

**PENENTUAN WAKTU TOTAL PROYEK, WAKTU DAN BIAYA PERCEPATAN
PROYEK PEMBANGUNAN OIL STORAGE TANK 2500 L
MENGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD (CPM) DAN CRASHING TRADE OFF**

Andi Setyawan

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul, Jakarta

Andiesst@gmail.com

ABSTRAK

Dalam menjalankan usahanya PT Triash Artha Dinamika Abadi tidak menggunakan *management Project* untuk memperhitungkan kebutuhan waktu dan biaya, namun hanya berdasarkan ilmu pengalaman saja. Oleh karena itu perusahaan sering mendapatkan masalah dengan waktu yang telah disepakati. *Critical Path Method* (CPM) adalah suatu metode perencanaan, penjadwalan yang lebih baik khususnya untuk pemasalahan-permasalahan manajemen proyek dan juga suatu pengendalian yang jauh lebih sistematis dan terkoordinir dengan rapi. Dari hasil penelitian dengan *Critical Path Method* (CPM) didapat waktu 204 hari dengan biaya Rp 2.615.000.000,- sedangkan percepatan dapat dilakukan dengan biaya tambahan untuk percepatan pada kegiatan G berdasarkan simulasi biaya terendah adalah Rp 6.900.000,00 dengan waktu percepatan 1 hari sedangkan untuk biaya tertinggi adalah Rp 382.375.000,00 dengan waktu percepatan adalah 42 hari.

Kata kunci: *Perencanaan, Penjadwalan, Critical Path Method (CPM), Percepatan (Crashing Trade Off).*

ABSTRACT

In running his business of PT Triash Artha Dinamika Abadi doesn't use the Management Project to take into account the needs of the time and cost, but just based on the science of experience only. Therefore, companies often get problems with the agreed time. Critical Path Method (CPM) is a method of planning better scheduling, particularly for management problems of the project and also a far more systematic control and terkoordinir neatly. Of research results with Critical Path Method (CPM) obtained time 204 days and costs Rp 2.615.000.000,- whereas the acceleration can be done at an additional cost for the acceleration in activity G based on the simulation of the lowest cost is Rp 6,900,000.00 with time acceleration of 1 day as for the highest fee is Rp 382,375,000.00 with the acceleration time is 42 days.

Keywords: *Planning, Scheduling, Critical Path Method (CPM), acceleration (Crashing Trade Off)*

Pendahuluan

Pada umumnya suatu proyek mempunyai rencana dan jadwal pelaksanaan proyek tersebut. Kapan proyek tersebut dimulai, dilaksanakan atau dikerjakan, kapan proyek tersebut selesai, dan bagaimana menyediakan sumber dayanya. Pengerjaan proyek tersebut mengacu pada rencana awal saat penjadwalan dibuat. Terkadang pelaksanaan proyek tersebut sering terjadi ketidaksesuaian dengan jadwal yang telah dibuat. Sehingga mengakibatkan keterlambatan waktu terselesainya proyek tersebut dan membengkaknya biaya yang harus dikeluarkan untuk menyelesaikan proyek itu.

PT Triash Artha Dinamika Abadi merupakan kontraktor di dalam bidang pembangunan Kontruksi Gedung, Instalasi Boiler, Instalasi sistem Pengolahan pabrik kelapa sawit dan pekerjaan mekanikal lainnya. Dalam menjalankan usahanya PT Triash Artha Dinamika Abadi tidak menggunakan metode-metode manajemen proyek dalam perencanaan. Selama ini perusahaan memperhitungkan kebutuhan waktu dan biaya hanya berdasarkan ilmu pengalaman saja. Oleh karena itu perusahaan sering mendapatkan masalah dengan waktu yang telah disepakati sebelumnya.

Berdasarkan data historical dalam pengerjaan proyek pembuatan tangki oli storage PT Triash Artha Dinamika Abadi rata-rata melakukan pekerjaan mencapai 216 hari, yang seharusnya dalam kesepakatan awal pekerjaan dilakukan selama 133 hari. Jika keterlambatan terus terjadi Hal ini akan

berdampak buruk terhadap perusahaan itu, baik secara material maupun moral. Sehingga menjadikan Image perusahaan, seolah-olah tidak dapat menyelesaikan pekerjaan atau proyek tersebut sesuai kontrak yang telah disepakati. Dan menjadikan suatu kerugian dalam waktu dan biaya, yang disebabkan proyek tidak terselesaikan dengan tepat waktu. Oleh Karena itu dibutuhkan metode yang baik dalam mengelola waktu dan biaya dalam suatu proyek.

