

Efisiensi Waktu Penyelesaian Proyek Pembuatan *Life Conveyor* dengan Metode *Critical Path Method*

Wiji Haspratiwi

Abstrak— Dalam suatu proyek konstruksi, Manajemen proyek merupakan penerapan ilmu pengetahuan. Keahlian dan keterampilan untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditentukan agar mendapat hasil yang optimal dalam hal biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja. [1]. Dalam pengerjaan proyek ini terdapat permasalahan yaitu adanya selisih waktu aktual dengan waktu perencanaan penyelesaian proyek. sehingga menyebabkan penambahan waktu dan biaya maka tujuan dari penelitian untuk mengefisienkan waktu penyelesaian proyek pembuatan *Life Conveyor* di PT Dwijaya Sentral Sarana yang dimana Penelitian ini disusun menggunakan *Work Breakdown Structure (WBS)*, dan *Critical Path Method (CPM)*. Pengendalian proyek dapat pula digunakan untuk memperkirakan adanya percepatan proyek (*crashing*). Berdasarkan penelitian bahwa waktu normal penyelesaian proyek pembuatan *Life conveyor* selama 31 hari dengan biaya sebesar Rp 355.309.000,- maka dengan melakukan *crashing* untuk mempersingkat waktu, didapatkan waktu penyelesaian proyek sebesar 27 hari dengan total biaya *crashing* sebesar Rp 356.541.000,- dengan tingkat efektifitas percepatan waktu pengerjaan sebesar 12,9%

Kata Kunci— *Crasing*, CPM, PERT, WBS

Abstract — In a construction project, project management is the application of science. Expertise and skills to achieve the goals and objectives that have been determined in order to get optimal results in terms of cost, quality and time and work safety. [1]. In working on this project there are problems that is the actual time difference with the project completion planning time. thus causing additional time and cost, the purpose of the research is to streamline the time to complete the *Life Conveyor* project at PT Dwijaya Sentral Sarana where this research was prepared using *Work Breakdown Structure (WBS)*, and *Critical Path Method (CPM)*. Project control can also be used to estimate the project acceleration (*crasing*). Based on research that the normal time to complete a *Life conveyor* project for 31 days at a cost of Rp 355,309,000, - by *crashing* to shorten the time, a project completion time of 27 days is obtained with a total *crashing* cost of Rp 356,541,000, - with a level of the effectiveness of the acceleration of processing time of 12.9%

Keywords— *Crasing*, CPM, PERT, WBS

I. PENDAHULUAN

Manajemen proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan atau usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan tujuan perencanaan, membandingkan pelaksanaan dengan perencanaan, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan perencanaan, serta melakukan koreksi yang diperlukan agar biaya, sumber daya dan waktu dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai tujuan proyek konstruksi yang diinginkan. yaitu dengan cara membuat *network planning*, *Critical Path Method* dan *Crashing Program*.

Perencanaan jaringan kerja (*network planning*) adalah satu model yang banyak digunakan dalam

penyelenggaraan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan [2] *critical path method* adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada pengaturan jadwal dan estimasi waktu yang bersifat deterministik pasti.[3] dan *crashing program* adalah proses dimana kita memperpendek jangka waktu proyek dengan biaya terendah yang memungkinkan. Hal yang berkaitan dengan waktu *crash* ini adalah biaya *crash* dari aktivitas.[4]

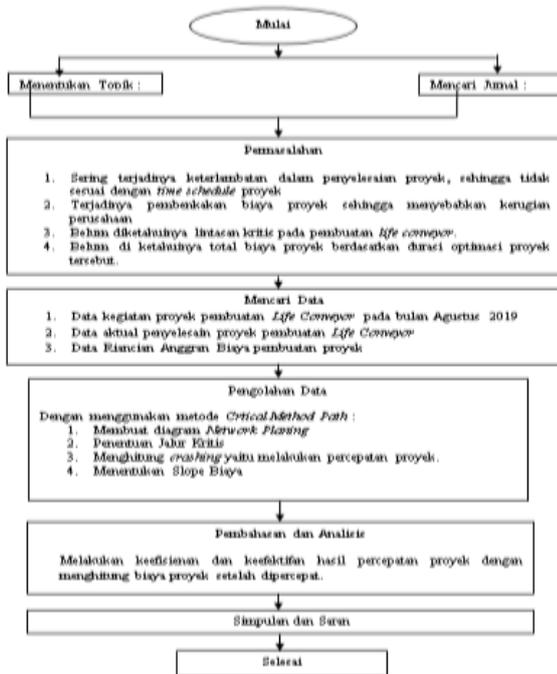
Permasalahan yang terjadi bahwa terdapat waktu yang telah direncanakan tidak sesuai dengan waktu aktual pekerjaan proyek sehingga keterlambatan proyek tersebut dapat mengakibatkan pembekakan biaya dan penurunan mutu produk dari permasalahan tersebut PT Dwijaya Sentral Sarana belum melakukan manajemen proyek yang baik. Sehingga tujuan dari penelitian ini untuk mengefisienkan waktu penyelesaian proyek pembuatan *Life Conveyor* di PT Dwijaya Sentral Sarana dengan

