi pada aspek kurun waktu tertentu. Aktivitas kritis dengan menggunakan metode CPM dan Software Ms. Project 2007 adalah 19 aktivitas dalam waktu 76 hari. Biaya yang ditimbulkan untuk kondisi awal yaitu sebesar Rp 809.925.570, sedangkan untuk kondisi percepatan ditambah dengan biaya lembur tenaga kerja yaitu sebesar Rp 839.224.885. Nilai persentase pencapaian pekerjaan dalam waktu 63 hari kalender diperoleh dari nilai Z 5,258 dengan nilai tabel distribusi normal sebesar 0,99993 sehingga nilai presentase 99,993% yang berarti bahwa proyek dalam kondisi percepatan tersebut dikatakan dapat dicapai.

Kata kunci : CPM, PERT, Jalur Kritis ,crashing program

ABSTRACT

When growing the business world, competition company engaged in construction projects is getting tougher. Company must be effective in the use of time in each activity or event, so that the costs incurred can be minimized from the original plan and can increase customer satisfaction. The purpose of this study is determine the critical path, counting the costs incurred on the project with a duration of MVR Evaporator Shelter initial workmanship and acceleration and calculating the percentage of achievement of project MVR Evaporator Shelter. Methods used in this study is the method of CPM and PERT. CPM is the critical path method to estimate the time component of the project activities with the deterministic approach one number. PERT is a technique to manipulate a situation with a high degree of uncertainty in the aspect of time series. Critical activity using CPM and software Ms. Project 2007 was 19 activity in 76 days. Costs incurred for the initial conditions is Rp 809 925 570, while for the condition of acceleration coupled with overtime labor costs in the amount of Rp. 839 224 885. Attainment percentage value jobs within 63 calendar days of the Z value 5.258 obtained by the normal distribution table value of 0.99993 so that the value of the percentage of 99.993%, which means that the project is said to be in a state of acceleration can be achieved.

Keywords: CPM, PERT, Critical Path, Crashing program

PENDAHULUAN

PT Solen Putra merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang *engineering*, *procurement* dan *construction* (EPC). Produk yang dihasilkan perusahaan PT Solen Putra yaitu *Transformer Shelter*, *Top Cover Manhole for Roof*, *Heat Exchanger*, *MVR Evaporator Shelter*, *Storage Tank* dan lain-lain. Produk *MVR Evaporator Shelter* menjadi objek penelitian karena produk ini telah selesai dibulan Desember 2013. Dibanding dengan produk yang lain, produk ini termasuk produk yang baru selesai dikerjakan. Selain itu, produk ini akan dikerjakan kembali pada tahun 2015 dilokasi yang berbeda.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak perusahaan permasalahan yang dihadapi oleh PT. Solen Putra yaitu keterlambatan durasi pengerjaan proyek produk *MVR Evaporator Shelter* dengan spesifikasi size 8600 mm x 4000 mm x 17000 mm dan tonase 27,4 ton. Berdasarkan dengan kontrak perjanjian proyek (*Purchase Order*) durasi pengerjaan proyek yaitu 65 hari kalender. Pada aktual pelaksanaan proyek pengerjaan MVR Evaporator Shelter tersebut 76 hari kalender sehingga PT Solen Putra mendapatkan biaya penalti sebesar 5% dari nilai proyek berdasarkan kesepakatan kontrak perjanjian. Selain itu PT Solen Putra mengeluarkan biaya tambahan peraktivitas atas keterlambatan durasi proyek selama 11 hari yang seharusnya menjadi keuntungan perusahaan dari kontrak perjanjian. Keterlambatan jadwal pengerjaan proyek ini disebabkan oleh berbagai hambatan dalam pelaksanaan proyek. Oleh sebab itu diperlukan pengendalian ulang penjadwalan proyek ini dengan menggunakan metode CPM dan PERT.