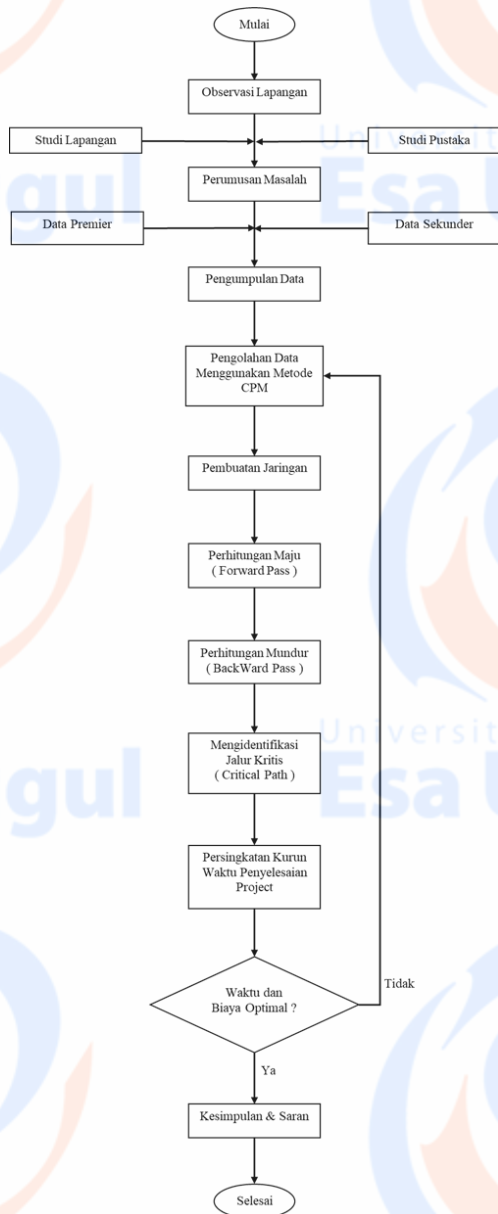
Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Critical Path Metode (CPM) dimana metode ini dapat menentukan urutan aktivitas proyek berdasarkan keterkaitan dari kegiatan satu sama lain, dan juga dapat menemukan jalur kritis proyek. Dengan mengetahui jaringan proyek menggunakan metode tersebut dapat dibuat penjadwalan dari kegiatan proyek secara sistematis yang nantinya berfungsi untuk mengendalikan proyek agar umur proyek tetap pada rencana awal. Selain itu, Metode Percepatan (Crashing Trade Off) dapat digunakan untuk menentukan waktu percepatan dan biaya pengerjaan yang dilakukan, sehingga dapat membantu menentukan keputusan agar proyek berjalan secara efektif dan efisien.

Metode Penelitian

Tahapan Penelitian menunjukkan langkah-langkah yang dilakukann dalam penelitian. Gambar 1 merupakan urutan-urutan proses observasi lapangan, perumusan masalah, pengumpulan data,

pengolahan data, analisis waktu dan biaya, hingga sampai proses penarikan kesimpulan. Berikut Flow Chart yang akan hingga dipakai.

Tempat diadakan penelitian ini dilakukan dua tempat yaitu pertama PT XYZ dan yang kedua di PT Triash Artha Dinamika Abadi sebagai pihak pelaksana pekerjaan, dimana pengambilan data dan wawancara kepada orang-orang yang berhubungan langsung dengan proyek tersebut. PT Triash Artha Dinamika Abadi.



Gambar 1. Alur Penelitian

Hasil dan Pembahasan Sejarah Proyek

Proyek Pembangunan Oil Storage Tank 2500 L merupakan proyek yang dilakukan PT. Triash Artha Dinamika Abadi di wilayah kecamatan samboja, kalimantan timur. Proyek ini dilakukan untuk meningkatkan atau memperluas kapasitas penyimpanan oli oleh PT. XYZ. Waktu pekerjaan di

mulai pada bulan februari 2017 dan di targetkan selesai selama 133 hari sesuai dengan kesepakatan yang dilakukan pertama kali.

Berdasarkan data historikal pekerjaan pembuatan tangka oli storage yang pernah dilakukan PT. Triash Artha Dinamika Abadi selama 2 kali proyek yang pernah dilakukan selalu terlambat.

Tabel 1 History Pekerjaan Proyek Pembangunan Oil Storage Tank 2500 L

No	Pemberi Proyek	Pelaksana Proyek	Tahun	Waktu (Hari)		Ketepatan (Hari)
				Schedule	Actual	
1	PT. ABC	PT. Triash Artha Dinamika Abadi	2014	133	218	85
2	PT. RST	PT. Triash Artha Dinamika Abadi	2015	133	215	82
3	PT. XYZ	PT. Triash Artha Dinamika Abadi	2017	133		

Oli Storage Tank 2500 L

Oil Storage Tank 2500 L dalam proyek ini di peruntukan untuk penyimpanan minyak kelapa sawit Fungsi dari Oil storage Tank adalah untuk tempat sementara Oil sebelum diolah ke proses selanjutnya. Proyek ini melibatkan beberapa pihak dalam penyelesaiannya. Terdapat 2 pihak yang terlibat yaitu pihak owner (XYZ) dan Pihak PT. Triash Artha Dinamika Abadi sebagai kontraktor dimana kedua pihak memiliki kewajiban masing-masing dalam penanganan proyek tersebut. Mengacu pada prosedur pembuatan Oil Storage Tank.

Berikut ini adalah daftar kegiatan pada proyek Pembangunan Oil Storage Tank 2500 L.

