

PERANCANGAN DAN PENJADWALAN PADA PROYEK STORAGE TANK DENGAN METODE *CRITICAL PATH METHOD*

Kurniatullah Kurniatullah, Tri Joko Wibowo, Gerry Anugrah Dwiputra
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Email: k_tullah@yahoo.co.id; rb.bowo@gmail.com; gerry.adp@gmail.com

Abstrak – Perusahaan ini sering mengalami kesulitan yang disebabkan oleh proyek yang tidak terjadwal dan terencana, keterlambatan material dan kurangnya tenaga kerja untuk pengerjaan proyek. Dari permasalahan yang terjadi, penelitian ini bertujuan untuk mencari kegiatan yang menjadi lintasan kritis untuk kondisi awal dan percepatan berdasarkan *Critical Path Method*, untuk mengetahui selisih waktu pengerjaan dari kondisi awal dengan kondisi percepatan dan untuk mengetahui keuntungan biaya proyek yang terjadi antara kondisi awal dan kondisi percepatan. CPM merupakan metode berbasis jaringan kerja yang menggunakan keseimbangan waktu dan biaya. Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu biasa dengan menyilangkan pergerakan dengan sejumlah biaya tertentu. Metode ini digunakan untuk mengetahui kapan setiap kegiatan akan dimulai dan kapan akan selesai, pengambilan data dan penelitian yang dilakukan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa aktivitas kritis pada kondisi awal adalah selama 253 hari. Sedangkan aktivitas percepatan total percepatan 208 hari dengan 17 aktivitas masuk dalam jalur kritis, dari hasil perhitungan tersebut biaya yang diperoleh dari proyek ini untuk kondisi awal sebesar Rp 1.683.505.000,- dan kondisi percepatan sebesar Rp 1.734.910.000,-.

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

Abstract -- These companies often experience difficulties caused by unscheduled and planned projects, material delays and lack of workforce for project work. From the problems that occur, this study aims to find activities that are critical trajectories for initial conditions and acceleration based on the *Critical Path Method*, to determine the difference in processing time from the initial conditions to acceleration conditions and to know the project cost advantages that occur between the initial conditions and conditions acceleration. CPM is a network-based method that uses a balance of time and cost. Each activity can be completed faster than regular time by crossing movements for a certain amount of charges. The method is used to find out when each event will begin and when it will be completed, data retrieval and research conducted. The results of the study showed that critical activity in the initial condition was for 253 days. While the acceleration activities of the total acceleration 208 days with 17 activities entered the critical path, from the results of these calculations the costs obtained from this project for the initial conditions were Rp 1,683,505,000, and the acceleration conditions were Rp 1,734,910,000.

Keywords: *Critical Path Method*; Scheduling; Critical Path; Project Acceleration

PENDAHULUAN

Proyek merupakan pekerjaan yang tidak sederhana pekerjaan dan memiliki tujuan spesifik (Saputra, 2016). Produk atau output yang dihasilkan dari sebuah proyek harus didefinisikan secara jelas. Proyek bersifat sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas (Habibi et al., 2016). Oleh karena itu, proyek harus didefinisikan kapan dimulai dan kapan selesainya. Pelaksanaan proyek memerlukan cara/alat atau metode, proses, dan sumber daya manusia yang memenuhi syarat untuk mengerjakan aktifitas serta mampu berusaha untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Beberapa point penting dalam pengerjaan suatu proyek adalah proyek tepat waktu berpengaruh pada tepat biaya karena semakin cepat waktu pengerjaan pada suatu proyek maka biaya akan dapat di sesuaikan dengan anggaran awal (*budget*) pada perencanaan sebelum proyek dikerjakan. Proyek tepat biaya, anggaran sudah ditetapkan oleh *Department marketing* dan telah diestimasi. *Department* terkait (*Engineering, Quality Control, Fabrikasi*) dituntut untuk dapat mengikuti dan menyesuaikan anggaran bahkan meminimalisir anggaran agar perusahaan mendapatkan keuntungan. Oleh karena itu, proyek harus sesuai dengan kontrak yang telah

