

EVALUASI PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PADA PEMBUATAN CRUDE STORAGE TANK (600 MB) MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD

Muhamad Ridwan, Supriyadi Supriyadi, Tri Joko Wibowo

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

Email: m.ridwan1567@gmail.com; supriyadi@supriyadi.com; rb.bowo@gmail.com

Abstrak – Perusahaan menggunakan metode Gantt Chart untuk perencanaan penjadwalan, namun metode ini memiliki beberapa kelemahan yaitu tidak dapat menunjukkan secara eksplisit hubungan antar kegiatan dan bagaimana suatu kegiatan berakibat pada kegiatan lain jika waktunya terlambat atau dipercepat. Untuk menentukan durasi optimal dan total biaya pembangunan 1 (satu) buah Crude Storage Tank kapasitas 600 MB (Mega Barrel) diperlukan optimasi durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek selesai dan mencari kemungkinan percepatan waktu proyek dengan menggunakan metode Critical Path Method adalah suatu metode yang digunakan untuk membuat penjadwalan proyek. Dengan menggunakan metode Critical Path Method pekerjaan pembangunan 1 (satu) buah Crude Storage Tank berkapasitas 600 MB (Mega Barrel) pada proyek Open Access (Phase-1) RU-II Dumai, dapat diselesaikan dalam kurun waktu 384 hari / 64 minggu, dan lintasan kritis terletak pada kegiatan b-c-d-e-f-j-l dengan total biaya Rp. 15.086.074.328.

Kata kunci: Critical Path Method; Gantt Chart; Penjadwalan; Lintasan Kritis; Percepatan Proyek

Abstract -- The company uses the Gantt Chart method for scheduling planning, but this method has several disadvantages, that is, it cannot explicitly indicate the relationship between activities and how one activity results in other activities if the time is late or accelerated. To determine the optimal duration and the total cost of building 1 (one) Crude Storage Tank capacity of 600 MB (Mega Barrel) an optimization of the duration of the project is needed so that it can be known how long a project is completed and looking for possible acceleration of project time using the Critical Path Method is a method used to make project scheduling. By using the Critical Path Method method the work of building 1 (one) Crude Storage Tank with a capacity of 600 MB (Mega Barrel) on the Open Access (Phase-1) RU-II Dumai project, can be completed within a period of 384 days/64 weeks, and trajectory critical lies in the b-c-d-e-f-j-l activity with a total cost of Rp. 15,086,074,328.

Keywords: Critical Path Method; Gantt Chart; Scheduling; Critical Path; Project Acceleration

PENDAHULUAN

Proyek merupakan kegiatan yang mempunyai durasi tertentu mengalokasikan sumber daya tertentu dan n untuk menghasilkan produk atau *deliverable* (Soeharto, 1997). Proyek mempunyai ciri batas waktu tertentu sehingga membutuhkan perencanaan agar bisa selesai sesuai dengan yang telah direncanakan (Taurusyanti & Lesmana, 2015). Mencapai target waktu yang telah ditetapkan adalah tujuan yang sangat penting bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

Namun, kesuksesan atau kegagalan dalam pelaksanaannya seringkali dipengaruhi oleh kurangnya perencanaan dan pengendalian yang efektif dalam kegiatan proyek. Hal ini dapat menyebabkan kurangnya efisiensi dalam pelaksanaan proyek, yang pada gilirannya akan

mengakibatkan keterlambatan, penurunan kualitas pekerjaan, dan peningkatan biaya.

Keterlambatan dalam menyelesaikan proyek adalah kondisi yang sangat tidak diinginkan dan dapat merugikan baik dari segi waktu maupun biaya (Proboyo, 1999). Oleh karena itu, perusahaan harus sangat efisien dalam penggunaan waktu dalam setiap aktivitas atau kegiatan produksi sehingga biaya dapat diminimalkan dari rencana semula. Sebagai contoh, dalam perluasan pabrik, manajemen jadwal kerja yang baik dengan perhitungan yang teliti dan cermat sangat diperlukan..