Tabel 2 Daftar Kegiatan

No	Nama Kegiatan
PREPARATION	
1	Preliminaries/Pemeriksaan Pendahuluan
2	Tank Design Drawing & Calculation
3	Approval of Construction Drawing
4	Pengadaan Material
5	Mobilisasi & Demobilisasi (Transport Material)
6	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Jemput)
CIVIL	
7	Pembuatan Pondasi Oil Storage Tank - 2500 MT c/w Material
MEKANIK	
8	Test Welder
9	Penyetelan & Pengelasan Plat Dasar
10	Penyetelan & Pengelasan Plat Anular
11	Penyetelan & Pengelasan Plat Dinding
12	Penyetelan & Pengelasan Plat Ourb Angle
13	Penyetelan & Pengelasan Plat Atap
14	Fabrikasi Pipa
15	Epoxi Bagian Dalam Tangki
16	Pengujian Tangki dengan air
17	Pengecatan Tangki bagian luar
18	Isolasi Tangki
19	Pemasangan Aksesoris Tangki
20	Pengetesan
21	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Antar)

Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya yang dikeluarkan secara langsung, atau biaya yang dipergunakan langsung dalam membiayai semua jalannya proyek yang sedang berjalan.

Tabel 3 Daftar Tenaga Kerja Dan Upah Harian

NO	Rincian Biaya	Total Pekerja	Biaya Tenaga Kerja per Bulan (Rp)	Jangka waktu (Bulan)	Jumlah Biaya (Rp)
1	Foreman / Kepala kerja Mechanical	1	6,000,000	5	30,000,000
	- Tukang / Fitter	10	4,000,000	5	20,000,000
	- Helper	30	3,000,000	5	15,000,000
2	Foreman / Kepala kerja Civil	1	6,000,000	3	18,000,000
	- Tukang / Fitter	10	4,000,000	3	12,000,000
	- Helper	30	3,000,000	3	9,000,000

Biaya Tidak Langsung

Biaya tak langsung adalah biaya yang dikeluarkan secara tak langsung dalam berjalanya proyek tersebut. Biaya tak langsung ini bisa dibayarkan secara berkala bahkan bisa nanti pada saat proyek tersebut selesai. Biaya ini juga bisa muncul dari fungsi-fungsi dan pelayanan-pelayanan yang mendukung untuk kerja yang efisien.

Biaya tak langsung hanya mencakup upah gaji setiap bulannya, diluar biaya tunjangan seperti Transportasi, Kehadiran dan Makan. Adapun uraian biaya tak langsung bisa dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel Error! No text of specified style in document.

Daftar Biaya Tak Langsung

NO	Rincian Biaya	Total Pekerja	Biaya Tenaga Kerja per Bulan (Rp)	Jangka waktu (Bulan)	Jumlah Biaya (Rp)
1	Project Manager, Mechanical-Civil	1	17,500,000.00	5	87,500,000
2	Site Manger, Mechanical-Civil	1	10,000,000.00	5	50,000,000
3	Site Supervisor Civil	1	6,000,000.00	5	30,000,000
4	Site Supervisor Mechanical	1	6,000,000.00	4	24,000,000
5	Quality Control Civil	1	5,000,000.00	3	15,000,000
6	Quality Control Mechanical	1	5,000,000.00	3	15,000,000
7	Drawing Engineering	1	7,000,000.00	2	14,000,000
8	Purchasing / Pembelian	1	4,000,000.00	5	20,000,000
9	Gudang di site	1	4,000,000.00	5	20,000,000
10	Security	2	3,000,000.00	5	15,000,000
11	Facilitas listrik & Air	-	4,650,000.00	5	23,250,000
12	Biaya Operasional	-	3,750,000.00	5	18,750,000
13	Biaya Tak Terduga	-	9,000,000.00	5	45,000,000
	Total				377,500,000

Data Biaya Perencanaan Proyek

PT. Triash Artha Dinamika Abadi merencanakan anggaran biaya pada proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L*, dengan

Tabel 6. Schedule Pekerjaan

No	Nama Kegiatan	Durasi	SCHEDULE PEKERJAAN (MINGGU)																			
			4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
1	Preliminaries/Pemeriksaan Pendahuluan	1 A 2	█																			
2	Tank Design Drawing & Calculation	2 B 7		█																		
3	Approval of Conctruction Drawing	3 C 7			█																	
4	Pengadaan Material	4 D 42				█																
5	Mobilisasi & Demobilisasi (Transport Material)	5 E 14					█															
6	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Jemput)	6 F 14						█														
7	Pembuatan Pondasi Oil Storage Tank - 2500 MT c/w Material	7 G 56							█													
8	Test Welder	8 H 2																				
9	Penyetelan & Pengelasan Plat Dasar	9 I 10																				
10	Penyetelan & Pengelasan Plat Anular	10 J 10																				
11	Penyetelan & Pengelasan Plat Dinding	11 K 10																				
12	Penyetelan & Pengelasan Plat Ourb Angle	12 L 10																				
13	Penyetelan & Pengelasan Plat Atap	13 M 10																				
14	Fabrikasi Pipa	14 N 4																				
15	Epoxi Bagian Dalam Tangki	15 O 5																				
16	Pengujian Tangki dengan air	16 P 3																				
17	Pengecatan Tangki bagian luar	17 Q 3																				
18	Isolasi Tangki	18 R 3																				
19	Pemasangan Aksesoris Tangki	19 S 3																				
20	Pengelasan	20 T 3																				
21	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Antar)	21 U 14																				