Metode CPM dan PERT ini memiliki keterkaitan yang sama dan sifatnya berbeda, misalnya untuk metode CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah dalam penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik/pasti sedangkan untuk PERT adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah dalam penentuan jadwal dan waktunya bersifat probabilistik/kemungkinan, (Soeharto, 1999). Sehingga hal ini diharapkan dapat dipakai untuk mengontrol koordinasi berbagai kegiatan dalam suatu pekerjaan, sehingga proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang tepat dan dapat juga membantu perusahaan dalam mengadakan perencanaan dan pengendalian proyek dengan waktu dan biaya yang lebih efisien. Dengan menggunakan metode CPM dan PERT ini, manajemen proyek dapat mengetahui kapan tiap-tiap aktivitas akan dimulai dan kapan harus berakhir, sehingga dapat diketahui waktu penyelesaian keseluruhan proyek yang sesuai dengan sasaran yang telah ditetapkan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dimulai dari melakukan studi literatur untuk mengetahui dasar-dasar dari penelitian yang dilakukan dan melakukan observasi lapangan dengan maksud untuk mengetahui kondisi dari objek yang akan diteliti, kemudian merumuskan masalah untuk mengetahui apa saja permasalahan yang akan dibahas, dari perumusan masalah tersebut kemudian dijadikan tujuan dari penelitian yang dilakukan, dan menentukan batasan masalah serta asumsi untuk memfokuskan penelitian yang dilakukan sehingga penelitian tidak keluar dari tujuan penelitian yang akan dilakukan. Pengumpulan data dilakukan secara langsung untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang dijadikan objek penelitian. Setelah itu melakukan wawancara dengan pihak perusahaan untuk mendapatkan informasi tentang perusahaan, jenis produk, biaya fabrikasi, jenis dan waktu aktivitas, jumlah dan biaya tenaga kerja dan durasi *program crashing*. 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 proyek *MVR Evaporator Shelter* 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 *gantt 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, dan jalur kritis tersebut akan dimasukkan ke dalam perhitungan PERT kemudian membuat perhitungan CPM kondisi awal dengan menggunakan *software Ms. Project 2007*. Hal ini dilakukan untuk memperkuat hasil perhitungan CPM kondisi awal secara perhitungan manual dengan menggunakan *software* ternyata hasilnya sama. Selanjutnya melakukan perhitungan PERT ialah perhitungan yang mencari nilai waktu optimis, realistis, pesimis dan perhitungan waktu tersebut setelah mendapatkan hasilnya akan di perhitungkan menggunakan distribusi normal dengan mencari berapa nilai tabel z dan menentukan persentase yang diperoleh dari perhitungan tersebut. Dari hasil kegiatan yang sudah diperoleh maka proses

selanjutnya ialah mencari biaya dimana biaya tersebut harus membutuhkan data-data seperti uraian kegiatan proses, upah tenaga kerja karyawan, serta alokasi tenaga kerja per aktifitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data. Dan data yang digunakan ialah uraian kegiatan proses pengerjaan *MVR Evaporator Shelter*, bahan baku material dan biaya tenaga kerja karyawan serta alokasi tenaga kerja per-aktifitas atau kegiatan. Adapaun data-data yang dibutuhkan sebagai berikut :

Tabel 1 Uraian kegiatan, *Predecessor*, dan Durasi Kegiatan.

No	Simbol	Jenis Kegiatan	Aktivitas Pendahulu	Waktu (hari)
1	A	Pemilihan	-	1
2	B	Design	A	5
3	C	Client Approval	B	7
4	D	Material Request	C	4
5	E	Inspeksi Material	D	1
Proses Pembuatan Column & Girder				
6	F	Drawing Soft	E	2
7	G	Pola & Ukur Column & Girder	F	2
8	H	Mark & Cutting	G	2
9	I	Drilling	H	2
10	J	Welding	I	7
11	K	Inspection (QC)	J	1
12	L	Finishing	K	5
Proses Pembuatan Beam & Brace				
13	M	Drawing Soft	E	3
14	N	Pola & Ukur Beam & Brace	M	3
15	O	Mark & Cutting	N	4
16	P	Drilling	O	2
17	Q	Welding	P	6
18	R	Inspection (QC)	Q	1
19	S	Finishing	R	5
Proses Pembuatan Stair Platform				
20	T	Drawing Soft	E	4
21	U	Pola & Ukur Stair & Platform	T	3
22	V	Mark & Cutting	U	4
23	W	Drilling	V	4
24	X	Welding	W	7
25	Y	Inspection (QC)	X	1
26	Z	Finishing	Y	4
Proses Pembuatan Handrail				
27	AA	Drawing Soft	E	2
28	AB	Pola & Ukur Stair & Platform	AA	3
29	AC	Mark & Cutting	AB	2
30	AD	Welding	AC	3
31	AE	Inspection (QC)	AD	1
32	AF	Finishing	AE	2
33	AG	Fit up 1 (Perakitan Column/Girder,Beam,Brace)	LS	6
34	AH	Fit up 2 (Perakitan Fit up 1,Stair,Platform)	Z,AG	6
35	AI	Fit up 3 (Perakitan Fit up 2,Handrail)	AF,AH	6
36	AJ	Inspeksi Welding	AI	2
37	AK	Inspeksi Finishing	AJ	2
38	AL	Sandblasting & Painting	AK	5
39	AM	Shipping	AL	7

Data uraian kegiatan tersebut dimana diperoleh dari perusahaan yang sudah ditentukan, uraian kegiatan diatas itu ialah data uraian pada saat kondisi awal. Adapun data-data selanjutnya sebagai berikut :

Biaya Proyek

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.

Atau dengan rumus :

$Biaya\ proyek = Biaya\ bahan + Biaya\ tenaga\ kerja\ langsung + Biaya\ tak\ langsung.$

1. Biaya Langsung

Tabel 2 Harga Bahan Baku / Material

No	Nama Material	Satuan	Harga
1	Wide Flange	Kg	Rp58.752.000,00
2	H-Beam	Kg	Rp68.795.940,00
3	UNP	Kg	Rp58.860.000,00
4	Siku	Kg	Rp25.879.458,00
5	Plate	Kg	Rp56.640.000,00
6	Checker Plate	Kg	Rp60.000.000,00
7	Handrail	Mtr	Rp83.250.000,00
8	Baut & Mur (HTB)	Set	Rp35.467.200,00
9	Kawat Las	Kg	Rp18.245.000,00
10	Consumable		Rp35.300.000,00
11	Cat		Rp45.700.000,00
12	Pasir	M ²	Rp75.300.000,00
TOTAL			Rp622.189.598,00

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.

