



ANALISA PERCEPATAN PROYEK PEMBUATAN MESIN GRINDING CAT DENGAN *TIME COST TRADE OFF METHOD* (Studi Kasus : PT TDI Sidoarjo)

Safira Azham Abdullah^{1✉}, Mochammad Singgih²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.vxix.xx

✉ Corresponding author:

[1411900176@surel.untag-sby.ac.id]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Percepatan proyek;</i> <i>PDM;</i> <i>Time cost trade off;</i></p>	<p>Studi kasus pada penelitian ini adalah proyek pembentukan mesin grinding pasta cat di PT Pabrik Cat Tunggal Djaja Indah. Pada pelaksanaannya proyek ini dinilai mengalami keterlambatan selama 2 minggu, dengan waktu total penyelesaian proyek yaitu selama 120 hari, maka diperlukan adanya percepatan proyek. Metode penjadwalan dilakukan dengan menggunakan PDM (Precedence Diagram Method) dengan perangkat lunak Microsoft Project 2016 untuk mencari jalur kritis yang kemudian setelah diketahui kegiatan kritisnya dilakukan crashing pada solusi peningkatan jam kerja atau lembur serta peningkatan pekerja optimum. Pada tehnik Time Cost Trade Off akan dilaksanakan analisis terhadap periode setelah adanya crashing. Diperoleh hasil durasi optimal untuk menyelesaikan proyek ini adalah 107 hari dengan percepatan sebanyak 13 hari kerja dengan presentase 10,38% dan biaya total optimal sebesar Rp 262.947.693 dengan efisiensi sebesar biaya sebesar 3,56%.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>accelerated project;</i> <i>PDM;</i> <i>Time cost trade off;</i></p>	<p>Abstract</p> <p>The case study in this research is a project to manufacture a paint paste grinding machine at PT Pabrik Cat Tunggal Djaja Indah. In its implementation, this project is considered to have a delay of 2 weeks, with a total project completion time of 120 days, so project acceleration is needed. The scheduling method is carried out using PDM (Precedence Diagram Method) with the help of Microsoft Project 2016 software to find the critical path, then after knowing the critical activities, crashing is carried out with the alternative of adding working hours or overtime and adding optimum workers. The Time Cost Trade Off method will analyze the time after crashing. The optimal duration to complete this project is 107 days with an acceleration of 13 working days with a percentage of 10.38% and an optimal total cost of Rp 262,947,693 with a cost efficiency of 3.56%.</p>

1. PENDAHULUAN

PT. Pabrik Cat Tunggal Djaja Indah merupakan produsen cat yang berlokasi di Jl. Letjen Suprpto No. 26, Kec. Waru, Kab. Sidoarjo. Perusahaan ini mempunyai tiga wilayah produksi yaitu thinner, solvent base dan water base. Pada tahun 2022, perusahaan hendak melakukan efisiensi dengan cara menurunkan biaya listrik yang disebabkan oleh penggunaan mesin model Triple Roll di wilayah produksi water base yang mengharuskan

perusahaan untuk melakukan pengadaan mesin baru. Terdapat dua opsi yang disetujui pihak manajemen perusahaan diantaranya membeli mesin baru (impor) atau membuat mesin secara mandiri dengan prototype mesin model Basket Mill yang telah dibeli sebelumnya untuk wilayah solvent base.

Pelaksanaan proyek tentunya membutuhkan perencanaan yang baik agar proyek terlaksana sesuai target yang diharapkan. Proyek pelaksanaan pembuatan mesin dilakukan oleh divisi teknik engineering yang terdiri dari 3 bagian yaitu mekanik, machining dan electric serta dibantu satu tenaga ahli sebagai engineer nya. Pada penulisan ini, dilakukan pengamatan dan analisa pada pembentukan mesin grinding pasta cat Water Base. Konflik yang terjadi diroses proyek ini dipilih sebab adanya kelalaian durasi pada pelaksanaannya. Berikut adalah gambar bar chart jadwal realisasi proyek.