(Sumber: PT. Triash Artha Dinamika Abadi

Langkah berikut adalah menyusun antar kegiatan atau netowtk planning. Menyusun kegiatan sesuai dengan atau ketergantungan satu dengan kegiatan yang lainnya adalah suatu cara suatu menyusun jaringan kerja. Sehingga akan diketahui urutan-urutan atau rangkaian-rangkaian kegiatan dari awal hingga berakhir proyek tersebut.

pengalaman yang didapat dari proyek-proyek sebelumnya dan dengan harga pasar saat itu. Yang dimaksud harga pasar itu adalah harga atau biaya saat pelaksanaan proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L* yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Adapun daftarnya bisa dilihat pada

Tabel 1 Daftar Harga Perencanaan Project

No	Nama Kegiatan	Biaya
1	Preliminaries/Pemeriksaan Pendahuluan	15,000,000
2	Tank Technical Drawing & Calculation	15,000,000
3	Approval of Conctruction Drawing	10,000,000
4	Pengadaan Material	870,000,000
5	Mobilisasi & Demobilisasi (Transport Material)	300,000,000
6	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Jemput)	50,000,000
7	Pembuatan Pondasi Oil Storage Tank - 2500 MT c/w Material	980,000,000
8	Test Welder	8,000,000
9	Penyetelan & Pengelasan Plat Dasar	50,000,000
10	Penyetelan & Pengelasan Plat Anular	20,000,000
11	Penyetelan & Pengelasan Plat Dinding	25,000,000
12	Penyetelan & Pengelasan Plat Ourb Angle	15,000,000
13	Penyetelan & Pengelasan Plat Atap	15,000,000
14	Fabrikasi Pipa	10,000,000
15	Epoxi Bagian Dalam Tangki	12,000,000
16	Pengujian Tangki dengan air	10,000,000
17	Pengecatan Tangki bagian luar	50,000,000
18	Isolasi Tangki	60,000,000
19	Pemasangan Aksesoris Tangki	35,000,000
20	Pengelasan	15,000,000
21	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Antar)	50,000,000
	TOTAL BIAYA	2,615,000,000

Penjadwalan Aktifitas Proyek

Memperinci kegiatan-kegiatan pada proyek.. Langkah pertama adalah penyusunan atau langkah-langkah pekerjaan. Kegiatan ini berdasarkan pengalaman dari data atau informasi masa lalu. Data ini berdasarkan schedule pekerjaan. Berikut ini merupakan schedule pekerjaan dari proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L*.

Dalam membuat network *planning* ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi dari hubungan antar kegiatan yang disusun menjadi mata rantai urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan, yaitu:

1. Suatu kegiatan dapat dikerjakan secara bersamaan dengan kegiatan lainnya.

2. Suatu kegiatan hanya dapat dikerjakan apabila kegiatan sebelumnya telah selesai dikerjakan.
3. Suatu kegiatan dapat dikerjakan secara sendiri tanpa harus menunggu kegiatan sebelumnya.

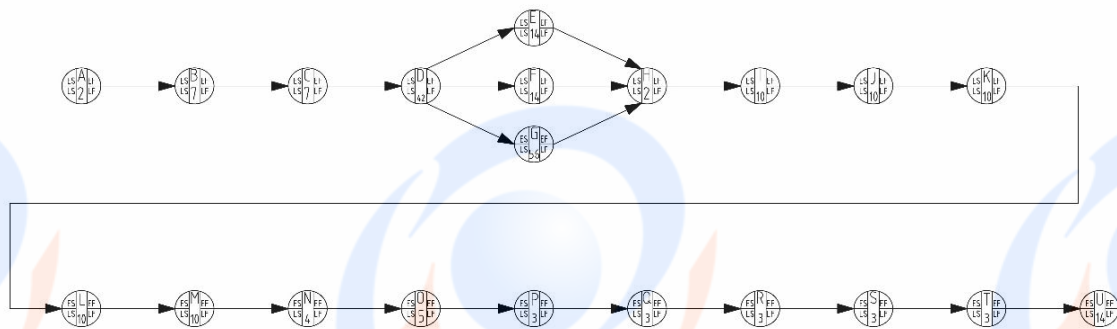
Urutan kegiatan yang sesuai dengan urutan logika ketergantungan pada pekerjaan proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L* dengan melihat *schedule* pekerjaan yang telah dibuat di atas. Dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Daftar Kegiatan, Kode Kegiatan Dan Kegiatan Sebelumnya