Tabel 3. Upah / Gaji Tenaga Kerja perhari

No	Jenis Pekerjaan	Satuan Kerja	Harga Satuan
1	Project Koordinator	Hari	Rp230.769,00
2	Supervisor	Hari	Rp161.000,00
3	Engineering	Hari	Rp211.538,00
4	Drafter	Hari	Rp134.615,00
5	Logistic Man 1	Hari	Rp115.385,00
6	Logistic Man 2	Hari	Rp96.154,00
7	QC	Hari	Rp173.077,00
8	Foreman	Hari	Rp145.000,00
9	Fitter 1-8	Hari	Rp116.000,00
10	Welder 1-5	Hari	Rp116.000,00
11	Semi Skill 1-5	Hari	Rp100.000,00
12	Helper 1-15	Hari	Rp84.000,00
13	Operator 1-6	Hari	Rp96.154,00

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 3. Upah / Gaji Tenaga Kerja Lembur perhari

No	Jenis Pekerjaan	Satuan Kerja	Harga Satuan
1	Project Koordinator	Hari	Rp284.614,00
2	Supervisor	Hari	Rp178.000,00
3	Engineering	Hari	Rp262.978,00
4	Drafter	Hari	Rp176.443,00
5	Logistic Man 1	Hari	Rp154.807,00
6	Logistic Man 2	Hari	Rp133.171,00
7	QC	Hari	Rp219.715,00
8	Foreman	Hari	Rp160.000,00
9	Fitter 1-8	Hari	Rp133.000,00
10	Welder 1-5	Hari	Rp133.000,00
11	Semi Skill 1-5	Hari	Rp115.000,00
12	Helper 1-15	Hari	Rp97.000,00
13	Operator 1-6	Hari	Rp133.171,00

Di asumsikan untuk upah tenaga kerja dilakukan pembayaran dalam hitungan per-hari. Untuk pembagian gaji dilakukan setiap akhir bulan yaitu pada tanggal 30/31. 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 6 hari kerja, hari minggu libur, apabila ada karyawan yang masuk dalam hari tersebut maka dinyatakan lembur.

2. Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung dapat dinyatakan keterikatannya dalam kegiatan antara lain eksploitasi peralatan dan mesin, administrasi lapangan, biaya pengawasan dan lain-lain. Besarnya biaya tak langsung adalah 5% dari total biaya bahan langsung dan biaya tenaga kerja langsung.(Soeharto ; 1997).

Alokasi Tenaga Kerja

Sistem pengalokasian dan jumlah tenaga kerja tiap aktivitas diperoleh dari perencanaan awal jadwal proyek yang telah dibuat oleh PT. Solen Putra. Jadi kebutuhan tenaga kerja yang sudah di alokasikan telah ditetapkan sebelum proyek tersebut dilaksanakan. Alokasi tenaga kerja pada proyek pembuatan *MVR Evaporator Shelter*.