No.	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)	WAKTU PELAKSANAAN																											
			April				Mei				Juni				Juli				Agust				Sept							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Desain	20	■	■	■	■																								
2	Mechanical Engineering	10					■	■																						
3	Electrical Engineering	10																												
4	Approval budgeting	2																												
5	Pengadaan barang dan jasa	15																												
6	Machining unit spare part	30																												
7	Fabrikasi rangka struktur	15																												
8	Outfitting mekanik per unit	10																												
9	Fabrikasi electrical	3																												
10	Perakitan panel	3																												
11	Outfitting power pack	3																												
12	Penarikan kabel	3																												
13	Fine tuning kelistrikan	10																												
14	Simple dry trial in warehouse	1																												
15	Trial dry	1																												
16	Trial with product	2																												
17	Setting mesin di lokasi produ	2																												
18	Trial dry	2																												
19	Trial complete	2																												
20	Penyempurnaan operasional mesin	5																												
21	Supervisi operasional mesin	3																												
22	Serah terima	1																												

Gambar 1 Penjadwalan Realisasi Proyek

2. METODE

Manajemen proyek mempunyai komponen sebagai berikut yaitu merangkai, mengelompokan, memimpinkan, serta mengontrol aktivitas semua peserta organisasi dan sumber daya lainnya guna meraih target kelompok yang sudah ditetapkan (Arianie & Puspitasari, 2017).

Metode pertama adalah dengan mencari jalur kritis atau kegiatan kritis dengan membuat jaringan kerja yang menggabungkan klasifikasi AON (Activity On Node) adalah metode diagram preseden (PDM). Aktivitas dituliskan dalam node, yang biasanya berbentuk persegi panjang, dan anak panah hanya berfungsi sebagai panduan antar aktivitas yang bersangkutan (Soeharto, 1995). Kemudian metode kedua yang dilakukan setelah mendapatkan kegiatan kritisnya melalui PDM dengan bantuan Ms. Project adalah dengan metode *crashing*.

Terdapat dua komponen waktu yang ada dalam crashing, yaitu: Normal Duration (Waktu Normal), yaitu penyelesaian kagitan proyek dalam kondisi normal dan waktu percepatan, yaitu waktu terpendek yang kemungkinan besar diterima untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan rumus sebagai berikut :

$$Crash\ Duration = (Volume\ pekerjaan)/(Produktivitas\ Harian\ Sesudah\ Crash) \dots\dots\dots(1)$$

Dari dua unsur diatas didapatkan Total Waktu Akselerasi dengan persamaan (Aviyani & Dofir, 2021):

$$Crash\ Duration\ total = Normal\ Duration - Crash\ Duration \dots\dots\dots(2)$$

Crash duration ini didapat dengan menambahkan jam kerja atau lembur pada aktivitas dalam jalur kritis yang dipercepat waktu pengerjaan pada masing – masing kegiatannya.

Setelah dilakukan crashing, langkah selanjutnya adalah dengan menggunakan metode *trade off* atau pertukaran antara waktu dan biaya (time cost trade off). Pada metode ini pendekatan metodis dan analitis yang berfokus pada kegiatan proyek yang ada pada jalur kritis dan kemudian dihitung untuk percepatan dengan melakukan penambahan biaya pada nilai *cost slope* terkecil sehingga berdampak pada perbaikan jadwal optimal dan biaya paling minimal (Husen, 2010). Pehitungan dilakukan pada kegiatan kritis dengan adanya biaya tambahan jam lembur namun ditukar dengan biaya tidak langsung (biaya overhead) yang semakin sedikit dengan adanya percepatan waktu proyek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Jalur Kritis

Pencarian jalur kritis dengan bantuan aplikasi Microsoft Project 2016. Berikut adalah tabel hasil pengolahan data pada MS Project. this way.