No	Nama Kegiatan	Durasi (Hari)	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya
1	Preliminaries/Pemeriksaan Pendahuluan	3	A	0
2	Tank Technical Drawing & Calculation	5	B	A
3	Approval of Conctruction Drawing	2	C	B
4	Pengadaan Material	30	D	C
5	Mobilisasi & Demobilisasi (Transport Material)	28	E	D
6	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Jemput)	14	F	D
7	Pembuatan Pondasi Oil Storage Tank - 2500 MT c/w Material	56	G	D
8	Test Welder	2	H	E,F,G
9	Penyetelan & Pengelasan Plat Dasar	10	I	H
10	Penyetelan & Pengelasan Plat Anular	10	J	I
11	Penyetelan & Pengelasan Plat Dinding	10	K	J
12	Penyetelan & Pengelasan Plat Ourb Angle	10	L	K
13	Penyetelan & Pengelasan Plat Atap	10	M	L
14	Fabrikasi Pipa	4	N	M
15	Epoxi Bagian Dalam Tangki	5	O	N
16	Pengujian Tangki dengan air	3	P	O
17	Pengecatan Tangki bagian luar	3	Q	P
18	Isolasi Tangki	3	R	Q
19	Pemasangan Aksesoris Tangki	3	S	R
20	Pengetesan	3	T	S
21	Transportation Alat & Tenaga Kerja (Antar)	14	U	T

(Sumber: PT. Triash Artha Dinamika Abadi & Prngolahan data)

Setelah melihat tabel dapat dibuat jaringan kerja pada pekerjaan proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L*.



Gambar 2 Jaringan Kerja

Sumber: Pengolahan Sendiri Dengan Berbagai Sumber

Perhitungan maju (Forward Pass)

Perhitungan maju (Forward pass) pada proyek pembangunan oli storage tank 2500 L bisa dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Perhitungan Maju (Forward pass)

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Earliest Start (ES)	Earliest Finish (EF)
1	A	2	0	2
2	B	7	2	9
3	C	7	9	16
4	D	42	16	58
5	E	14	58	72
6	F	14	58	72
7	G	56	58	114
8	H	2	114	116
9	I	10	116	126
10	J	10	126	136
11	K	10	136	146
12	L	10	146	156
13	M	10	156	166
14	N	4	166	170
15	O	5	170	175
16	P	3	173	176
17	Q	3	176	179
18	R	3	181	184
19	S	3	184	187
20	T	3	187	190
21	U	14	190	204

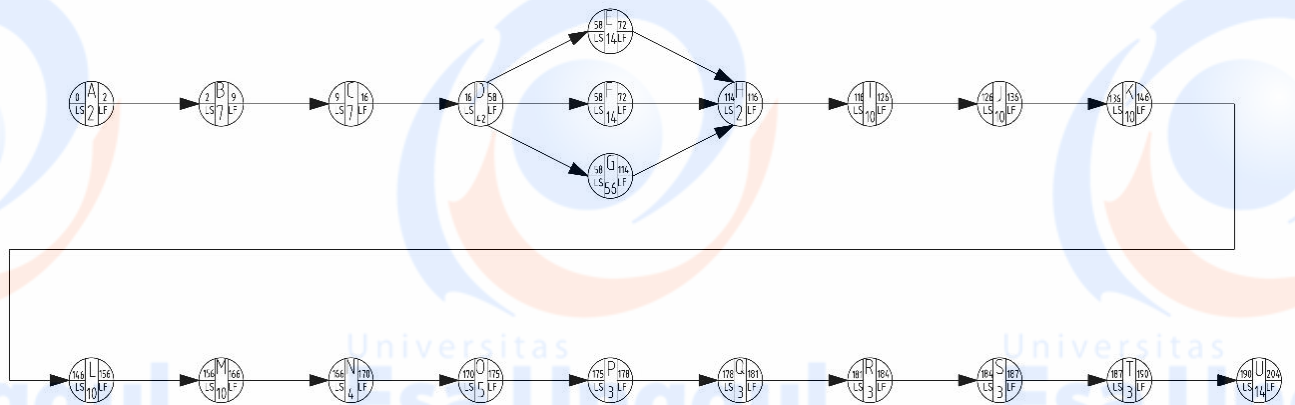
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Karena kegiatan pendahulu di kegiatan H memiliki 3 kegiatan yaitu kegiatan E, F & G maka, untuk menentukan nilai ES(H) dipilih berdasarkan waktu atau durasi terpanjang pada ketiga kegiatan

tersebut. Dari ketiga kegiatan tersebut Kegiatan dengan waktu terpanjang adalah kegiatan G

Dari data perhitungan secara manual diatas kita bisa memasukan hasil perhitungan kedalam tabel

atau kedalam sebuah gambar jaringan. Untuk melihat gambar jaringan perhitungan maju atau *Forward pass*, dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Perhitungan Maju (Forward Pass)
(*Sumber: Pengolahan Sendiri Dengan Berbagai Sumber*)

Sedangkan untuk perhitungannya atau *backward pass* dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9 Perhitungan Mundur (Backward Pass)