Haspratiwi, W, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta. Saat ini, sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta. (Wiji.haspratiwi@gmail.com).

menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

II. METODE DAN PROSEDUR

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana untuk mendapatkan data dengan melakukan observasi langsung ke PT DSS pada bulan februari sampai dengan april 2018.



Gambar 1 Flowchart Metode Penelitian

III. HASIL

Berdasarkan hasil data lapangan diketahui bahwa durasi waktu penyelesaian proyek pembuatan *Life Conveyor* selama 31 hari dengan total anggaran yang dibutuhkan sebesar Rp. 355.039.000,00. Proyek ini mengalami keterlambatan yang menyebabkan bertambahnya waktu serta biaya maka disusunlah percepatan proyek pengerjaan.

1. Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Pembuatan *Life Conveyor* terdiri atas beberapa tahap kegiatan diantaranya ada tahap pembuatan *roller*, *frame* dan *adjust table floor* pada penentuan durasi waktu kegiatan telah ditentukan sebelum proyek tersebut berjalan dimana pada pembuatan *life conveyor* ini terjadi keterlambatan waktu, yaitu keterlambatan pada pembubutan as dan pengetapan as pada tahap pengerjaan *roller* yang dimana dapat dilihat pada tabel 4.8 Data Penyelesaian Proyek

TABEL 1
DAFTAR URUTAN DAN WAKTU KEGIATAN PROYEK

Simbol Kegiatan	Uraian Kegiatan	Waktu perencanaan	Waktu aktual
A	1. Pembuatan <i>Life Conveyor</i>		
A1	a. Tahap Persiapan	3	3
B	2. Tahap Pembuatan <i>Roller</i>		
B1	a. Pengukuran dan Pemotongan	1	1
B2	b. Pembubutan As	2	4
B3	c. Pengetapan As	3	5
B4	d. Pengelasan as, pipa, <i>sprocket</i>	5	5
C	3. Tahap Pembuatan <i>Frame</i>		
C1	a. Pengukuran dan Pemotongan	1	1
C2	b. Pengeboran dan Pengelasan	4	4
D	4. Tahap Pembuatan <i>Adjust Table Floor</i>		
D1	a. Pemotongan dan Pengukuran	1	1
D2	b. Pembubutan dan Pengelasan	3	3
E	5. Tahap <i>Greared Motor</i>		
E1	a. Tahap <i>Greared Motor Sistem</i>	1	1
F	6. Tahap <i>Asembling</i>		
F1	a. Tahap Pengecatan	3	3
F2	b. Tahap Perakitan + Pemeriksaan	3	3
G	7. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>		
G1	a. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>	1	1
H	8. Tahap Pengemasan		
H1	a. Tahap Pengemasan dan Pemeriksaan	1	1
H2	b. Tahap Pengiriman	1	1
I	9. Tahap <i>Testing dan Comissioning</i>		
II	a. Tahap <i>Testing dan Comissioning</i>	4	4
	Total	27	31

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa ada beberapa tahap dalam pembuatan *Life Conveyor* mengalami keterlambatan waktu pengerjaan yang terjadi pada tahap pembubutan as dan pengetapan *roller* pada pembuatan *roller* masing- masing mengalami keterlambatan selama 2 hari sehingga total waktu perencanaan selama 27 hari dan waktu aktual 31 hari.