Tabel 1 Jalur Kritis Pembuatan Mesin Grinding Pasta Cat

Notasi	Detil Pekerjaan	Durasi	Total Float	Status
A	Desain	20	0 days	Kritis
B	Mechanical Engineering	10	0 days	Kritis
C	Electrical Engineering	10	0 days	Kritis
D	Approval budgeting	2	0 days	Kritis
E	Pengadaan barang dan jasa	15	0 days	Kritis
F	Machining unit spare part	30	0 days	Kritis
G	Fabrikasi rangka struktur	15	15 days	Non-kritis
H	Assembly mekanik per unit	10	0 days	Kritis
I	Fabrikasi electrical	3	0 days	Kritis
J	Perakitan panel	3	0 days	Kritis
K	Outfitting power pack	3	0 days	Kritis
L	Penarikan kabel	3	0 days	Kritis
M	Fine tuning kelistrikan	10	0 days	Kritis
N	Simple dry trial in warehouse	1	0 days	Kritis
O	Trial dry	1	0 days	Kritis
P	Trial with product	2	0 days	Kritis
Q	Setting mesin di lokasi produksi	2	0 days	Kritis
R	Trial dry di lokasi produksi	2	0 days	Kritis
S	Trial complete	2	0 days	Kritis
T	Penyempurnaan operasional mesin	5	0 days	Kritis
U	Supervisi operasional mesin	3	0 days	Kritis
V	Serah terima	1	0 days	Kritis

Setelah jalur kritis diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu crashing. Data yang diperlukan untuk mencari waktu crashing adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung (biaya overhead). Berikut adalah tabel biaya langsung dan tidak langsung proyek ini.

Tabel 2 Biaya Langsung Proyek

Notasi	Item Pekerjaan	Jumlah Biaya
A	Desain	Rp2.755.900
B	Mechanical Engineering	Rp196.840
C	Electrical Engineering	Rp196.840
D	Approval budgeting	Rp39.368
E	Pengadaan barang dan jasa	Rp2.066.925
F	Machining unit spare part	Rp80.087.867
G	Fabrikasi rangka struktur	Rp15.005.367
H	Assembly mekanik per unit	Rp29.196.150
I	Fabrikasi electrical	Rp826.770
J	Perakitan panel	Rp1.377.685
K	Outfitting power pack	Rp3.334.685
L	Penarikan kabel	Rp3.340.155
M	Fine tuning kelistrikan	Rp41.400.950
N	Simple dry trial in warehouse	Rp137.795
O	Trial dry	Rp137.795
P	Trial with product	Rp551.180

Q	Setting mesin di lokasi produksi	Rp1.280.860
R	Trial dry di lokasi produksi	Rp551.180
S	Trial complete	Rp551.180
T	Penyempurnaan operasional mesin	Rp1.377.950
U	Supervisi operational mesin	Rp944.874
V	Serah terima	Rp275.590
Total Biaya Langsung		Rp185.633.906

Tabel 3 Rincian biaya tidak langsung

Jenis Mesin	Durasi (hari)	Jam Efektif	KWH	Harga /KWH Industri	Total
Gerinda circle (2)	25	4	15	Rp27.869	Rp 696.713
Overhead crane (1)	10	2	15	Rp16.721	Rp 250.817
Mesin bubut (2)	30	6	270	Rp300.980	Rp 81.264.546
Mesin las listrik (3)	15	4	54	Rp60.196	Rp 3.250.582
Mesin las tig (1)	10	5,5	24,75	Rp27.590	Rp 682.848
Mesin bor (2)	10	3	3,3	Rp1.226	Rp 1.349
Gerinda poles (3)	6	3,5	11,34	Rp12.641	Rp 143.351
Chiller (1)	3	5	25,8	Rp28.760	Rp 742.016
Total Biaya Tidak Langsung					Rp 87.032.220

Dari perhitungan biaya tidak langsung diatas dapat diketahui biaya tidak langsung per hari nya.

$$\text{Biaya tidak langsung per hari} = \text{Rp } 87.032.220 / 120 \text{ hari} = \text{Rp } 725.268$$

2. Penambahan jam kerja (lembur)

Pada alternatif ini, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan (1) dan persamaan (2) untuk mencari durasi crashing serta dilakukan perhitungan produktivitas haruian dengan persamaan,

- Produktivitas harian = (volume pekerjaan)/(durasi pekerjaan)
- Produktivitas per jam = (produktivitas harian)/(8 jam)
- Produktivitas harian sesudah crash = (8 jam x produktivitas / jam) + (penurunan prestasi kerja x produksi / jam). Contoh perhitungan nya pada pekerjaan machining part per unit didapat waktu efektif lembur selama 5 jam.