ditetapkan bila perlu proyek harus lebih cepat dari kesepakatan pada kontrak. Proyek tepat mutu, mengutamakan kualitas memang sangat penting, untuk mencapai tingkat kualitas yang tinggi memerlukan waktu yang cukup lama, contohnya salah satu pengerjaan seperti fabrikasi atau mengelas, untuk mendapatkan kualitas bagus tentunya waktu pengelasan membutuhkan waktu lama karena membutuhkan faktor ketelitian sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan untuk mencapai hasil kualitas yang tinggi.

Tiga faktor ini sangat berpengaruh untuk mencapai target dalam suatu proyek. Semakin tepat waktu pelaksanaan proyek maka biaya akan pengeluaran bisa ditekan hingga tidak ada pengeluaran biaya tambahan karena waktu yang terbuang seperti cacat produk, kurangnya SDM yang mumpuni. Hal ini berpengaruh juga terhadap kualitas atau mutu produk.

Permasalahan tersebut pada akhirnya berdampak pada pengiriman barang sehingga akan mengakibatkan potongan (penalti), biasanya dari keterlambatan pengiriman itu ditulis di kontrak pelaksanaan proyek seperti keterlambatan satu hari akan dikenakan potongan 0.1% dari nilai kontrak proyek dan maksimal penalti 5% dari nilai proyek yang telah disepakati dengan kontraktor atau owner. Permasalahan lainnya adalah waktu dalam pengerjaan dan penyelesaian proyek tidak sesuai dengan waktu yang telah disepakati dengan kontraktor atau owner dikarenakan beberapa faktor. Pengerjaan yang paling sering mengalami keterlambatan diantaranya keterlambatan material terutama material dari luar negeri yang membutuhkan waktu hingga maksimal tiga bulan. Selain itu pengerjaan pada dokumen terutama *approval document* sangat penting, keterlambatan informasi pada dokumen akan menyebabkan mundurnya proses fabrikasi. Di sisi lain, sumber daya manusia yang berkualitas dan yang mempunyai skill mumpuni sangat diperlukan untuk memenuhi kualitas produk yang sesuai dengan spesifikasi.

Critical Path Method (CPM) atau dengan cara menghitung lintasan kritis merupakan salah satu cara untuk perencanaan dan penjadwalan pada proyek sehingga proyek dapat diselesaikan secara tepat waktu tanpa ada tambahan waktu supaya terhindar dari penalti akibat keterlambatan pengiriman atau keterlambatan penyelesaian proyek (Taurusyanti & Lesmana, 2015). CPM adalah metode berdasarkan jaringan yang menggunakan keseimbangan waktu-biaya linear (Aries Susanty & Hapsari, 2015). Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara mempercepat kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian, jika waktu penyelesaian proyek tidak

memuaskan, beberapa kegiatan tertentu dapat dipercepat untuk dapat menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit.

CPM dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapatkan perhatian pengawasan yang cermat agar kegiatan dapat selesai sesuai rencana (Kelana, 2010). Metode ini lebih dikenal dengan metode lintasan kritis karena dengan metode ini akan dibentuk suatu jalur atau lintasan yang memerlukan perhatian khusus. Dengan teknik CPM penyusunan jaringan kerja diidentifikasi ke arah kegiatan serta menggunakan simple time estimates sebagai waktu pelaksana (Permana & Kholil, 2016). Para pemakai teknik CPM dianggap mempunyai dasar yang kuat sebagai landasan untuk melaksanakan setiap kegiatan.

Penelitian ini bertujuan melakukan perencanaan proyek sehingga mampu meningkatkan penyelesaian proyek tepat waktu. Perencanaan tersebut diharapkan mampu meningkatkan ketepatan waktu pengerjaan proyek dengan memperhatikan sumber daya yang tersedia.