Pembuatan *Life Conveyor* terdiri atas beberapa tahap dimana tahap tahap ini saling berkaitan satu sama lain dimana kegiatan ini saling ketergantungan dengan kegiatan lainnya, dapat dilihat pada tabel 2

TABEL 2

DAFTAR URUTAN KEGIATAN PROYEK DENGAN KEGIATAN SEBELUMNYA

No	Kegiatan	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya
1	1. Pembuatan <i>Life Conveyor</i>	A	
	a. Tahap Persiapan	A1	A
2	2. Tahap Pembuatan <i>Roller</i>	B	
	a. Pengukuran dan Pemotongan	B1	A1
	b. Pembubutan As	B2	B1
	c. Pengetapan As	B3	B2
	d. Pengelasan as, pipa, <i>sprocket</i>	B4	B3
3	3. Tahap Pembuatan <i>Frame</i>	C	
	a. Pengukuran dan Pemotongan	C1	B1
	b. Pengeboran dan Pengelasan	C2	C1
4	4. Tahap Pembuatan <i>Adjust Table Floor</i>	D	
	a. Pemotongan dan Pengukuran	D1	C1
	b. Pembubutan dan Pengelasan	D2	D1
5	5. Tahap <i>Greared Motor</i>	E	
	a. Tahap <i>Greared Motor Sistem</i>	E1	B1
6	6. Tahap <i>Asembling</i>	F	
	a. Tahap Pengecatan	F1	B4, C2, D2, E1
	b. Tahap Perakitan + Pemeriksaan	F2	F1
7	7. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>	G	
	a. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>	G1	F2
8	8. Tahap Pengemasan	H	
	a. Tahap Pengemasan dan Pemeriksaan	H1	G1
	b. Tahap Pengiriman	H2	H1
9	9. Tahap <i>Testing dan Comissioning</i>	I	
	a. Tahap <i>Testing dan Commisioning</i>	I1	H2

Dengan ditentukannya hubungan antar kegiatan beserta waktu perencanaan, maka dapat dirangkai berbagai kegiatan yang berkaitan sehingga menyusun jaringan kerja (*Network Planning*)

2. Jalur Kritis

Pada *Critical Path Method* (CPM) dapat dilakukan penentuan waktu-waktu tercepat dan waktu-waktu terlambat dalam menjalankan aktivitas. Pada Tabel 3 dapat menunjukkan jumlah *Earlier Start* (ES), *Earlier Finish* (EF), *Latest Start* (LS), *Latest Finish* (LF), dan slack time. Contoh perhitungan waktu slack yaitu sebagai berikut:

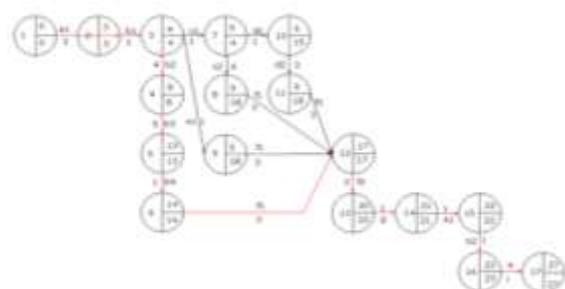
$$\text{Slack time } A = LS_A - ESA \\ = 0 - 0 = 0$$

Penentuan jalur kritis pada pembuatan life conveyor dapat dilihat pada tabel 3

TABEL 3
PERHITUNGAN SLACK TIME

No	Jenis Pekerjaan	Kode	Waktu (Hari)	Perhitungan Maju		Perhitungan Mandur		Slack Time LS-ES
				ES	EF	LS	LF	
1	1. Pembuatan <i>Life Conveyor</i>	A						
2	a. Tahap Persiapan	A1	3	0	3	0	3	0
3	2. Tahap Pembuatan <i>Roller</i>	B						
4	a. Pengukuran dan Pemotongan	B1	1	3	4	3	4	0
5	b. Pembubutan As	B2	4	4	8	4	8	0
6	c. Pengetapan As	B3	5	8	13	8	13	0
7	d. Pengelasan as, pipa, <i>sprocket</i>	B4	5	13	18	13	18	0
8	3. Tahap Pembuatan <i>Frame</i>	C						
9	a. Pengukuran dan Pemotongan	C1	1	4	5	13	14	9
10	b. Pengeboran dan Pengelasan	C2	4	5	9	14	18	9
11	4. Tahap Pembuatan <i>Adjust Table Floor</i>	D						
12	a. Pemotongan dan Pengukuran	D1	1	5	6	14	15	9
13	b. Pembubutan dan Pengelasan	D2	3	6	9	15	18	9
14	5. Tahap <i>Greared Motor</i>	E						
15	a. Tahap <i>Greared Motor Sistem</i>	E1	1	4	5	17	18	13
16	6. Tahap <i>Asembling</i>	F						
17	a. Tahap Pengecatan	F1	3	18	21	18	21	0
18	b. Tahap Perakitan + Pemeriksaan	F2	3	21	24	21	24	0
19	7. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>	G						
20	a. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>	G1	1	24	25	24	25	0
21	8. Tahap Pengemasan	H						
22	a. Tahap Pengemasan dan Pemeriksaan	H1	1	25	26	25	26	0
23	b. Tahap Pengiriman	H2	1	26	27	26	27	0
24	9. Tahap <i>Testing dan Comissioning</i>	I						
25	a. Tahap <i>Testing dan Commisioning</i>	I1	4	27	31	27	31	0