Untuk waktu lembur dilakukan selama 3 hari selama proyek berlangsung.

$$\text{Waktu lembur} = 5 \text{ jam/hari} \times 3 = 15 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya lembur Pekerja} = \text{Rp } 49.500 \text{ (kebijakan perusahaan)}$$

$$\text{Upah lembur Pekerja} = 6 \times 15 \text{ (jam)} \times \text{Rp } 49.500 = \text{Rp } 4.455.000$$

Perhitungan diatas dilakukan pada masing-masing kegiatan yang memiliki volume pekerjaan selain 1 unit. Kemudian di rekap dalam tabel berikut.

Tabel 4 Slope akibat percepatan jam lembur

Notasi	Normal		Crashi ng	Percepatan		Slope
	Durasi	Biaya (Rp)		Durasi	Biaya (Rp)	
E	15	2.066.952	3	12	3.836.877	1.769.925
L	3	3.340.155	1	2	5.122.155	1.782.000
Q	2	1.280.860	1	1	3.656.860	2.376.000
H	10	29.196.150	2	8	32.166.150	2.970.000
F	30	80.087.867	6	24	84.543.367	4.455.500

Sumber : olah data excel

Perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung serta biaya total dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{Biaya langsung} = \text{Rp } 185.633.906 + \text{Rp } 1.769.925 = \text{Rp } 187.403.831$$

$$\text{Biaya tidak langsung} = (\text{Rp } 87.032.220 / 120) \times 117 = \text{Rp } 84.856.415$$

Tabel 5 Biaya langsung jam lembur

Pekerjaan	Durasi	Biaya langsung
	120	Rp185.633.906
Pengadaan barang dan jasa	117	Rp187.403.831
Penarikan Kabel	116	Rp187.415.906
Setting mesin dilokasi produksi	115	Rp188.009.906
Asembly mekanik per unit	113	Rp188.603.906
Machining unit spare part	107	Rp190.089.406

Sumber : olah data excel

Tabel 6 Biaya tidak langsung jam lembur

Pekerjaan	Durasi	Biaya tidak langsung
	120	Rp87.032.220
Pengadaan barang dan jasa	117	Rp84.856.415
Penarikan Kabel	116	Rp84.131.146
Setting mesin dilokasi produksi	115	Rp83.405.878
Asembly mekanik per unit	113	Rp81.955.341
Machining unit spare part	107	Rp77.603.730

Sumber : olah data excel

Kemudian dilakukan penjumlahan biaya langsung dan biaya tidak langsung seperti yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 7 Total biaya proyek jam lembur

Durasi		Biaya langsung	Biaya tidak langsung	Total Biaya
120	N	Rp185.633.906	Rp87.032.220	Rp272.666.126
117	D	Rp187.403.831	Rp84.856.415	Rp272.260.246
116	D	Rp187.415.906	Rp84.131.146	Rp271.547.052
115	D	Rp188.009.906	Rp83.405.878	Rp271.415.784
113	D	Rp188.603.906	Rp81.955.341	Rp270.559.247
107	D	Rp190.089.406	Rp77.603.730	Rp267.693.136

Sumber : olah data excel

Keterangan :

D : durasi dipercepat

N : durasi normal

Ditinjau dari hasil pengolahan data pada tabel 7 maka diperoleh total durasi proyek dengan durasi optimal 107 hari kerja dan menghasilkan total biaya proyek yang optimal sebesar Rp 267.693.136 dengan waktu efisien dan biaya efisien sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi waktu proyek} = 120 \text{ hari kerja} - 107 \text{ hari kerja} = 13 \text{ hari}$$

$$\text{Efisiensi waktu (\%)} = (120-107)/120 \times 100\% = 10,38\%$$

$$\text{Efisiensi biaya proyek} = \text{Rp}272.666.126 - \text{Rp}267.693.136 = \text{Rp } 4.972.991$$

$$\text{Efisiensi biaya (\%)} = (\text{Rp}272.666.126 - \text{Rp}267.693.136) / \text{Rp}272.666.126 \times 100\% = 1,84\%$$