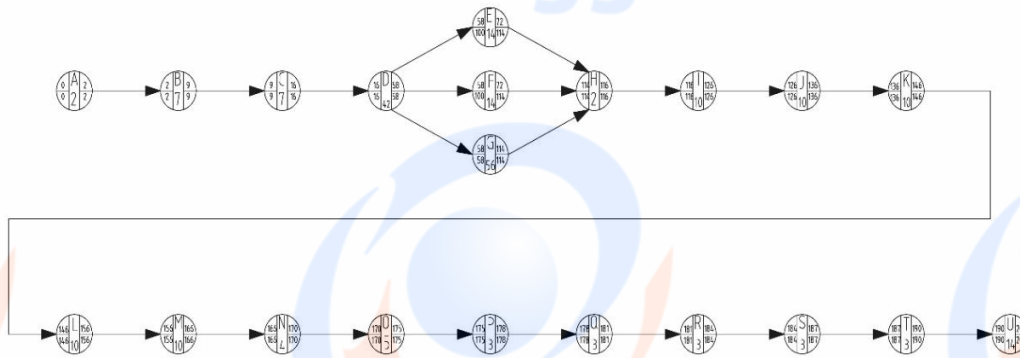
No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Latest Start (LS)	Latest Finish (LF)
21	U	14	190	204
20	T	3	187	190
19	S	3	184	187
18	R	3	181	184
17	Q	3	178	181
16	P	3	175	178
15	O	5	170	175
14	N	4	166	170
13	M	10	156	166
12	L	10	146	156
11	K	10	136	146
10	J	10	126	136
9	I	10	116	126
8	H	2	114	116
7	G	56	114	114
6	F	14	114	114
5	E	14	58	114
4	D	42	16	58
3	C	7	9	16
2	B	7	2	9
1	A	2	0	2

Karena kegiatan terakhir di kegiatan H memiliki 3 kegiatan yaitu kegiatan E, F & G maka, untuk menentukan nilai LF(D) dipilih berdasarkan

waktu atau durasi terpendek pada ketiga kegiatan tersebut. Dari ketiga kegiatan tersebut Kegiatan G merupakan kegiatan terpendek yaitu 58 hari.

Perhitungan mundur bertujuan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir untuk memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang dihasilkan dari perhitungan maju.

Berdasarkan data perhitungan secara manual diatas kita bisa memasukan hasil perhitungan kedalam tabel atau kedalam sebuah gambar jaringan. Untuk melihat gambar jaringan perhitungan mundur atau *Backward Pass*, dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 perhitungan mundur atau Backward Pass
 (Sumber: Pengolahan Sendiri Dengan Berbagai Sumber)

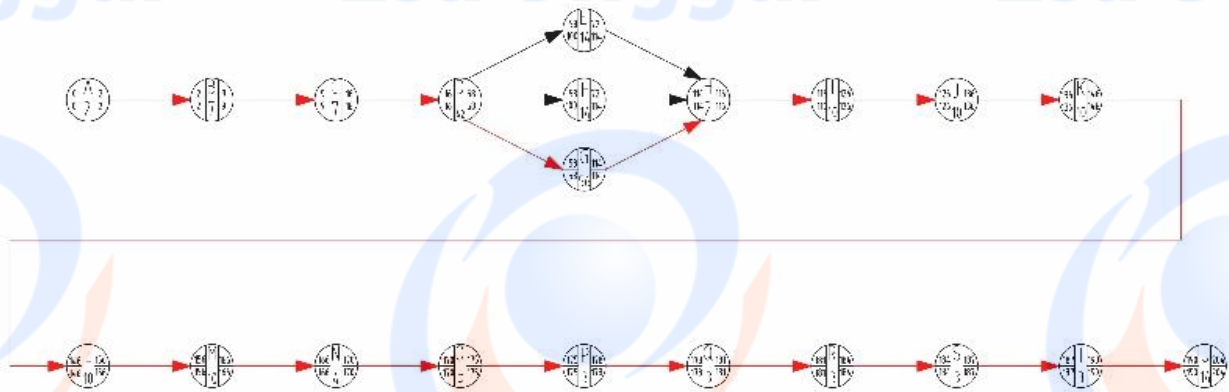
Mengidentifikasi Jalur Kritis (Critical Path) dan Slack

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan proyek yang bila terlambat akan mempengaruhi atau mengakibatkan keterlambatan dalam menyelesaikan proyek tersebut. Sedangkan *Slack* adalah tenggang waktu suatu kegiatan diluar jalur kritis. Perhitungan *Slack* bisa dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10 Perhitungan Slack