Dapat dilihat bahwa jalur kritis dapat diketahui dengan total float sama dengan nol. Maka dapat dilihat jalur kritis pembuatan *Life Conveyor* adalah $A1+B1+B2+B3+B4+F1+F2+G1+H1+H2+I1$ dengan waktu penyelesaian proyek paling lama yaitu 31 hari.



Gambar 1 *Network Diagram* Pembuatan *Life Conveyor*

3. Mempersikat Waktu dengan *Crashing Method*

Perhitungan waktu dan biaya proyek (*crashing method*) Pada alternative penambahan waktu kerja dalam percepatan proyek, hanya berlaku pada jalur kritis pada suatu kegiatan hal ini disebabkan kegiatan pada lintasan kritis merupakan kegiatan yang tidak boleh tertunda. Ada 11 kegiatan dalam jalur kritis yakni A1+B1+B2+B3+B4+F1+F2+G1+H1+H2+I1 Maka akan diambil kegiatan yang akan dijadikan alternative percepatan.

TABEL 5
TOTAL BIAYA LANGSUNG PEMBUATAN LIFE CONVEYOR

Simbol Kegiatan	Uraian Kegiatan	Waktu Kegiatan	Total Biaya Langsung
A	1. Pembuatan <i>Life Conveyor</i>		
A1	a. Tahap Persiapan	3	Rp23.184.000
B	2. Tahap Pembuatan <i>Roller</i>		
B1	a. Pengukuran dan Pemotongan	1	Rp17.865.000
B2	b. Pembubutan As	4	Rp16.462.000
B3	c. Penetapan As	5	Rp15.447.000
B4	d. Pengelasan as, pipa, sprocket	5	Rp18.239.000
C	3. Tahap Pembuatan <i>Frame</i>		
C1	a. Pengukuran dan Pemotongan	1	Rp12.839.000
C2	b. Pengeboran dan Pengelasan	4	Rp16.259.000
D	4. Tahap Pembuatan <i>Adjust Table Floor</i>		
D1	a. Pemotongan dan Pengukuran	1	Rp8.890.000
D2	b. Pembubutan dan Pengelasan	3	Rp16.977.000
E	5. Tahap <i>Greared Motor</i>		
E1	a. Tahap <i>Greared Motor Sistem</i>	1	Rp58.152.000
F	6. Tahap <i>Asembling</i>		
F1	a. Tahap Pengecatan	3	Rp17.336.000
F2	b. Tahap Perakitan + Pemeriksaan	3	Rp24.540.000
G	7. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>		
G1	a. Tahap <i>Box Pannel dan Wiring</i>	1	Rp31.575.000
H	8. Tahap <i>Pengemasan</i>		
H1	a. Tahap <i>Pengemasan dan Pemeriksaan</i>	1	Rp14.939.000
H2	b. Tahap <i>Pengiriman</i>	1	Rp7.113.000
I	9. Tahap <i>Testing dan Comissioning</i>		
I1	a. Tahap <i>Testing dan Comissioning</i>	4	Rp19.722.000
	Total		Rp319.539.000

Tabel diatas merupakan tabel biaya langsung pada proyek pengerjaan *Life Conveyor* untuk mencari perhitungan percepatan proyek, menggunakan perhitungan *time cost trade off* yang terdiri dua tahap yaitu
a. Perhitungan Produktivitas pekerja

Dalam perhitungan produktivitas pekerja digunakan untuk mengetahui berapa lama durasi crash serta mengetahui biaya *crash* tersebut. Berikut ini merupakan contoh perhitungan pada tahap penetapan as pada pembuatan *roller*

$$\text{Volume} = \frac{\text{Biaya Aktivitas A}}{\text{Total Biaya Proyek}} = \frac{\text{Rp. 23.184.000,00}}{\text{Rp. 319.539.000,00}} = 0,07$$

$$\text{Produktivitas Perhari} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{0,07}{1} = 0,02418$$