Untuk menganggap sebuah proyek sebagai baik, diperlukan penyelesaian proyek yang efisien, diukur dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat.

(Badri, 2001). Kebutuhan sumber daya untuk setiap aktivitas proyek bisa berbeda, sehingga ada kemungkinan terjadi fluktuasi kebutuhan sumber daya (Astutik, 2015). Kebutuhan sumber daya untuk setiap aktivitas proyek mungkin berbeda, sehingga fluktuasi kebutuhan sumber daya dapat terjadi dan berdampak pada anggaran proyek karena biaya tetap keluar.

Oleh karena itu, perencanaan kegiatan proyek menjadi sangat penting karena menjadi dasar untuk memastikan bahwa proyek dapat berjalan dengan baik dan selesai dengan waktu yang optimal. Tahap perencanaan proyek melibatkan estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek, namun dalam kenyataannya, waktu penyelesaian proyek bisa bervariasi dan estimasi waktu tidak dapat dipastikan akan dapat terpenuhi. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek bergantung pada tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek dan penegasan hubungan antar kegiatan juga diperlukan dalam perencanaan proyek.

PT. Pertamina (Persero) adalah badan usaha milik negara yang memproduksi atau mengolah minyak mentah (*Crude Oil*) menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) seperti bensin, solar, dll. Dalam usahanya PT. Pertamina (Persero) memiliki beberapa kilang pengolahan bahan bakar salah satunya adalah PT. Pertamina (Persero) *Refinery* Unit II yang akan melaksanakan pekerjaan PROYEK "OPEN ACCESS (TAHAP-1) RU-II". Kegiatan utama proyek ini meliputi pembangunan: 1 (satu) buah *Crude Storage Tank* kapasitas 600 MB (*Mega Barrel*), *new Crude Desalter* Unit di area CDU lengkap dengan fasilitas pendukungnya, antara lain sistem perpipaan, sistem pemompaan, sistem kelistrikan, sistem instrumentasi, fasilitas HSE, fasilitas pemadam kebakaran, pembuatan jalan & saluran, fasilitas penunjang lainnya serta penambahan *platform & pump house / pompa fire* di *platform existing* dan lain-lain yang terkait dengan proyek ini. Proyek ini bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas penerimaan *crude* dan sebagai antisipasi menurunnya produksi *crude* domestik dari sekitar wilayah Riau (dari Chevron), agar Kilang Dumai (*Refinery* Unit-II) dapat menerima *crude* dari luar, tahap awal proyek adalah dengan membangun satu buah tanki *crude* kapasitas 600 MB (*Mega Barrel*) serta memanfaatkan *Jetty-1 existing* dan diharapkan kilang dapat dioperasikan secara kontinyu sesuai desain.

PT. X merupakan perusahaan jasa kontraktor yang mengerjakan Proyek Pembangunan *Open Access* (Tahap-1) RU II Dumai, PT. Pertamina (Persero). Dalam menjalankan usahanya, perusahaan menggunakan metode

Gantt Chart untuk perencanaan penjadwalan namun metode ini memiliki beberapa kelemahan adalah tidak dapat menunjukkan secara eksplisit keterkaitan antar aktivitas serta dampak keterlambatan atau percepatan dalam satu aktivitas terhadap aktivitas lainnya (Habibi et al., 2016). Hal ini menuntut adanya modifikasi pada *Gantt chart* untuk menangani masalah tersebut. Kendala tersebut seringkali menyebabkan perusahaan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan sebelumnya, selain itu biaya yang dikeluarkan juga dapat meningkat akibat ketidaktepatan waktu penyelesaian proyek. Dalam kurun waktu 2014 sampai dengan 2016, total perusahaan menangani 7 proyek dan 5 proyek diantaranya mengalami keterlambatan sekitar 4 sampai dengan 6 bulan penyelesaian proyek dan perusahaan mengalami kerugian sebesar ± Rp.800 miliar.