3. Penambahan Pekerja

Pada alternatif ini bergantung pada hasil percepatan yang dilakukan dengan penambahan jam kerja yang kemudian dihitung dengan persamaan yang sama dengan perhitungan sebelumnya. Berikut adalah contoh perhitungan pada kegiatan machining part per unit.

$$\text{Jumlah pekerja} = (0,889 \times 79)/(24 \text{ hari}) = 3,8 = 4 \text{ orang}$$

$$\text{Upah pekerja} = 4 \times (\text{Rp } 155.000 \times 0,889) = \text{Rp } 551.180$$

$$\text{Kapabilitas supervisor} = 1/(0,889/0,074) = 0,083 = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Upah supervisor} = 1 \times \text{Rp } (266.000 \times 0,074) = \text{Rp } 19.684$$

Maka dapat dihitung upah tenaga kerja durasi percepatan sebagai berikut: (Rp 551.180 + Rp 19.684) x 24 hari kerja = Rp 13.700.736

$$\begin{aligned} \text{Slope biaya} &= (\text{Biaya dipercepat-Biaya normal})/(\text{waktu normal-waktu dipersingkat}) \\ &= (\text{Rp } 13.700.736 - \text{Rp } 8.858.220) / (30-24) = \text{Rp } 807.086 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Slope biaya percepatan 6 hari} = \text{Rp } 807.086 \times 6 = \text{Rp } 4.842.516$$

Tabel 8 Slope Biaya Akibat Penambahan Pekerja

Notas i	Normal		Crashing	Percepatan		Slope
	Durasi	Biaya		Durasi	Biaya	
L	15	1.299.207	1	2	1.141.728	-Rp157.479
Q	2	2.244.088	1	1	2.224.404	-Rp19.684
H	10	9.842.490	2	8	10.078.712	Rp236.222
E	3	6.496.035	3	12	6.850.368	Rp354.333
F	30	8.858.220	6	24	13.700.736	Rp4.842.516

Sumber : olah data excel

Kemudian dilakukan perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung serta biaya total dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti dibawah ini.

$$\text{Biaya langsung} = \text{Rp } 185.633.906 - \text{Rp } 157.479 = \text{Rp } 185.476.427$$

$$\text{Biaya tidak langsung} = (\text{Rp } 87.032.220 : 120) \times 119 = \text{Rp } 86.306.952$$

Berikutnya dilakukan perhitungan mencari biaya langsung dan tidak langsung akibat penambahan jam kerja seperti yang dilakukan pada penambahan jam lembur sehingga didapat hasil biaya total pada tabel berikut ini.

Tabel 9 perhitungan total biaya proyek penambahan pekerja

Durasi		Biaya langsung	Biaya tidak langsung	Total Biaya
120	N	Rp185.633.906	Rp87.032.220	Rp272.666.126
119	D	Rp185.476.427	Rp86.306.952	Rp271.783.379
118	D	Rp185.614.222	Rp85.581.683	Rp271.195.905
116	D	Rp185.870.128	Rp84.131.146	Rp270.001.274
113	D	Rp185.988.239	Rp81.955.341	Rp267.943.580
107	D	Rp190.476.422	Rp77.603.730	Rp268.080.152

Sumber : olah data excel

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel diatas maka diperoleh total durasi proyek proyek dengan durasi optimal 107 hari kerja dan total cost proyek yang optimal sejumlah Rp268.080.152 dengan efisiensi waktu proyek dan efisiensi biaya proyek sebagai berikut.

Efisiensi biaya proyek = Rp 272.666.126 – Rp268.080.152 = Rp 4.585.975

Efisiensi biaya proyek (%) = $\frac{\text{Rp } 272.666.126 - \text{Rp}268.080.152}{\text{Rp } 272.666.126} \times 100\% = 1,68\%$

4. Perencanaan penjadwalan setelah percepatan

Perencanaan jadwal proyek baru dilakukan dengan tidak melakukan perubahan pada alur pekerjaan dan kebutuhan material yang dipakai pada proyek ini. Berikut adalah tabel detail kegiatan proyek setelah dilakukan percepatan durasi pertambahan jam kerja atau lembur.