Tabel 5. Alokasi Tenaga Kerja Kondisi Awal

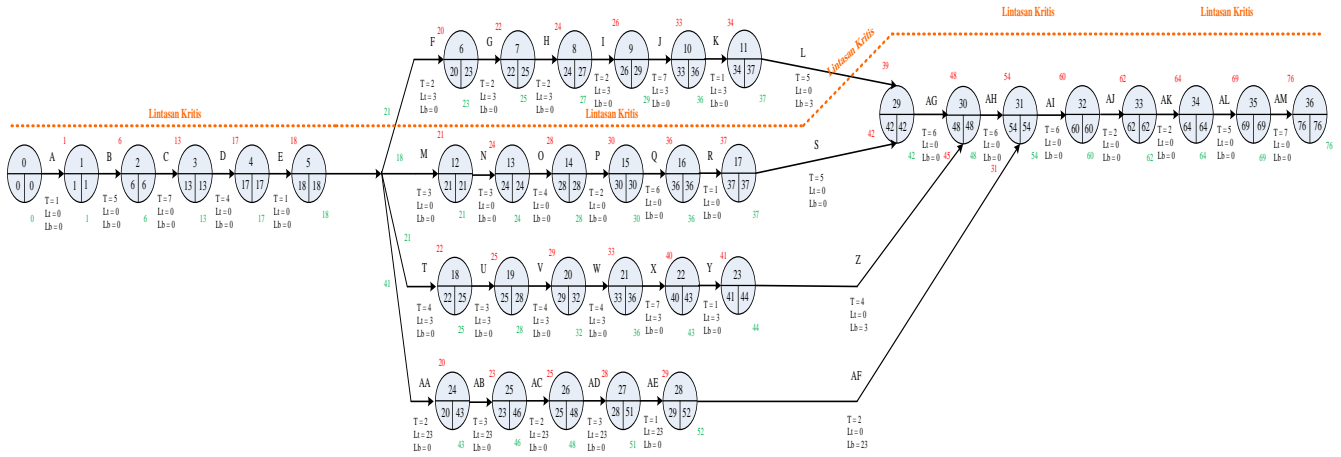
No	Jenis Kegiatan	Waktu (hari)	PRJCT Koor.	SPV	ENGRNG	DRFTTR	LGTC MAN	QC	FRM	FTR	WLDR	SMSKLL	HLPR	OPFRTR
1	Pemangan	1	Project Koor.	Spv	Engineering		Logistic Man1-2							
2	Design	5	Project Koor.	Spv	Engineering	Drafter	Logistic Man1-2							
3	Client Approval	7	Project Koor.	Spv	Engineering	Drafter								
4	Material Request	4	Project Koor.	Spv	Engineering	Drafter	Logistic Man1-2	QC						
5	Inspeksi Material	1	Project Koor.	Spv	Engineering			QC						
Proses Pembuatan Column & Gider														
6	Drawing Sft	2			Engineering	Drafter								
7	Pola & Ular Column & Gider	2							Frm	Ftr1-4				
8	Mak & Cutting	2	Project Koor.							Ftr5-8		Smskll 1-4		
9	Dialing	2		Spv							Wldr 1-5		Hjpr 1-4	Operator 1-2
10	Welding	7											Hjpr 5-8	
11	Inspection (QC)	1						QC					Hjpr 9-10	
12	Finishing	5											Hjpr 11-15	Operator 3-6
Proses Pembuatan Beam & Buce														
13	Drawing Sft	3			Engineering	Drafter								
14	Pola & Ular Beam & Buce	3	Project Koor.							Ftr1-4				
15	Mak & Cutting	4							Frm	Ftr5-8		Smskll 1-3		
16	Dialing	2									Smskll 4-5	Hjpr 1-4	Operator 1-2	
17	Welding	6		Spv							Wldr 1-5		Hjpr 5-8	
18	Inspection (QC)	1						QC					Hjpr 9-10	
19	Finishing	5											Hjpr 11-15	Operator 3-6
Proses Pembuatan Stair Platform														
20	Drawing Sft	4			Engineering	Drafter								
21	Pola & Ular Stair & Platform	3		Spv						Ftr1-4				
22	Mak & Cutting	4							Frm	Ftr5-8		Smskll 1-2		
23	Dialing	4		Spv							Smskll 3-5	Hjpr 1-4	Operator 1-2	
24	Welding	7	Project Koor.						Frm		Wldr 1-5		Hjpr 5-8	
25	Inspection (QC)	1	Project Koor.					QC					Hjpr 9-10	
26	Finishing	4	Project Koor.										Hjpr 11-15	Operator 3-6
Proses Pembuatan Handrail														
27	Drawing Sft	2			Engineering	Drafter								
28	Pola & Ular Handrail	3								Ftr1-4				
29	Mak & Cutting	2		Spv						Ftr5-8		Smskll 1-2		
30	Welding	3									Wldr 1-5		Hjpr 1-4	
31	Inspection (QC)	1						QC					Hjpr 5-6	
32	Finishing	2							Frm				Hjpr 7-10	Operator 1-2
33	Fit up 1 (Peralatan Column/Gider/Beam/Buce)	6	Project Koor.	Spv	Engineering		Logistic Man1-2		Frm	Ftr1-2	Smskll 1-2	Hjpr 11-15	Operator 3-4	
34	Fit up 2 (Peralatan Fit up 1 Stair Platform)	6	Project Koor.	Spv	Engineering		Logistic Man1-2		Frm	Ftr3-4	Smskll 2-4	Hjpr 5-6	Operator 5-6	
35	Fit up 3 (Peralatan Fit up 2 Handrail)	6	Project Koor.	Spv	Engineering		Logistic Man1-2		Frm	Ftr5-6	Smskll 1-5	Hjpr 7-15	Operator 1-2	
36	Inspeksi Welding	2	Project Koor.	Spv	Engineering			QC	Frm					
37	Inspeksi Finishing	2	Project Koor.	Spv	Engineering			QC	Frm					
38	Sambalangan & Painting	5	Project Koor.	Spv					Frm	Ftr1-3			Hjpr 1-7	Operator 1-3
39	Shipping	7	Project Koor.	Spv			Logistic Man1-2		Frm	Ftr1-3	Smskll 1-5	Hjpr 8-15	Operator 4-6	

Setelah data sudah dikumpulkan maka pada penelitian ini diasumsikan bahwa dalam pengerjaannya hanya mengerjakan proyek *MVR Evaporator Shelter*. Untuk memecahkan masalah penjadwalan pelaksanaan proyek yang akan di kerjakan terdapat dua kondisi yang akan digunakan yaitu :

1. Kondisi Awal
2. Kondisi Percepatan

Penjadwalan pelaksanaan proyek pada saat kondisi awal.