METODE PENELITIAN

Langkah awal yang dilakukan yaitu memahami permasalahan yang terjadi dengan melakukan peninjauan langsung untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang dijadikan objek penelitian. Setelah itu, dibuatkan diagram alir penelitian untuk diteliti, Studi literatur mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan jaringan dan lintasan/kegiatan kritis serta data-data yang berkaitan dengan proyek, kemudian menerapkannya pada data hasil penelitian. Penelitian proyek ini diperoleh berdasarkan ruang lingkup, anggaran awal sebelum fabrikasi yang di design oleh *engineering department* dan *marketing department*.

Penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode CPM dengan merencanakan proyek sebelum pengerjaan dimulai. Dengan memulai perencanaan dari awal, waktu dan anggaran proyek dapat diprediksi sehingga dapat diestimasi dan dapat dihitung keuntungan dari proyek tersebut layak atau tidaknya suatu proyek

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, terlibat langsung dalam perencanaan proyek dan meneliti proyek yang serupa atau hampir sama dengan proyek tersebut yang telah dikerjakan sebelumnya. Dengan cara pengumpulan data ini peneliti dapat mengidentifikasi masalah-masalah yang ada di dalam proyek yang akan diteliti. Pengumpulan data dan informasi data dapat diperoleh dengan melalui metode wawancara,

dan observasi.

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini adalah:

- a. Identifikasi dan analisa ruang lingkup kerja
Jenis kegiatan yang disusun berdasarkan tahapan pekerjaan yang sesuai dengan tujuan terstrukturinya susunan pekerjaan supaya tidak ada pekerjaan yang tumpang tindih antara pekerjaan satu dengan pekerjaan yang lain.
- b. Penyusunan urutan pekerjaan (*Sequence of Work*)
Penyusunan berdasarkan alur pekerjaan yang sesuai dengan ruang lingkungnya masing masing, tahap penyusunan urutan pekerjaan tergantung dari tingkat kerumitan pekerjaan proyek.
- c. Perhitungan waktu untuk setiap pekerjaan (perhitungan menggunakan metode CPM, perhitungan maju, mundur dan lintasan kritis)
Setelah dibuatkan *flowchart* kemudian dilakukan perhitungan maju, mundur, dan float. Dari hasil perhitungan itu akan diperoleh jenis pekerjaan yang masuk kategori lintasan kritis dan pekerjaan yang diprioritaskan. Dari hasil perhitungan itu pula dapat dijadikan acuan untuk penjadwalan pada proyek.
- d. Alokasi sumber daya dan biaya lainnya
Apabila diagram alir dan network sudah dirancang sedemikian anggaran SDM dan anggaran lainnya dapat di hitung sehingga dapat ditentukan anggaran yang akan dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek.
- e. Penarikan kesimpulan penelitian atau observasi
Setelah semua tahap telah d analisa, dari tahap itu dapat ditarik kesimpulan apakah proyek ini dapat memenuhi targetnya atau