Dalam rangka mengembalikan proyek ke tingkat kemajuan seperti yang direncanakan, perlu dilakukan percepatan durasi proyek meskipun biaya proyek meningkat. Untuk itu, diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek untuk menentukan berapa lama proyek dapat diselesaikan dan mencari kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi optimal pekerjaan dan total biaya pekerjaan pembangunan 1 (satu) buah *Crude Storage Tank* kapasitas 600 MB (*Mega Barrel*).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada pengerjaan *Crude Storage Tank*. Data primer yang digunakan adalah data vendor dan penjadwalan semua aktivitas pada pengerjaan *Crude Storage Tank*, mulai dari penjadwalan pekerjaan sipil, dan pekerjaan ereksi / konstruksi.

Pengolahan data menggunakan metode CPM yang merupakan alat penting perencanaan dan pengendalian proyek. Tujuan CPM adalah untuk mengidentifikasi aktivitas kritis pada jalur kritis sehingga sumber daya dapat dikonsentrasikan pada aktivitas ini untuk mengurangi waktu panjang proyek (Shankar et al., 2010). CPM efektif untuk proyek yang lebih kompleks dan jenis proyek yang bersifat diskrit (Yamin & Harmelink, 2001).

Adapun langkah – langkah pengolahan data menggunakan CPM adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan data yang dibutuhkan untuk perhitungan suatu proyek.
2. Membuat logika ketergantungan antara satu kegiatan proyek dengan kegiatan proyek lainnya.
3. Membuat perencanaan penjadwalan proyek

dengan menggunakan metode CPM.

- a. Melakukan perhitungan kedepan dan perhitungan kebelakang
- b. Mengidentifikasi *time slack*
4. Menentukan jalur kritis dan membuat diagram jaringan kerja dari penjadwalan proyek yang dibuat dengan metode CPM.
5. Membuat percepatan waktu proyek (*Crashing Project*) pada pekerjaan kritis dengan metode CPM dengan alternatif penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam kerja. Untuk membuat percepatan waktu proyek perlu beberapa perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} \quad (1)$$

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{7 \text{ Jam}} \quad (2)$$

$$\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash} = 7 \text{ jam} \times \text{Produktivitas tiap jam} + \text{lama penambahan jam kerja} \times \text{koefisien penurunan produktivitas} \times \text{produktivitas kerja} \quad (3)$$

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}} \quad (4)$$

6. Menghitung besar biaya tambahan (*Crash Cost*) optimum setelah melakukan percepatan waktu proyek pada metode CPM.

$$\text{Normal biaya pekerja per hari} = \text{Produktivitas harian} \times \text{Harga satuan upah pekerjaan} \quad (5)$$

$$\text{Normal ongkos pekerja per jam} = \text{Produktivitas per jam} \times \text{Harga satuan upah pekerja} \quad (6)$$

$$\text{Biaya lembur pekerja} = 1.5 \times \text{Upah sejam normal untuk jam lembur pertama} + 2 \times n \times \text{Upah sejam normal untuk jam lembur berikutnya} \quad (7)$$

$$\text{Crash cost pekerja perhari} = (7 \text{ jam} \times \text{normal cost pekerja}) + (n \times \text{biaya lembur per jam}) \quad (8)$$

$$\text{Crash cost pekerja} = \text{Crash cost pekerja perhari} \times \text{Crash duration} \quad (9)$$

$$\text{Biaya tambahan pekerjaan} = \text{Crash cost pekerja} - \text{Total normal cost (Normal cost per hari - Normal duration)} \quad (10)$$

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}} \quad (11)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal adalah menyiapkan data-data aktivitas setiap pekerjaan untuk melakukan perhitungan dan pembuatan penjadwalan proyek. Aktivitas kerja terbagi menjadi 12 kegiatan yang dimulai dari pekerjaan persiapan & Pekerjaan tanah sampai pekerjaan painting (Tabel 1).