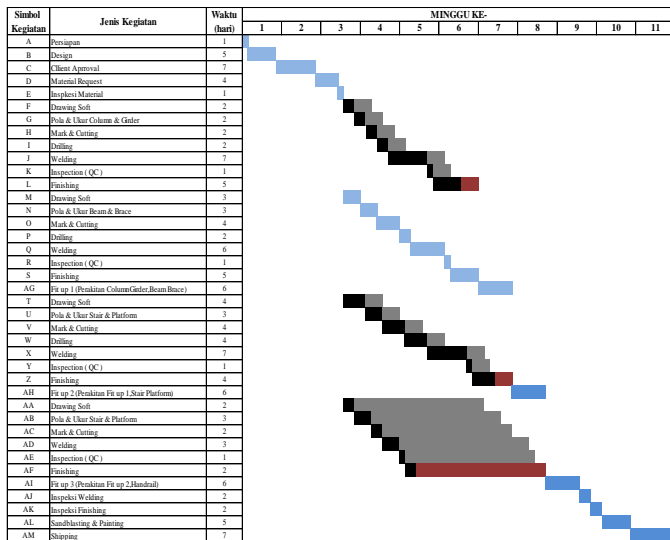
1. *Network Diagram* pada saat kondisi awal Sebagai dasar dari pembuatan bagan *gant chart* dan perhitungan jaringan di gunakan data dari Tabel 1.



Gambar 1. Network Diagram kondisi awal

2. Bagan Gantt Chart

Bagan *gantt* proyek pembangunan 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. Untuk bagan *gantt* dapat dilihat pada gambar berikut :



Keterangan :
 = Kelonggaran Total
 = Kegiatan Non Kritis
 = Kegiatan Kritis
 = Kelonggaran Bebas

Gambar 2. Gantt Chart kondisi awal

3. Perhitungan jalur kritis

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 6. Perhitungan maju mundur dan total float

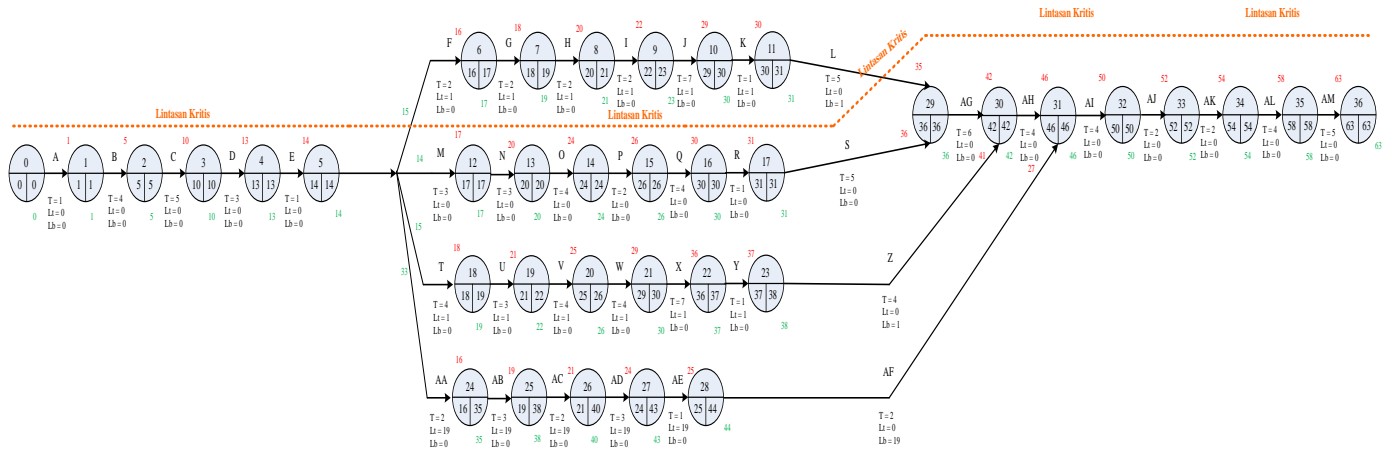
Simbol	Jenis Kegiatan	Waktu (hari)	Paling Awal		Paling Akhir		Waktu Longgar		Ket
			Mulai (MS)	Selesai (ES)	Mulai (LS)	Selesai (LF)	Mulai (LT)	Selesai (LT)	
A	Persiapan	1	0	1	0	1	0	0	Kritis
B	Design	5	1	6	1	6	0	0	Kritis
C	Client Approval	7	6	13	6	13	0	0	Kritis
D	Material Request	4	13	17	13	17	0	0	Kritis
E	Inspeksi Material	1	17	18	17	18	0	0	Kritis
Proses Pembuatan Column & Gider									
F	Drawing Soft	2	18	20	21	23	0	3	3
G	Pola & Ukur Column & Gider	2	20	22	23	25	0	3	3
H	Mark & Cutting	2	22	24	25	27	0	3	3
I	Drilling	2	24	26	27	29	0	3	3
J	Welding	7	26	33	29	36	0	3	3
K	Inspection (QC)	1	33	34	36	37	0	3	3
L	Finishing	5	34	39	37	42	3	0	3
Proses Pembuatan Beam & Brace									
M	Drawing Soft	3	18	21	18	21	0	0	Kritis
N	Pola & Ukur Beam & Brace	3	21	24	21	24	0	0	Kritis
O	Mark & Cutting	4	24	28	24	28	0	0	Kritis
P	Drilling	2	28	30	28	30	0	0	Kritis
Q	Welding	6	30	36	30	36	0	0	Kritis
R	Inspection (QC)	1	36	37	36	37	0	0	Kritis
S	Finishing	5	37	42	37	42	0	0	Kritis
Proses Pembuatan Stair Platform									
T	Drawing Soft	4	18	22	21	25	0	3	3
U	Pola & Ukur Stair & Platform	3	22	25	25	28	0	3	3
V	Mark & Cutting	4	25	29	28	32	0	3	3
W	Drilling	4	29	33	32	36	0	3	3
X	Welding	7	33	40	36	43	0	3	3
Y	Inspection (QC)	1	40	41	43	44	0	3	3
Z	Finishing	4	41	45	44	48	3	0	3
Proses Pembuatan Handrail									
AA	Drawing Soft	2	18	20	41	43	0	23	23
AB	Pola & Ukur Handrail	3	20	23	43	46	0	23	23
AC	Mark & Cutting	2	23	25	46	48	0	23	23
AD	Welding	3	25	28	48	51	0	23	23
AE	Inspection (QC)	1	28	29	51	52	0	23	23
AF	Finishing	2	29	31	52	54	23	0	23
AG	Fit up 1 (Perekitan Column/Gider/Beam/Brace)	6	42	48	42	48	0	0	Kritis
AH	Fit up 2 (Perekitan Fit up 1.Stair Platform)	6	48	54	48	54	0	0	Kritis
AI	Fit up 3 (Perekitan Fit up 2.Handrail)	6	54	60	54	60	0	0	Kritis
AJ	Inspeksi Welding	2	60	62	60	62	0	0	Kritis
AK	Inspeksi Finishing	2	62	64	62	64	0	0	Kritis
AL	Sandblasting & Painting	5	64	69	64	69	0	0	Kritis
AM	Shipping	7	69	76	69	76	0	0	Kritis