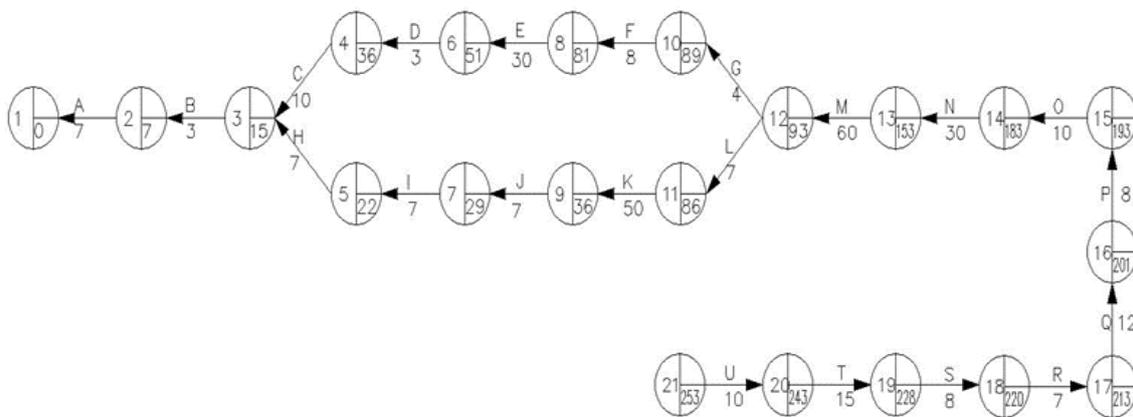
tidak baik dari segi pengiriman, tepat biaya, dan mutu atau pemanfaatan SDM yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal yaitu pengumpulan data. Data yang digunakan ialah uraian data biaya bahan baku material dan biaya tenaga kerja karyawan serta alokasi tenaga kerja per- aktivitas atau kegiatan. Upah tenaga pada jenis pekerjaan *manager & supervisor* dalam hitungan 1 bulan sekali dalam pembayaran beda halnya dengan jenis pekerjaan untuk lainnya untuk upah tenaga kerja dilakukan pembayaran dalam hitungan per-hari. Pembagian gaji dilakukan setiap akhir bulan yaitu pada akhir bulan. Dalam sehari ada 8 jam kerja normal, yaitu 08.00-12.00 WIB, jam 13.00-17.00 WIB dan 1 jam istirahat. Sistem peng-alokasian dan jumlah tenaga kerja tiap aktivitas diperoleh dari perencanaan awal jadwal proyek. Jadi kebutuhan tenaga kerja yang sudah dialokasikan telah ditetapkan sebelum proyek tersebut dilaksanakan.

Critical Path Method Kondisi Awal

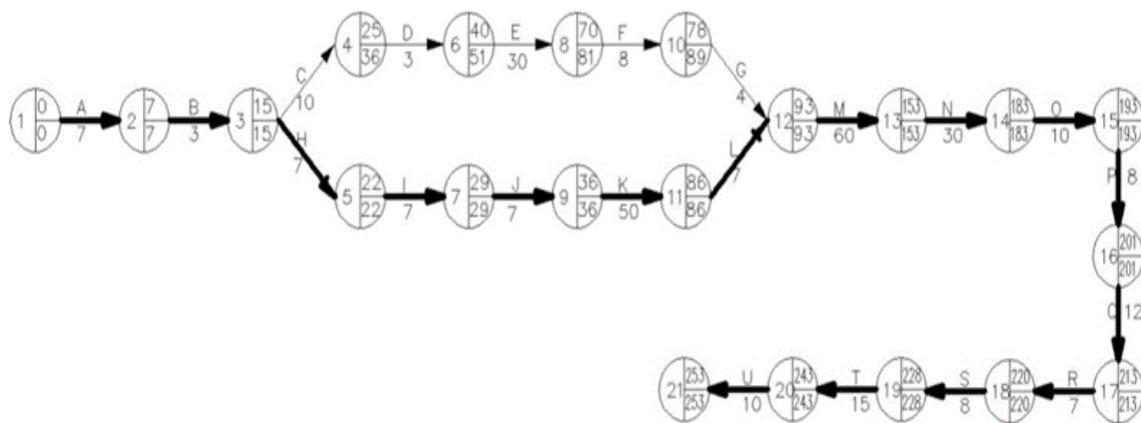
Langkah awal adalah membuat *ganttt chart* yang menggambarkan urutan proses kerja penyelesaian proyek (Gambar 1). Aktifitas A adalah kegiatan awal maka dimulai pada hari nol. Mulainya aktivitas A ditambah dengan jumlah hari pekerjaannya sehingga akan didapatkan waktu selesainya. Kegiatan tersebut dapat digambarkan dengan diagram kerja untuk lebih terperinci dalam perhitungan waktu. Dari diagram kerja, aktivitas sebelum aktifitas M terdapat dua aktivitas yang dikerjakan terlebih dahulu yaitu aktivitas G dan L.