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Earliest Start (ES)	Earliest Finish (EF)	Latest Start (LS)	Latest Finish (LF)	SLACK	
							LS-ES	LF-ES
1	A	2	0	2	0	2	0	0
2	B	7	2	9	2	9	0	0
3	C	7	9	16	9	16	0	0
4	D	42	16	58	16	58	0	0
5	E	14	58	72	100	114	42	42
6	F	14	58	72	100	114	42	42
7	G	56	58	114	58	114	0	0
8	H	2	114	116	114	116	0	0
9	I	10	116	126	116	126	0	0
10	J	10	126	136	126	136	0	0
11	K	10	136	146	136	146	0	0
12	L	10	146	156	146	156	0	0
13	M	10	156	166	156	166	0	0
14	N	4	166	170	166	170	0	0
15	O	5	170	173	170	173	0	0
16	P	3	173	176	173	176	0	0
17	Q	3	176	181	176	181	0	0
18	R	3	181	184	181	184	0	0
19	S	3	184	187	184	187	0	0
20	T	3	187	190	187	190	0	0
21	U	14	190	204	190	204	0	0

Sedangkan gambar *Network Planning*nya bisa dilihat pada **Gambar 5**



Gambar 5. Network Planning proyek Pembangunan Oil Storage Tank 2500 L
(Sumber: Pengolahan Sendiri Dengan Berbagai Sumber)

Dari perhitungan *Slack*, pada **Tabel 10**, maka dapat ditentukan lintasan kritisnya, dimana lintasan kritis adalah yang memiliki *Slack*= 0. Sehingga dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Yang memiliki *Slack* = 0 adalah kegiatan A, B, C, D, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T dan U.
2. Kegiatan-kegiatan tersebut merupakan lintasan kritis.
3. Kurun waktu penyelesaian proyek adalah 204 hari yang dapat diketahui nilai terbesar pada kegiatan terakhir dari perhitungan maju atau dengan menjumlahkan durasi kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Mempersingkat Kurun Waktu Penyelesaian Proyek

Proses mempercepat kurun waktu disebut *crash program*. Di dalam menganalisa proses digunakan asumsi sebagai berikut:

1. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala.
2. Bila diinginkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah baik berupa tenaga kerja, material peralatan atau bentuk yang lain yang dapat dinyatakan dalam jumlah yang sama. Sehingga yang menjadi tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang seminimal mungkin.

Mempersingkat waktu penyelesaian kegiatan yang bertujuan mendapatkan yang ekonomis yang didasarkan dengan biaya langsung, dalam hal ini adalah biaya tenaga kerja langsung. Dengan mempersingkat waktu ini akan terlihat adanya kenaikan atau tambahan biaya tenaga kerja langsung, dengan adanya akibat penambahan waktu kerja yaitu lembur.

Dalam penelitian ini waktu kerja normal adalah jam 08.00 sampai dengan jam 12.00 dan jam 13.00 sampai dengan jam 17.00. Waktu istirahat jam 12.00 sampai dengan jam 13.00 tidak diperhitungkan, sehingga waktu kerja normal adalah 8 jam.

Sedangkan standar upah atau tarif lembur yang ditetapkan oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 ayat (a) adalah sebagai berikut:

1. Untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah sejam.
2. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 (dua) kali upah sejam.

Untuk lama waktu lembur dapat dilihat pada pasal 3 yang berisi:

1. Waktu kerjalembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) Minggu
2. Ketentuan waktu kerja lembur sebagaimana dimaksud dalam ayat 1 (satu) tidak termasuk kerja lembur yang dilakukan pada waktu istirahat mingguan atau hari libur resmi.

Tabel 11 Perhitungan Tarif Lembur

Total Pekerja	Satuan	Upah Tenaga kerja per hari (Rp)	Upah Tenaga kerja per Jam (Rp)	Tarif lembur	
				1 1/2 kali upah gaji normal (Rp)	2 kali upah gaji normal (Rp)
1	Man Power	200.000	25.000	37.500	50.000
10	Man Power	140.000	17.500	26.250	35.000
30	Man Power	100.000	12.500	18.750	25.000

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Setelah melihat kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang memenuhi persyaratan untuk di percepat adalah kegiatan G yaitu pembuatan pondasi oil storage tank 2500 MT c/w material.

Selanjutnya menentukan waktu dan biaya pada percepatan pada kegiatan. Untuk menentukan waktu dan biaya maksimal percepatan (*Crashing*) maka diperlukan beberapa langkah, yaitu:

1. Menentukan Bobot kerja dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Bobot Kerja} = \frac{\text{Biaya Kegiatan}}{\text{Total biaya}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 980.000.000}{\text{Rp } 2.615.000.000 + \text{Rp } 377.500.000}$$

$$= 0,3275$$
2. Mengetahui waktu normal pada kegiatan G yaitu 56 hari

- Menentukan waktu proses percepatan yang diinginkan yaitu antara 1 sampai 42 hari. (Waktu percepatan maksimal adalah 42, maksimal tersebut di dapat dari waktu terlama dikurangi waktu tercepat pekerjaan antara kegiatan E, F dan G pada jaringan kerja).
- Menentukan Volume pekerjaan normal, Nilai volume pekerjaan normal digunakan untuk perhitungan pada tambahan kerja lembur. Perhitungan yang dapat digunakan sebagai berikut:
Volume Pekerjaan Normal = Bobot Kerja / Hari Normal

$$= 0,3275 / 56$$

$$= 0,0058$$

- Langkah selanjutnya adalah menentukan volume pekerjaan dalam proses percepatan, Nilai volume pekerjaan dalam proses percepatanpun digunakan untuk perhitungan pada tambahan kerja lembur. Perhitungan yang dapat digunakan sebagai berikut:

$$\text{Volume Pek. Dalam Proses Percepatan} = \text{Bobot Kerja} / \text{Waktu proses percepatan}$$