4. Biaya kerja per-aktifitas

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 :

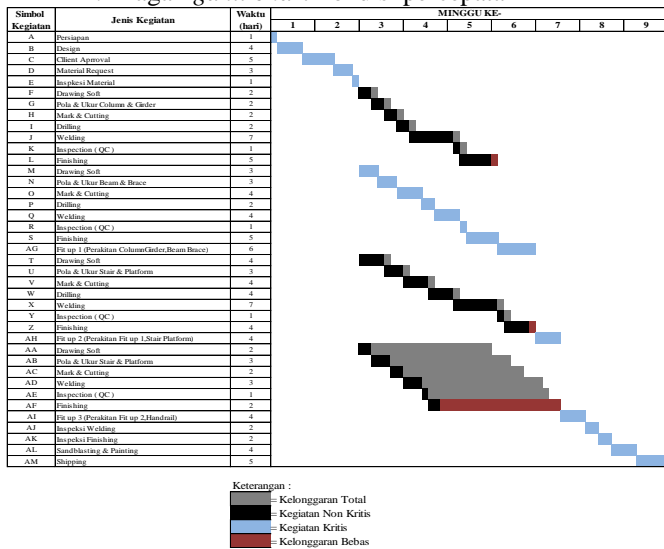
$$\text{Durasi Kegiatan (hari)} \times \text{Upah atau Gaji Pekerja} \times \text{Jumlah Pekerja}$$

Untuk lebih lengkapnya, perhitungan biaya tenaga kerja pada kondisi awal ini dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3. Network Diagram kondisi percepatan

2. Bagan gantt chart kondisi percepatan



Tabel 10. Biaya Tenaga Kerja Kondisi Percepatan (Lembur)