Tabel 10 Durasi Pekerjaan Setelah Percepatan

Pekerjaan	Notasi	Detil Pekerjaan	Durasi	Hub Logis Predc-Succ
Engineering	A'	Desain	20	-
	B	Mechanical Engineering	10	A (FS)
	C	Electrical Engineering	10	A (FS)
	D	Approval budgeting	2	B,C (FS)
	E	Pengadaan barang dan jasa	12	D (FS)
Mechanical	F	Machining unit spare part	24	E (FS)
	G	Fabrikasi rangka struktur	15	F (SS)
	H	Assembly mekanik per unit	8	F,G (FS)
Electrical	I	Fabrikasi electrical	3	F (SS)
	J	Perakitan panel	3	F (SS)
	K	Outfitting power pack	3	J,I (FS)
	L	Penarikan kabel	2	J (FS)
	M	Fine tuning kelistrikan	10	L,K (FS)
Trial	N	Simple dry trial in warehouse	1	H,M (FS+18)
	O	Trial dry	1	N (FS)
	P	Trial with product	2	O (FS)
	Q	Setting mesin di lokasi produksi	1	O (FS)
Finishing	R	Trial dry di lokasi produksi	2	Q,P (FS)
	S	Trial complete	2	R (FS)
	T	Penyempurnaan operasional mesin	5	R,S (FS)
	U	Supervisi operasional mesin	3	T (FS)
	V	Serah terima	1	U (FS)

Sumber : Penjadwalan Ms. Project

Tabel 11 Alokasi Jam Lembur

Notasi	Pekerjaan	Durasi (jam)	Durasi (hari)	Upah Lembur (Rp)
E	Pengadaan barang dan jasa	2	3	1.769.925
F	Machining unit spare part	5	3	1.782.000
H	Asembly mekanik per unit	4	3	2.376.000
L	Penarikan Kabel	4	3	2.970.000
Q	Setting mesin dilokasi prod	4	3	4.455.500
Total Upah Lembur				13.353.425

Sumber : olah data excel

Perencanaan pada proyek yang akan datang dilakukan dengan cara mengubah jumlah tenaga kerja pada tiap – tiap kegiatan sesuai dengan rumus berikut, contoh pada kegiatan desain :

$$\text{Jumlah pekerja} = (0,889 \times 1)/(20 \text{ hari}) = 0,045 \text{ orang}$$

$$\text{Upah pekerja} = 0,045 \times \text{Rp}155.000 = \text{Rp } 6.890$$

$$\text{Jumlah supervisor} = (0,074 \times 1)/(20) = 0,004 \text{ orang}$$

$$\text{Upah supervisor} = 0,004 \times \text{Rp } 266.000 = \text{Rp } 984,20$$

Maka dapat dihitung upah tenaga kerja durasi normal sebagai berikut:

$$(\text{Rp } 6.890 + \text{Rp } 984,20) \times 20 \text{ hari kerja} = \text{Rp } 157.479$$

Kemudian dilanjutkan perhitungan pada masing-masing kegiatan, sehingga didapatkan biaya langsung setelah percepatan terhadap table berupa.

Tabel 12 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Langsung setelah percepatan