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{\text{Prod. Hari}}{\text{Jam Kerja perhari}} = \frac{0,02418}{7} = 0,0034$$

$$\begin{aligned} \text{Prod Crash} &= (\text{jam kerja} \times \text{Prod. Perjam}) + (\text{jml jamlembur} \\ &\quad \times \text{koefisien prod} \times \text{prod perjam}) \\ &= (7 \times 0,001813) + (3 \times 0,8 \times 0,001813) \\ &= 0,01729 \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{\text{Volume}}{\text{Prod Crash}} = \frac{0,0313}{0,01729} = 2,9 = 3 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Normal} &= \text{Durasi BiayaNormal} \times \text{Biaya Kerja Perhari} \\ &= 4 \times \text{Rp. 359.000,00} \\ &= \text{Rp. 1.436.000,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Crash Pekerja Perhari} &= \\ &= \text{Biaya Kerja Perhari} + \text{Biaya Lembur perhari} \\ &= \text{Rp. 359.000,00} + \text{Rp. 444.800,00} \\ &= \text{Rp. 803.800,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Crash} &= \text{Biaya Crash Pekerja perhari} \times \text{Durasi} \\ &\quad \text{Crash} \\ &= \text{Rp. 803.800,00} \times 3 \text{ hari} \\ &= \text{Rp 2.411.400,00} \end{aligned}$$

b. Perhitungan *Cost Slope*
Cost slope adalah perbandingan antar pertambahan biaya dan dilakukan untuk mempercepat waktu penyelesaian. Dimana perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Durations} - \text{Crash Durations}} \\ &= \frac{\text{Rp. 2.411.000} - \text{Rp. 1.436.000,00}}{4 - 1} \\ &= \text{Rp. 325.133} \end{aligned}$$

Dalam proses penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan diusahakan penambahan biaya seminimal mungkin. Kompresi dilakukan pada jalur lintas kritis dimulai dari aktivitas yang memiliki *cost slope* terendah. Dari pengolahan data yang telah dilakukan maka didapat percepatan dan slope biaya langsung untuk masing masing kegiatan proyek.

TABEL 6
SLOPE BIAYA /HARI PEMBUATAN LIFE CONVEYOR

Kegiatan	Normal		Dipercepat		Slope Biaya / Hari
	Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	
A					
A1	3	Rp23.184.000	2	Rp24.159.000	Rp975.000
B					
B1	1	Rp17.865.000	0	Rp17.865.000	Rp0
B2	4	Rp16.462.000	3	Rp17.437.399	Rp975.399
B3	5	Rp15.447.000	4	Rp16.867.200	Rp1.420.200
B4	5	Rp18.239.000	4	Rp19.659.200	Rp1.420.200
C					
C1	1	Rp12.839.000	0	Rp12.839.000	Rp0
C2	4	Rp16.259.000	3	Rp17.234.399	Rp975.399
D					
D1	1	Rp8.890.000	0	Rp8.890.000	Rp0
D2	3	Rp16.977.000	2	Rp17.594.000	Rp617.000
E					
E1	1	Rp58.152.000	0	Rp58.152.000	Rp0
F					
F1	3	Rp17.336.000	2	Rp17.866.600	Rp530.600
F2	3	Rp24.540.000	2	Rp25.324.400	Rp784.400
G					
G1	1	Rp31.575.000	0	Rp31.575.000	0
H					
H1	1	Rp14.939.000	0	Rp14.939.000	Rp0
H2	1	Rp7.113.000	0	Rp7.113.000	Rp0
I					
I1	4	Rp19.722.000	3	Rp20.613.201	Rp891.201

Kemudian dilakukan perbandingan waktu dan biaya setelah dilakukan percepatan berdasarkan pada lintasan kritis pembuatan *life conveyor*. Perhitungan waktu dan biaya setelah percepatan

a. Kegiatan Tahap Persiapan A1 dipercepat 2 hari

Tambahan biaya= slope x durasi percepatan
= Rp. 487.500,- x 2 = Rp. 975.000,-

Biaya Langsung = Biaya normal langsung + tambahan biaya

= Rp.319.539.000,- + Rp. 975.000,-
= Rp. 320.514.000,-

Biaya tidak langsung = waktu penyelesaian x biaya tidak langsung

= 29 x Rp.1.145.161.29
= Rp. 33.209.677.42

Total Cost = Biaya langsung+ Biaya tidak langsung
= Rp. 320.514.000,- + Rp.33.209.677,-
= Rp 353.723.677,-