No	Jenis Kegiatan	Waktu Normal (hari)	Waktu Crashing (hari)	Waktu Lembur (hari)	Jumlah Pekerja (Top Right)									Biaya	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Perancangan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Rp 694.000,00
2	Design	5	4	2	1	1	1	1	1	2					Rp 6.177.000,00
3	Client Approval	7	5	4	1	1	1	1	1	2					Rp 2.067.000,00
4	Material Request	4	3	2	1	1	1	1	1	2	1				Rp 4.937.000,00
5	Inspeksi Material	1	1	1	1	1	1	1	1	1					Rp 776.000,00
Proses Perawatan Column & Girder															
6	Drawing Soft	2	2	2					1	1					Rp 602.000,00
7	Pol & Ukur Column & Girder	2	2	2							1	4			Rp 1.238.000,00
8	Mark & Cutting	2	2	2			1		1			4	4		Rp 2.068.000,00
9	Drilling	2	2	2				1	1				4	2	Rp 1.978.000,00
10	Welding	7	7	7								5	4		Rp 6.412.000,00
11	Inspection (QC)	1	1	1							1			2	Rp 342.000,00
12	Finishing	5	5	5									5	4	Rp 3.792.000,00
Proses Perawatan Beam & Brace															
13	Drawing Soft	3	3	3				1	1						Rp 1.036.000,00
14	Pol & Ukur Beam & Brace	3	3	3								4			Rp 1.846.000,00
15	Mark & Cutting	4	4	4			1		1			4	3		Rp 6.036.000,00
16	Drilling	2	2	2							1	4	3	2	Rp 1.456.000,00
17	Welding	6	4	4			1		1			2	4	2	Rp 3.028.000,00
18	Inspection (QC)	1	1	1										2	Rp 342.000,00
19	Finishing	5	5	5							1			2	Rp 3.792.000,00
Proses Perawatan Stair Platform															
20	Drawing Soft	4	4	4				1	1						Rp 1.384.000,00
21	Pol & Ukur Stair Platform	4	4	4					1	1		4			Rp 1.876.000,00
22	Mark & Cutting	4	4	4				1	1			4	2		Rp 3.208.000,00
23	Drilling	4	4	4				1	1				3	4	Rp 3.072.000,00
24	Welding	7	7	7				1	1			5	4		Rp 5.942.000,00
25	Inspection (QC)	1	1	1							1			2	Rp 378.000,00
26	Finishing	4	4	4										4	Rp 3.656.000,00
Proses Perawatan Handrail															
27	Drawing Soft	2	2	2				1	1						Rp 602.000,00
28	Pol & Ukur Handrail	2	2	2									4		Rp 1.828.000,00
29	Mark & Cutting	2	2	2				1	1				4	2	Rp 1.602.000,00
30	Welding	3	3	3								5	4		Rp 2.948.000,00
31	Inspection (QC)	1	1	1							1			4	Rp 342.000,00
32	Finishing	2	2	2								1	4	2	Rp 1.946.000,00
33	Fit up (Perakitan Column/Girder/Beam/Brace)	6	6	6			1	1	1	2	1	2	1	5	Rp 3.886.000,00
34	Fit up (Perakitan Stair Platform)	6	4	4			1	1	1	2	1	2	1	9	Rp 39.776.000,00
35	Fit up (Perakitan Stair Handrail)	6	4	4			1	1	1	2	1	2	1	9	Rp 39.776.000,00
36	Inspeksi Welding	2	2	2				1	1		1	1			Rp 1.842.000,00
37	Inspeksi Finishing	2	2	2				1	1		1	1			Rp 1.842.000,00
38	Sandblasting & Painting	5	4	2			1	1	1					7	Rp 6.981.000,00
39	Shipping	7	5	4	2		1	2	2	1	1	1	5	8	Rp 20.886.000,00

Perhitungan dalam Metode PERT

Dalam perhitungan metode PERT ini menggunakan distribusi normal dengan mencari nilai Tabel Z dan menentukan berapa persentase yang diperoleh dari tabel sebagai berikut.

Tabel 11. Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Paling Mungkin, dan Waktu Pesimis, Standar Deviasi, dan Varians Kegiatan

No	Urutan Kegiatan	Waktu					te	s	V(te)
		a	m	b	te	s			
1	Perencanaan	1	1	4	1,50	0,50	0,25		
2	Design	4	5	7	5,17	0,50	0,25		
3	Client Approval	5	7	9	7,00	0,67	0,44		
4	Material Request	3	4	8	4,50	0,83	0,69		
5	Inspeksi Material	1	1	3	1,33	0,33	0,11		
Proses Perawatan Column & Girder									
6	Drawing Soft	2	2	7	2,83	0,83	0,69		
7	Pol & Ukur Column & Girder	2	2	7	2,83	0,83	0,69		
8	Mark & Cutting	2	2	6	2,67	0,67	0,44		
9	Drilling	2	2	5	2,50	0,50	0,25		
10	Welding	7	7	9	7,33	0,33	0,11		
11	Inspection (QC)	1	1	3	1,33	0,33	0,11		
12	Finishing	5	5	6	5,17	0,17	0,03		
Proses Perawatan Beam & Brace									
13	Drawing Soft	3	3	5	3,33	0,33	0,11		
14	Pol & Ukur Beam & Brace	3	3	7	3,67	0,67	0,44		
15	Mark & Cutting	4	4	7	4,50	0,50	0,25		
16	Drilling	2	2	4	2,33	0,33	0,11		
17	Welding	4	6	7	5,83	0,50	0,25		
18	Inspection (QC)	1	1	3	1,33	0,33	0,11		
19	Finishing	5	5	6	5,33	0,33	0,11		
Proses Perawatan Stair Platform									
20	Drawing Soft	4	4	6	4,33	0,33	0,11		
21	Pol & Ukur Stair Platform	4	4	7	3,67	0,67	0,44		
22	Mark & Cutting	4	4	8	4,67	0,67	0,44		
23	Drilling	4	4	7	4,50	0,50	0,25		
24	Welding	7	7	9	7,33	0,33	0,11		
25	Inspection (QC)	1	1	3	1,33	0,33	0,11		
26	Finishing	4	4	6	4,33	0,33	0,11		
Proses Perawatan Handrail									
27	Drawing Soft	2	2	6	2,67	0,67	0,44		
28	Pol & Ukur Handrail	2	2	5	2,33	0,33	0,11		
29	Mark & Cutting	2	2	6	2,67	0,67	0,44		
30	Welding	3	3	7	3,67	0,67	0,44		
31	Inspection (QC)	1	1	2	1,17	0,17	0,03		
32	Finishing	2	2	6	2,67	0,67	0,44		
33	Fit up 1 (Perakitan Column/Girder/Beam/Brace)	6	6	9	6,50	0,50	0,25		
34	Fit up 2 (Perakitan Fit up 1 Stair Platform)	4	6	8	6,00	0,67	0,44		
35	Fit up 3 (Perakitan Fit up 2 Handrail)	4	6	9	6,17	0,83	0,69		
36	Inspeksi Welding	2	2	6	2,67	0,67	0,44		
37	Inspeksi Finishing	2	2	6	2,67	0,67	0,44		
38	Sandblasting & Painting	4	5	7	5,17	0,50	0,25		
39	Shipping	5	7	9	7,00	0,67	0,44		

- a) Jalur kritis dalam Network Diagram untuk menentukan Varians dan Deviasi proyek keseluruhan pada metode PERT.