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari jalur kritis (Tabel 1). Adapun lintasan kritis yang didapat pada metode *Critical Path Method* terletak pada kegiatan *b – c – d – e – f – j – l*. Langkah mempercepat penyelesaian waktu proyek dengan alternatif penambahan jam kerja yaitu selama 1 jam 2 jam dan 3 jam waktu kerja. Dalam percepatan proyek untuk alternative penambahan jam kerja ini hanya berlaku pada kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis karena kegiatan pada lintasan kritis adalah kegiatan yang tidak boleh tertunda.

Table 1. *Time Slack*

No.	Jenis Pekerjaan	Simbol	Durasi (minggu)	ES	EF	LS	LF	Total Float	Free Float	Ket.
1	Pekerjaan persiapan & Pekerjaan tanah	a	7	0	7	5	12	5	5	
2	Pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm	b	12	0	12	0	12	0	0	kritis
3	Pekerjaan pembetonan, gravel, & aspal	c	13	12	25	12	25	0	0	kritis
4	Pemasangan <i>bottom plate</i>	d	6	25	31	25	31	0	0	kritis
5	Pemasangan <i>upper shell</i>	e	3	31	34	31	34	0	0	kritis
6	Pemasangan <i>roof</i>	f	20	34	54	34	54	0	0	kritis
7	Pemasangan <i>shell & accessories</i>	g	9	31	40	44	53	13	13	
8	Pemasangan <i>heater</i>	h	2	31	33	52	54	21	21	
9	Pemasangan <i>mixer</i>	i	1	40	41	53	54	13	13	
10	<i>Hydrotest</i>	j	5	54	59	54	59	0	0	kritis
11	Pemasangan IFR	k	3	59	62	61	64	2	2	
12	<i>Painting</i>	l	5	59	64	59	64	0	0	kritis

Contoh perhitungan produktivitas harian untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm untuk penambahan 1 jam:

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $\frac{28000}{30} = 933.3$ m/hari
- Welding* = $\frac{1200}{30} = 40$ joint/hari
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $\frac{2016}{6} = 336$ pcs/hari
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $\frac{2016}{6} = 336$ pcs/hari

Contoh perhitungan produktivitas tiap jam untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $\frac{933.3}{7} = 133.33$ m/jam
- Welding* = $\frac{40}{7} = 5.71$ joint/jam
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $\frac{336}{7} = 48$ pcs/jam
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $\frac{336}{7} = 48$ pcs/jam

Contoh perhitungan produktivitas harian sesudah crash untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $(7 \times 133.33) + (1 \times 0.9 \times 133.33) = 1053.3$ m/jam
- Welding* = $(7 \times 5.7) + (1 \times 0.9 \times 5.7) = 45.03$ joint/jam
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $(7 \times 48) + (1 \times 0.9 \times 48) = 379.2$ pcs/jam
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $(7 \times 48) + (1 \times 0.9 \times 48) = 379.2$ pcs/jam

Contoh perhitungan percepatan proyek (*Crash Duration*) untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $\frac{28000}{1053.3} = 26.58$ hari
- Welding* = $\frac{1200}{45.03} = 26.64$ hari
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $\frac{2016}{379.2} = 5.31$ hari
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $\frac{2016}{379.2} = 5.31$ hari

Setelah *crash duration* untuk semua kegiatan pada lintasan kritis dihitung maka diketahui berapa lama proyek dapat dipercepat. Analisa percepatan waktu proyek dapat dilihat pada Tabel 2.