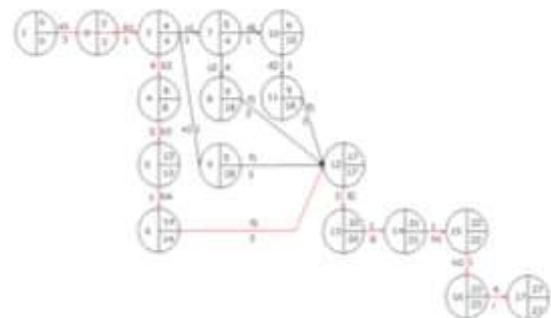
Dari pengolahan data yang telah dilakukan maka didapat waktu dan biaya setelah percepatan yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

TABEL 7.
RESUME PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA SETELAH PERCEPATAN

Kegiatan	Waktu	Total Biaya
Kegiatan Normal	31 hari	Rp355.039.000,00
Kegiatan A1 dipercepat 2 hari	29 hari	Rp 353.723.677,-
Kegiatan B2 dipercepat 3 hari	28 hari	Rp352.578.916,12
Kegiatan B3 dipercepat 4 hari	27 hari	Rp351.878.554,83
Kegiatan B4 dipercepat 4 hari	27 hari	Rp351.878.554,83
Kegiatan C2 dipercepat 3 hari	28 hari	Rp352.578.916,12
Kegiatan D2 dipercepat 2 hari	29 hari	Rp353.365.677,41
Kegiatan H1 dipercepat 2 hari	29 hari	Rp353.279.277,41
Kegiatan H2 dipercepat 2 hari	29 hari	Rp353.533.077,41
Kegiatan I1 dipercepat 3 hari	28 hari	Rp352.494.716,12

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa percepatan paling optimal pada kegiatan tahap pembuatan *roller* pada saat pengelasan yaitu dengan mempercepat pengerjaan selama 4 hari dan waktu penyelesaian selama 27 hari dengan biaya sebesar Rp.351.878.554,83

Sehingga *network diagram* pembuatan *life conveyor* setelah percepatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2 *Network Diagram* Pembuatan *Life Conveyor* Setelah Percepatan

Dari gambar diatas maka percepatan optimal dilakukan pada kegiatan b4 yaitu kegiatan pengelasan as, pipa dan sproket pada pembuatan komponen *roller*.

Setelah didapatkan percepatan optimal maka dapat diketahui efisiensi waktu yang didapat kan dengan metode *Critical Path Method* didapat hasil sebagai berikut:

$$\text{Optimalisasi} = \frac{\text{Waktu Normal} - \text{Waktu setelah percepatan}}{\text{Waktu Normal}} \times 100\%$$

$$= \frac{31 \text{ hari} - 27 \text{ hari}}{31 \text{ hari}} \times 100\% = 12,96\%$$

Maka diketahui bahwa percepatan yang dilakukan dengan menggunakan *Critical Path Method* tingkat optimalisasi pengerjaan proyek *life conveyor* di PT Dwijaya Sentral Sarana sebesar 12,96%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa Efisiensi pembuatan Life Conveyor di PT DSS dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) memiliki jalur kritis yaitu $A1+B1+B2+B3+B4+F1+F2+G1+H1+H2+I1$ dengan waktu normal penyelesaian proyek adalah 31 hari dengan biaya sebesar Rp 355.309.000,- maka dengan melakukan crashing, program untuk mempersingkat waktu, didapatkan waktu penyelesaian proyek sebesar 27 hari dengan total biaya *crashing* sebesar Rp 356.541.000,- dengan tingkat optimalisasi percepatan waktu pengerjaan sebesar 12,96%

REFERENCES

- [1] Husen, A. (2009) *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. C.V Andi Offset. Yogyakarta
- [2] Herjanto, Eddy. (2008). *Manajemen Operasi*, Edisi ketiga. Grasindo. Jakarta.
- [3] Gray. C. F dan Erik. W. L. (2007). *Manajemen Proyek Proses Manajerial*. Edisi Ketiga. Andi. Yogyakarta.
- [4] Render, Barry & Jay Heizer. (2009). *Manajemen Operasi*. Jakarta. Salemba Empat.
- [5] Dimiyati, D. H., & Nurjaman, K. (2014). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Pustaka Setia.
- [6] Djojowirono, Soengeng. (2009) *Manajemen Konstruksi*, Edisi keempat. Yogyakarta. Penerbit Universitas Gadjah Mada.