Tabel 12. Varians dan Deviasi proyek keseluruhan

No	Simbol	Waktu (Hari)	Aktivitas pada Lintasan Kritis	V(te)
1	A	1	Persiapan	0,25
2	B	4	Design	0,25
3	C	5	Client Approval	0,44
4	D	3	Material Request	0,69
5	E	1	Inspksi Material	0,11
6	M	3	Drawing Soft	0,11
7	N	3	Pola & Ukur Beam & Brace	0,44
8	O	4	Mark & Cutting	0,25
9	P	2	Drilling	0,11
10	Q	4	Welding	0,25
11	R	1	Inspection (QC)	0,11
12	S	5	Finishing	0,11
13	AG	6	Fit up 1 (Perakitan Column Girder, Beam Brace)	0,25
14	AH	4	Fit up 2 (Perakitan Fit up 1, Sair Platform)	0,44
15	AI	4	Fit up 3 (Perakitan Fit up 2, Handrail)	0,69
16	AJ	2	Inspeksi Welding	0,44
17	AK	2	Inspeksi Finishing	0,44
18	AL	4	Sandblasting & Painting	0,25
19	AM	5	Shipping	0,44
Variansi Proyek			$\sum V(te)$	6,11
Deviasi Standar Proyek				2,47

Cara perhitungan Varians dan Deviasi proyek keseluruhan pada metode PERT dengan menggunakan Tabel Distribusi Normal.

$Z = (\text{batas waktu-waktu penyelesaian yang diharapkan}) / \text{deviasi standar proyek}$

$$Z = (76 - 63) / 2,47$$

$$Z = 13 / 2,47$$

$$Z = 5,258 \text{ (dari Tabel Z Distribusi Normal)}$$

$$= 0,99993 \times 100\%$$

$$= 99,993\%$$

Dari hasil yang di peroleh pada Kurva Distribusi Normal, nilai Z atau peluang 0,99993 berarti ada peluang 99,993% penyelesaian proyek dapat dicapai pada 63 hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Aktivitas kritis dengan menggunakan metode CPM dan *Software Ms. Project 2007* adalah sebagai berikut : Persiapan, *design*, *client approval*, *material request*, inspeksi material, *drawing soft* (pembuatan *beam brace*), pola & ukur *beam brace*, *mark & cutting*, *drilling*, *welding*, *inspection (QC)*, *finishing*, *fit up 1* (perakitan *column girder*, *beam brace*), *fit up 2* (perakitan *fit up 1*, *stair platform*), *fit up 3* (perakitan *fit up 2*, *handrail*), inspeksi *welding*, inspeksi *finishing*, *sandblasting & painting* dan *shipping* dengan waktu penyelesaian proyek 76 hari kalender. Biaya yang ditimbulkan pada pengerjaan proyek *MVR Evaporator Shelter* untuk kondisi awal yaitu sebesar Rp 809.925.570, sedangkan untuk kondisi percepatan ditambah dengan biaya lembur tenaga kerja yaitu sebesar Rp 839.224.885. Nilai persentase pencapaian pekerjaan proyek *MVR Evaporator Shelter* pada kondisi percepatan dengan waktu 63 hari kalender diperoleh dari nilai Z sebesar 5,258 dengan nilai tabel distribusi normal sebesar 0,99993 sehingga

nilai presentase 99,993% yang berarti bahwa proyek dalam kondisi percepatan tersebut dikatakan dapat dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, I. 2012. Analisis Jadwal Pengiriman Vessel Dengan Metode Critical Path Network (CPM). Cilegon. (Tidak Publikasi)
- Dannyanti, E. 2010. *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT*. Jurnal Management Proyek
- Handoko, T.H. 1999. *Dasar-Dasar Management Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama. BPFE : Yogyakarta
- Hendriyadi, 2014. Optimalisasi Jadwal Pembuatan Vessel Dengan Metode CPM Dan PERT Di PT Multi Fabrindo Gemilang, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten (Tidak Publikasi)
- Levin, Richard I. dan Charles A Kirkpatrick. 1997. *Perencanaan dan Pengawasan Dengan CPM dan PERT*. Bhatara : Jakarta
- Maharani, Leny dan Fajarwati. 2006. *Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis*. Utilitas, Vol. 14, No.1, hal 113-130
- Mulyanah, D, 2013. Analisa Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Gudang X dan Y Menggunakan Metode *Critical Path Method (CPM)* Berdasarkan Siklus DMAIC Pada PT.XYZ. *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten (Tidak Publikasi)
- Santoso, B. 1997. *Management Proyek*. Edisi Pertama. Bandung: PT. Guna Widya.
- Soeharto, I. 1995. *Management Proyek Dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. *Management Proyek Dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.