Langkah selanjutnya adalah perhitungan biaya percepatan dengan contoh perhitungan untuk penambahan 1 jam kerja. Biaya normal ongkos pekerja perhari untuk pekerjaan

pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $933.3 \times \text{Rp. } 89,133.07 = \text{Rp. } 83,190,861.6$
- Welding* = $40 \times \text{Rp. } 1,039,885.77 = \text{Rp. } 41,595,430.8$
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $336 \times \text{Rp. } 103,163.27 = \text{Rp. } 34,662,859.0$
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $336 \times \text{Rp. } 103,163.27 = \text{Rp. } 34,662,859.0$

Biaya normal ongkos pekerja per jam untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $133.33 \times \text{Rp. } 89,133.07 = \text{Rp. } 11,884,408.8$
- Welding* = $5.71 \times \text{Rp. } 1,039,885.77 = \text{Rp. } 5,942,204.4$
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $48 \times \text{Rp. } 103,163.27 = \text{Rp. } 4,951,837.0$
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $48 \times \text{Rp. } 103,163.27 = \text{Rp. } 4,951,837.0$

Memerlukan

Biaya lembur pekerja untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $1.5 \times \text{Rp. } 11,884,408.8 = \text{Rp. } 17,826,613.20$
- Welding* = $1.5 \times \text{Rp. } 5,942,204.4 = \text{Rp. } 8,913,306.60$
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $1.5 \times \text{Rp. } 4,951,837.0 = \text{Rp. } 7,427,755.50$
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $1.5 \times \text{Rp. } 4,951,837.0 = \text{Rp. } 7,427,755.50$

Crash Cost pekerja perhari untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $(7 \times \text{Rp. } 11,884,408.8) + (\text{Rp. } 17,826,613.20) = \text{Rp. } 101,017,474.80$
- Welding* = $(7 \times \text{Rp. } 5,942,204.4) + (1 \times \text{Rp. } 8,913,306.60) = \text{Rp. } 50,508,737.40$

- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $(7 \times \text{Rp. } 4,951,837.0) + (1 \times \text{Rp. } 7,427,755.50) = \text{Rp. } 42,090,614.50$
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $(7 \times \text{Rp. } 4,951,837.0) + (1 \times \text{Rp. } 7,427,755.50) = \text{Rp. } 42,090,614.50$

Crash Cost pekerja untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

- Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm = $\text{Rp. } 101,017,474.80 \times 26.5823 = \text{Rp. } 2,685,274,646.58$
- Welding* = $\text{Rp. } 50,508,737.40 \times 26.5823 = \text{Rp. } 1,342,637,323.29$
- Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) = $\text{Rp. } 42,090,614.50 \times 5.3165 = \text{Rp. } 223,772,887.22$
- Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan) = $\text{Rp. } 42,090,614.50 \times 5.3165 = \text{Rp. } 223,772,887.22$