Gambar 1. *Gantt Chart* Awal

Tabel 2. Perhitungan Float

No.	Kode Aktivitas	Waktu (Hari)	Perhitungan waktu maju		Perhitungan waktu mundur		Float		Slack
			ES	EF	LS	LF	TF	FF	
1	A	7	0	7	0	7	0	0	0
2	B	8	7	15	7	15	0	0	0
3	C	10	15	25	15	36	0	11	11
4	D	15	25	40	36	51	0	11	11
5	E	30	40	70	51	81	0	11	11
6	F	8	70	78	81	89	0	11	11
7	G	4	78	93	89	93	11	0	11
8	H	7	15	22	15	22	0	0	0
9	I	7	22	29	22	29	0	0	0
10	J	7	29	36	29	36	0	0	0
11	K	50	36	86	36	86	0	0	0
12	L	7	86	93	86	93	0	0	0
13	M	60	93	153	93	153	0	0	0
14	N	30	153	183	153	183	0	0	0
15	O	10	183	193	183	193	0	0	0
16	P	8	193	201	193	201	0	0	0
17	Q	12	201	213	201	213	0	0	0
18	R	7	213	220	213	220	0	0	0
19	S	8	220	228	220	228	0	0	0
20	T	15	228	243	228	243	0	0	0
21	U	10	243	253	243	253	0	0	0



Gambar 2. Jalur Kritis

Free Float adalah total waktu tunda aktivitas tanpa menunda dimulainya aktivitas berikutnya (Sugiyarto et al., 2013). *Total Float* adalah total waktu tunda aktivitas tanpa menunda berakhirnya proyek. *Free float* dan *Total Float* dapat dihitung dengan menggunakan metode penelusuran arah depan atau penelusuran arah belakang. Jika dihitung menggunakan penelusuran arah belakang (*backward*) maka harus mempertimbangkan waktu paling lambat mulainya aktivitas (Tabel 1).

Jalur kritis adalah jalur yang melewati

aktivitas dimana $Total Float = Free Float = 0$, artinya jalur dimana setiap aktivitas tidak memiliki waktu kelonggaran, baik *Total Float* maupun *free float*. Berdasarkan Tabel 1, waktu proyek pada lintasan kritis adalah 253 hari dengan jalur kritis $A \rightarrow B \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow T \rightarrow U$ (Gambar 2).

Dalam perhitungan biaya tenaga kerja dibutuhkan data durasi kegiatan, upah tenaga kerja per hari, jumlah dan alokasi tenaga kerja per aktivitas. Secara matematis perhitungan biaya tenaga kerja pada kondisi awal ini dapat

dirumuskan:

Durasi Kegiatan (hari) x Upah atau Gaji Pekerja x Jumlah Pekerja

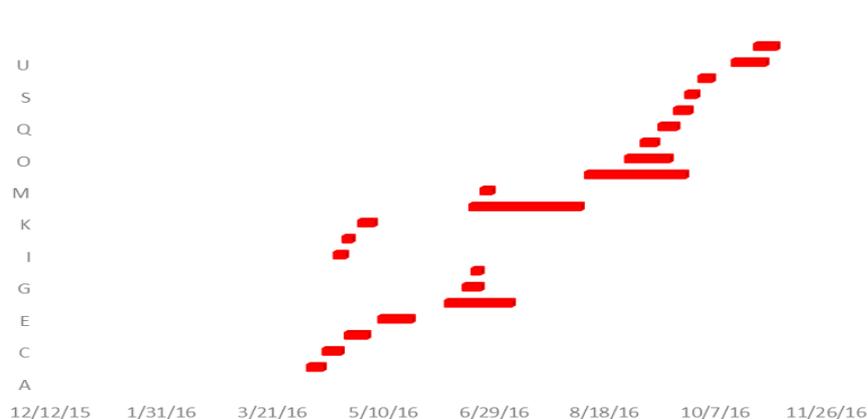
Hasil analisa menunjukkan alokasi tenaga kerja pada tiap aktivitas menyelesaikan proyek tersebut dengan batasan waktu 253 hari, dengan jumlah biaya awal adalah Rp 529.305.000,-. Biaya dari pelaksanaan proyek pada kondisi awal adalah biaya tenaga kerja ditambah dengan biaya bahan baku yaitu Rp 529.305.000,- + Rp 1.154.200.000,- = Rp 1.683.505.000,-