Notasi	Uraian Pekerjaan	Durasi	TK	Vol.	Jumlah
A	Desain	20	1	1	Rp157.479
B	Mechanical Engineering	10	1	1	Rp157.479
C	Electrical Engineering	10	1	1	Rp157.479
D	Approval Budgeting	2	1	1	Rp157.479
E	Pengadaan Barang dan Jasa	12	5	52	Rp8.188.908
					Rp8.818.824
F	Machining unit spare part	24	4	79	Rp67.725.608
G	Fabrikasi rangka struktur	15	2	30	Rp11.462.037
H	Assembly mekanik per unit	8	10	81	Rp35.062.199
					Rp114.249.844
I	Fabrikasi Electrical	3	1	1	Rp157.479
J	Perakitan panel	3	1	1	Rp1.121.779
K	Outfitting power pack	3	1	1	Rp3.332.400
L	Penarikan kabel	2	6	100	Rp3.996.000
M	Fine tuning kelistrikan	10	1	1	Rp40.180.479
					Rp50.131.937
N	Simple dry trial in warehouse	1	1	1	Rp157.479
O	Trial dry	1	1	1	Rp157.479
P	Trial dry with product	2	1	1	Rp157.479
Q	Setting mesin di lokasi produksi	1	18	18	Rp3.013.122
					Rp3.485.559
R	Trial dry di lokasi produksi	2	1	1	Rp157.479
S	Trial complete	2	1	1	Rp157.479

T	Penyempurnaan operasional	5	1	1	Rp157.479
U	Supervisi operasional	3	1	1	Rp157.479
V	Serah terima	1	1	1	Rp157.479
					Rp787.395
Total Biaya Langsung					Rp171.990.538

Sumber : olah data excel

Kemudian dijumlahkan seluruh total biaya langsung pada tabel 12 dengan total upah lembur (tabel 11) serta jumlah anggaran tak langsung pada tabel 6 pada hari ke 107. Berikut perhitungan jumlah anggaran proyek .

Total Biaya = jumlah biaya langsung + jumlah biaya tidak langsung + upah lembur

$$= \text{Rp } 171.990.538 + \text{Rp } 13.353.425 + \text{Rp } 77.603.730 = \text{Rp } 262.947.693$$

Efisiensi biaya proyek = Total biaya awal – Total biaya perencanaan

$$= \text{Rp } 272.666.126 - \text{Rp } 262.947.693 = \text{Rp } 9.718.433$$

$$\text{Efisiensi biaya proyek (\%)} = (\text{Rp } 272.666.126 - \text{Rp } 262.947.693) / (\text{Rp } 272.666.126) \times 100\% = 3,56\%$$

4. KESIMPULAN

Waktu normal total pembuatan mesin grinding pasta cat yaitu 120 hari dengan total biaya sebesar Rp272.666.126, namun dengan adanya percepatan pada tehnik *time cost trade off* (TCTO) diperoleh periode optimal secara adanya peningkatan waktu lembur didapat *crashing* waktu optimal selama 13 hari dengan biaya total sebesar Rp267.693.136, sedangkan dengan adanya penambahan pekerja didapatkan biaya total sebesar Rp268.080.152. Perhitungan perencanaan ulang adalah dengan mengkombinasikan perencanaan ulang jumlah tenaga kerja dengan perhitungan percepatan waktu jam lembur sehingga diperoleh durasi optimal 107 hari dengan presentase sebesar 10,38% dan dengan efisiensi biaya sebesar 3,56% yaitu Rp9.718.433, dengan total biaya menjadi sebesar Rp 262.947.693.

5. SARAN

Perencanaan proyek ini diinginkan bisa sebagai acuan perusahaan jika akan melakukan proyek penambahan fasilitas perusahaan perusahaan agar biaya yang akan dikeluarkan dapat dievaluasi serta dapat mengoptimalkan total pekerja yang ditetapkan pada setiap aktivitas pembangunan sehingga dapat melakukan efisiensi total biaya proyek.

REFERENCES

- Ariane, G. P., & Puspitasari, N. B. (2017). PERENCANAAN MANAJEMEN PROYEK DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN EFEKTIFITAS SUMBER DAYA PERUSAHAAN (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 12(3), 189. <https://doi.org/10.14710/jati.12.3.189-196>
- Aviyani, V., & Dofir, A. (2021). ANALISIS PERCEPATAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA DAN TENAGA KERJA Studi Kasus : Pembangunan PKL Higienis Kementerian PUPR. *Artesis*, 1(2), 125-131.
- Husen, A. (2010). *Manajemen proyek : Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek* (Edisi Revi). ANDI.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional* (1st ed.). ERLANGGA.