Tabel 2. Analisa Percepatan Waktu Proyek

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Unit	Durasi		Crash Duration	
				Hari	Minggu	Hari	Minggu
1	Pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm			72	12		
	1. Pemancangan Tiang pancang \varnothing 50 cm	28000	m	30	5	26.58	4.43
	2. <i>Welding</i>	1200	<i>Joint</i>	30	5	26.58	4.43
	3. <i>Unloading</i> (dari <i>truck</i> ke <i>laydown</i>)	2016	Pcs	6	1	5.32	0.89
	4. <i>Handling</i> (dari <i>laydown</i> ke titik pemancangan)	2016	Pcs	6	1	5.32	0.89
2	Pekerjaan pembetonan, <i>gravel</i> , & aspal			78	13		
	1. Lantai kerja f'c 140	508.7	m ³	6	1	5.32	0.89
	2. Beton f'c 280	3455.16	m ³	18	3	15.95	2.66
	3. Bekisting pondasi	424.78	m ²	6	1	5.32	0.89
	4. Besi tulangan	376614.15	Kg	12	2	10.63	1.77
	5. Pemasangan <i>drawoff sump</i>	4	Titik	6	1	5.32	0.89
	6. Pipa <i>drain pvc 2" include ijuk</i>	24	m	6	1	5.32	0.89
	7. Batu pecah 2,5 cm-3 cm+pasir dipadatkan CBR 80%	2284.76	m ³	6	1	5.32	0.89
	8. Aspal <i>sand sheet</i> pondasi tanki	253.72	m ³	6	1	5.32	0.89
	9. <i>Pile head treatment</i>	719	Titik	12	2	10.63	1.77
3	Pemasangan <i>Bottom plate</i>			36	6		
	<i>Annular plate</i>						
	1. <i>Fit-up</i>	42	<i>Joint</i>	6	1	5.32	0.89
	2. <i>Welding</i>	784	m	6	1	5.32	0.89
	<i>Bottom plate</i>						
	3. <i>Fit-up</i>	376	<i>Joint</i>	12	2	10.63	1.77
4	Pemasangan <i>upper Shell</i>			18	3		
	<i>Shell #8 & #9</i>						
	1. <i>Fit-up</i>	126	<i>Joint</i>	3	0.5	2.66	0.44
	2. <i>Welding</i>	2698	m	6	1	5.32	0.89
	<i>Compression ring</i>						
	3. <i>Fit-up</i>	84	<i>Joint</i>	3	0.5	2.66	0.44
5	Pemasangan <i>roof</i>			120	20		
	<i>Compression plate</i>						
	1. <i>Fit-up</i>	52	<i>Joint</i>	2	0.3333	1.77	0.30
	2. <i>Welding</i>	985	m	3	0.5	2.66	0.44
	<i>Roof structure</i>	260	Pcs	10	1.6667	8.86	1.48
	<i>Roof plate</i>						
	3. <i>Fit-up</i>	637	<i>Joint</i>	2	0.3333	1.77	0.30
6	<i>Hydrotest</i>			30	5		
	<i>Hydrotest</i>	105674	m ³	30	5	26.58	4.43
7	<i>Painting</i>			30	5		
	<i>Bottom</i>	4933.24	m ²	6	1	5.32	0.89
	<i>Roof</i>	2625.46	m ²	12	2	10.63	1.77
	<i>Shell</i>	5626.37	m ²	12	2	10.63	1.77
Durasi total pengerjaan proyek				384	64		
Durasi total pengerjaan proyek setelah di percepat dengan penambahan 1 jam kerja						251.65	41.94