Kondisi Percepatan

Pada kondisi awal proyek dapat selesai dalam kurun waktu 253 hari. Untuk itu dalam kondisi percepatan ini akan digunakan *crash* program untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek. *Crash* program dilakukan dengan penambahan tenaga kerja untuk mengurangi waktu proyek agar lebih cepat dan mencegah keterlambatan. Kegiatan *crash* yang dilakukan adalah dengan menambah sumber daya pada beberapa kegiatan untuk mempercepat selesainya aktivitas kerja (Tabel 3).

Tabel 2. Penambahan SDM pada Kondisi Percepatan

No.	Jenis Kegiatan	Aktivitas	Waktu (Hari)	SDM	Penambahan SDM
1	Review Spesifikasi	A	7	2	
2	<i>Design</i> dan perencanaan	B	8	2	
3	Perancangan <i>design</i> dan gambar	C	10	10	
4	<i>Strength Calculation</i>	D	15	3	
5	<i>Approval</i> Dokumen	E	30	2	
6	Review document oleh <i>Owner</i>	F	8	5	
7	<i>For working</i> dokumen	G	4	2	
8	Pembuatan MPS	H	5	2	4
9	Pembuatan permintaan Material (<i>Purchase Requisition</i>)	I	4	3	5
10	Pembelian material (<i>Purchase order</i>)	J	7	5	
11	Material sampai diterima	K	50	2	
12	Material input ke produksi	L	5	7	8
13	Fabrikasi	M	45	35	50
14	Inspeksi	N	20	5	7
15	Pengelasan assembly	O	7	10	15
16	NDE (RT/MT/PT)	P	8	5	
17	Inspeksi (Visual & Dimensi)	Q	7	3	5
18	Pressure testing (Leak test, hydrotest, vacuum test)	R	5	5	7
19	Cleaning dan painting	S	6	5	8
20	Packing dan shipping	T	15	7	
21	MDR	U	10	2	



Gambar 3. Gantt chart Percepatan

Tabel 3. *Cost slope*

Kegiatan	Normal		Crash		Cost Slope
	Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	
H	7	11.225.000	5	16.750.000	5.525.000
I	7	36.225.000	4	47.680.000	3.818.333
L	7	7.350.000	5	9.600.000	1.125.000
M	60	324.000.000	45	351.000.000	1.800.000
N	30	19.750.000	20	22.500.000	275.000
O	10	15.500.000	7	16.450.000	316.667
Q	12	5.700.000	7	5.950.000	50.000
R	7	5.600.000	5	5.625.000	12.500
S	8	6.000.000	6	7.200.000	600.000
<i>Total Cost Slope</i>					10.760.000

Gantt Chart percepatan yang berisikan jadwal aktivitas dalam *Bar Graph* saat mulai dan saat selesai setiap kegiatan yang ada setelah mengalami percepatan dengan penambahan SDM (Gambar 3). Untuk proses pengelolannya maka data yang diperhatikan adalah waktu lamanya tiap kegiatan dan ketergantungan antar aktivitas.

Dalam menentukan jalur kritis setelah diadakan *crash* program atau dengan memberlakukan kerja lembur digunakan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Perencanaan *crash* program dapat mempercepat waktu pengerjaan menjadi 208 hari dengan jalur kritis A→B→H→I→J→L→M→N→O→P→Q→R→S→T→U.