Tabel 3. Perhitungan Biaya Tambahan Pekerjaan

No.	Jenis Pekerjaan	Total Normal Cost	Crash Cost Pekerja	Biaya Tambahan Perpekerjaan
1	Pekerjaan pemancangan tiang pancang ø 50cm			
	1. Pemancangan Tiang pancang ø 50 cm	Rp.2,495,725,848.0	Rp.2,685,274,646.58	Rp.189,548,798.58
	2. <i>Welding</i>	Rp.1,247,862,924.0	Rp.1,342,637,323.29	Rp.94,774,399.29
	3. <i>Unloading</i> (dari <i>truck</i> ke <i>laydown</i>)	Rp.207,977,154.0	Rp.223,772,887.22	Rp.15,795,733.22
	4. <i>Handling</i> (dari <i>laydown</i> ke titik pemancangan)	Rp.207,977,154.0	Rp.223,772,887.22	Rp.15,795,733.22
2	Pekerjaan pembetonan, gravel, & aspal			
	1. Lantai kerja f'c 140	Rp.81,200,362.32	Rp.87,367,478.45	Rp.6,167,116.13
	2. Beton f'c 280	Rp.451,113,124.0	Rp.485,374,880.25	Rp.34,261,756.25
	3. Bekisting pondasi	Rp.36,089,049.92	Rp.38,829,990.42	Rp.2,740,940.5
	4. Besi tulangan	Rp.108,267,149.76	Rp.116,489,971.26	Rp.8,222,821.5
	5. Pemasangan <i>drawoff sump</i>	Rp.22,555,656.2	Rp.24,268,744.01	Rp.1,713,087.81
	6. Pipa <i>drain pvc 2" include ijuk</i>	Rp.18,044,524.96	Rp.19,414,995.21	Rp.1,370,470.25
	7. Batu pecah 2,5 cm-3 cm+pasir dipadatkan CBR 80%	Rp.13,533,393.72	Rp.14,561,246.41	Rp.1,027,852.69
	8. Aspal <i>sand sheet</i> pondasi tanki	Rp.81,200,362.32	Rp.87,367,478.45	Rp.6,167,116.13
	9. <i>Pile head treatment</i>	Rp.90,222,624.8	Rp.97,074,976.05	Rp.6,852,351.25
3	Pemasangan <i>Bottom plate</i>			
	<i>Annular plate</i>			
	1. <i>Fit-up</i>	Rp.297,936,000.0	Rp.320,564,050.63	Rp.22,628,050.63
	2. <i>Welding</i>	Rp.364,144,000.0	Rp.391,800,506.33	Rp.27,656,506.33
	<i>Bottom plate</i>			
	3. <i>Fit-up</i>	Rp.898,980,500.0	Rp.967,257,500.0	Rp.68,277,000.0
4	Pemasangan <i>upper Shell</i>			
	<i>Shell #8 & #9</i>			
	1. <i>Fit-up</i>	Rp.349,661,000.0	Rp.376,217,531.65	Rp.26,556,531.65
	2. <i>Welding</i>	Rp.428,283,000.0	Rp.460,810,822.78	Rp.32,527,822.78
	<i>Compression ring</i>			
	3. <i>Fit-up</i>	Rp.72,415,000.0	Rp.77,914,873.42	Rp.5,499,873.42
5	Pemasangan <i>roof</i>			
	<i>Compression plate</i>			
	1. <i>Fit-up</i>	Rp.78,622,000.0	Rp.84,593,291.14	Rp.5,971,291.14
	2. <i>Welding</i>	Rp.117,933,000.0	Rp.126,889,936.71	Rp. 8,956,936.71
	<i>Roof structure</i>			
	<i>Roof plate</i>			
	3. <i>Fit-up</i>	Rp.949,671,000.0	Rp.1,021,797,911.39	Rp.72,126,911.39
6	<i>Hydrotect</i>			
	<i>Hydrotect</i>	Rp.1,034,500,000.0	Rp.1,113,069,620.25	Rp.78,569,620.25
7	<i>Painting</i>			
	<i>Bottom</i>	Rp.206,900,000.0	Rp.222,613,924.05	Rp.15,713,924.05
	<i>Roof</i>	Rp.413,800,000.0	Rp.445,227,848.1	Rp.31,427,848.1
	<i>Shell</i>	Rp.413,800,000.0	Rp. 445,227,848.1	Rp.31,427,848.1

Tabel 4. *Cost Slope* Penambahan Jam Kerja

No.	Keterangan	Waktu penyelesaian proyek		Jumlah waktu yang dipercepat		besar biaya proyek (Rp.)	Biaya Tambahan (Rp.)	Cost Slope (Rp.)
		Hari	minggu	Hari	minggu			
1	waktu normal	384	64	0	0	Rp.15,086,074,328.-	Rp.-	Rp.-
2	penambahan 1 jam	252	42	132	22	Rp.16,231,852,125.-	Rp.1,145,777,797.-	Rp.2,983,544.3
3	penambahan 2 jam	231	38.5	153	25.5	Rp.18,419,044,237.6	Rp.3,332,969,909.6	Rp.8,679,378.1
4	penambahan 3 jam	218	36.33	166	27.67	Rp.20,722,629,571.4	Rp.5,636,555,243.4	Rp.14,678,311.2

Biaya tambahan pekerjaan untuk pekerjaan pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm.

a. Pemancangan tiang pancang \varnothing 50cm
= Rp. 2,685,274,646.58 – Rp. 2,495,725,848.00 =
Rp. 189,548,798.58

b. *Welding*
Rp. 1,342,637,323.29 – Rp. Rp1,247,862,924.00
= Rp. 94,774,399.29

c. *Unloading* (dari *truck* ke *laydown*) =
Rp. 223,772,887.22 – Rp. 207,977,154.00 =
Rp. 15,795,733.22

d. *Handling* (dari *laydown* ke titik pemancangan)
= Rp. 223,772,887.22 – Rp. 207,977,154.00 =
Rp. 15,795,733.22

Secara keseluruhan biaya penambahan pekerja ditampilkan pada Tabel 3.

Cost Slope adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu.

$$\text{Cost Slope Percepatan Proyek} = \frac{\text{Rp. 16,231,852,125.06} - \text{Rp. 15,086,074,328.00}}{384 - 252} = \text{Rp. 2,983,544.35}$$

Cost Slope percepatan proyek = Rp. 2,983,544.35/ Hari

Dengan melakukan cara yang sama pada perhitungan penambahan 2 jam dan 3 jam penambahan jam kerja (Tabel 4). Untuk besar biaya proyek waktu normal bukan merupakan harga patokan nilai kontrak, karna belum di tambahkan margin keuntungan proyek sebesar 15% dari besar biaya proyek waktu normal. Jadi untuk nilai kontrak pada proyek pembangunan satu buah *crude storage tank* ini adalah: Rp.15,086,074,328.- + Rp.2,262,911,149.2 = Rp.17,348,985,477.2.

Untuk proyek diasumsikan melakukan penambahan 1 jam kerja, karena setiap proyek belum pernah tepat waktu, tanpa penambahan jam kerja. Akibatkan penambahan 1 jam kerja, besar biaya proyek menjadi Rp.16,231,852,125.-. Namun dengan harga tersebut perusahaan masih mendapatkan keuntungan dari nilai kontrak dikurangi besar biaya proyek setelah dilakukan penambahan 1 jam kerja adalah:

$$\text{Rp.17,348,985,477.2.} - \text{Rp.16,231,852,125.-} = \text{Rp.1,117,133,352.2.}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Critical Path Method* Pembuatan 1 (satu) buah *Crude Storage Tank* kapasitas 600 MB (*Mega Barrel*) pada proyek *Open Access* (Tahap-1) RU-II Dumai, PT. Pertamina (Persero) dapat selesai dalam jangka waktu 384 hari / 64 minggu, dan lintasan kritis terletak pada kegiatan **b-c-d-e-f-j-l** dengan total biaya sebesar Rp.15,086,074,328. Alternatif penambahan 1 jam waktu kerja maka proyek dapat diselesaikan selama 252 hari/42 minggu atau dapat dipercepat selama 132 hari/22 minggu dengan penambahan biaya Rp.1,145,777,797,- dan *cost slope* Rp.2,983,544.3/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, F. (2015). *Pengoptimalisasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Pasca Sarjana IAIN Tulungagung Dengan Menggunakan Metode CPM*. Fakultas ekonomi. Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Badri, S. (2001). *Dasar-dasar Network planning*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Habibi, A., Supriyadi, S., & Wibowo, T. J. (2016). Analisis Penjadwalan Pembuatan Heat Exchanger Menggunakan Critical Path Method. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 2(1), 19–27.
- Proboyo, B. (1999). Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-penyebabnya. *Civil Engineering Dimension*, 1(1), 46–58.
- Shankar, N. R., Sireesha, V., & Rao, P. P. B. (2010). An analytical method for finding critical path in a fuzzy project network. *International Journal of Contemporary Mathematical Sciences*, 5(20), 953–962.
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional*. Jakarta: Erlangga.

- Taurusyanti, D., & Lesmana, M. F. (2015). Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode PERT dan CPM Pada PT Buana Masa Metalindo. *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, 1(1), 32–36.
- Yamin, R. A., & Harmelink, D. J. (2001). Comparison of linear scheduling model (LSM) and critical path method (CPM). *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(5), 374–381.