Percepatan pelaksanaan proyek dengan metode penambahan sumber daya digunakan untuk mempersingkat waktu pengerjaan proyek. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh alokasi tenaga kerja pada tiap aktivitas menyelesaikan proyek tersebut dengan batasan waktu 208 hari, dengan jumlah biaya adalah Rp 580.685.000, . Biaya dari pelaksanaan proyek pada kondisi percepatan adalah biaya tenaga kerja ditambah dengan biaya bahan baku yaitu Rp 580.710.000,- + Rp 1.154.200.000,- = Rp 1.734.910.000,-

Estimasi Biaya

Untuk mengetahui selisih anggaran pada *crash* progress dapat dilakukan dengan perhitungan *cost slope* (Tabel 3). *Cost slope* dapat dihitung dengan parameter waktu normal (T_n), biaya normal (C_n), waktu *crashed* (T_c) dan biaya *crashed* (C_c).

Berdasarkan anggaran awal saat bidding yaitu senilai Rp 2.105.200.000,- setelah direncanakan dan dijadwalkan dengan metode CPM didapatkan terdapat 17 aktifitas lintasan kritis, waktu proyek 253 hari dengan biaya proyek Rp. 1.683.505.000,-. Apabila dilakukan percepatan

pelaksanaan proyek dapat memangkas waktu menjadi 208 hari dengan biaya proyek sebesar Rp. 1.734.910.000,-. Dengan demikian perusahaan masih mendapatkan keuntungan sebesar Rp. 370.290.000,- dari proyek tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan awal dan percepatan, memang hasil pekerjaan proyek dipercepat lebih tinggi dari pada perancangan awal. Keuntungan pelaksanaan proyek dengan percepatan dengan metode CPM yaitu dengan dipercepatnya proyek dengan metode CPM, perusahaan dapat mengefisienkan waktu. Proyek lebih cepat selesai sehingga ada waktu dan kesempatan untuk mendapatkan proyek lain setelah proyek ini selesai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dapat diketahui bahwa jalur kritis dari proyek pembuatan *storage tank* adalah A→B→H→I→J→L→M→N→O→P→Q→R→S→T→U. Durasi proyek dengan waktu normal pada proyek ini adalah 253 hari, dan setelah dihitung dengan percepatan progress durasi proyek dapat dikurangi hingga 208 hari. Anggaran proyek pembuatan *storage tank* dengan CPM yaitu 1.683.505.000 rupiah, dan setelah dihitung dengan penambahan sumber daya manusia hingga proyek dapat dipercepat adalah 1.734.910.000 rupiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries Susanty, S. N. W. P., & Hapsari, W. D. (2015). Penyusunan strategi untuk terwujudnya Green Manufacturing atas Dasar Faktor-Faktor yang Menjadi Prioritas. *Proceeding 2nd Annual Conference On Industrial And System Engineering*.
- 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.
<https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/860>
- Kelana, R. P. (2010). *Optimalisasi Penggunaan Sumber Daya Manusia dengan Metode Resources Levelling Menggunakan Bantuan Microsoft Project 2007 (Studi kasus Proyek pembangunan Gedung R. Kuliah dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS)*. Solo: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Permana, D., & Kholil, M. (2016). Penjadwalan waktu proyek construction civil foundation alfamart dengan menggunakan critical path method (cpm): jurusan teknik industri fakultas teknik. *Spektrum Industri*, 14(1), 99–108.
- Saputra, M. A. (2016). Kerangka Kerja Manajemen Proyek Perangkat Lunak Instansi Pemerintah. *Masyarakat Telematika Dan Informasi*, 7(1), 13–33.
- Sugiyarto, S., Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013). Analisis network planning dengan cpm (critical path method) dalam rangka efisiensi waktu dan biaya proyek. *Matriks Teknik Sipil*, 1(4), 408–416.
- 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.