Tabel Error! No text of specified style in document..2 Simulasi tambahan waktu lembur

Hari Percepatan	Waktu Proses Percepatan	Volume pekerjaan dalam percepatan	Tambahan waktu lembur (Jam)	Biaya Lembur (Rp)
1	55	0.0060	0.1	125,454.55
2	54	0.0061	0.3	255,555.56
3	53	0.0062	0.5	390,566.04
4	52	0.0063	0.6	530,769.23
5	51	0.0064	0.8	676,470.59
6	50	0.0065	1.0	828,000.00
7	49	0.0067	1.1	2,250,129.87
8	48	0.0068	1.3	2,631,481.48
9	47	0.0070	1.5	3,029,024.49
10	46	0.0071	1.7	3,443,812.71
11	45	0.0073	2.0	3,876,993.46
12	44	0.0074	2.2	4,329,818.18
13	43	0.0076	2.4	4,803,654.49
14	42	0.0078	2.7	5,300,000.00
15	41	0.0080	2.9	5,820,498.18
16	40	0.0082	3.2	6,366,956.52
17	39	0.0084	3.5	6,941,367.52
18	38	0.0086	3.8	7,545,933.01
19	37	0.0089	4.1	8,183,092.39
20	36	0.0091	4.4	8,855,555.56
21	35	0.0094	4.8	9,566,341.46
22	34	0.0096	5.2	10,318,823.53
23	33	0.0099	5.6	11,116,783.22
24	32	0.0102	6.0	11,964,473.68
25	31	0.0106	6.5	12,866,695.73
26	30	0.0109	6.9	13,828,888.89
27	29	0.0113	7.4	14,857,241.38
28	28	0.0117	8.0	15,958,823.53
29	27	0.0121	8.6	17,141,750.84
30	26	0.0126	9.2	18,415,384.62
31	25	0.0131	9.9	19,790,580.65
32	24	0.0136	10.7	21,280,000.00
33	23	0.0142	11.5	22,898,500.75
34	22	0.0149	12.4	24,663,636.36
35	21	0.0156	13.3	26,596,296.30
36	20	0.0164	14.4	28,721,538.46
37	19	0.0172	15.6	31,069,684.21
38	18	0.0182	16.9	33,677,777.78
39	17	0.0193	18.4	36,591,560.10
40	16	0.0205	20.0	39,868,181.82
41	15	0.0218	21.9	43,580,000.00
42	14	0.0234	24.0	47,820,000.00

(Sumber: Hasil Perhitungan)

8. Kemudian menghitung biaya untuk melakukan percepatan, total untuk melakukan percepatan adalah biaya proyek ditambah biaya percepatan atau biaya lembur, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Biaya percepatan} = \text{Total Biaya Proyek} + \text{Total Upah Lembur.}$$

9. Menghitung biaya tidak langsung

Biaya Tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 4.4., biaya ini tidak mempengaruhi percepatan karena diluar dari biaya proyek atau aktifitas proyek di lapangan.

10. Langkah terakhir adalah menjumlahkan keseluruhan total biaya setelah di percepatan (Lihat **Tabel 13.**)

Tabel 13 Total Biaya Keseluruhan Jika Melakukan Percepatan

Hari Percepatan	Waktu Proses Percepatan (Hari)	Biaya Lembur (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya keseluruhan (Rp)
1	55	125.454.55	2.615.000.000.00	2.621.900.000.00	377.500.000.00	2.999.400.000.00
2	54	255.555.56	2.615.000.000.00	2.628.800.000.00	377.500.000.00	3.006.300.000.00
3	53	390.566.04	2.615.000.000.00	2.635.700.000.00	377.500.000.00	3.013.200.000.00
4	52	530.769.23	2.615.000.000.00	2.642.600.000.00	377.500.000.00	3.020.100.000.00
5	51	676.470.59	2.615.000.000.00	2.649.500.000.00	377.500.000.00	3.027.000.000.00
6	50	828.000.00	2.615.000.000.00	2.656.400.000.00	377.500.000.00	3.033.900.000.00
7	49	1.026.785.71	2.615.000.000.00	2.663.312.500.00	377.500.000.00	3.040.812.500.00
8	48	1.245.833.33	2.615.000.000.00	2.670.225.000.00	377.500.000.00	3.047.725.000.00
9	47	1.474.202.13	2.615.000.000.00	2.677.137.500.00	377.500.000.00	3.054.637.500.00
10	46	1.712.500.00	2.615.000.000.00	2.684.050.000.00	377.500.000.00	3.061.550.000.00
11	45	1.961.388.89	2.615.000.000.00	2.690.962.500.00	377.500.000.00	3.068.462.500.00
12	44	2.221.590.91	2.615.000.000.00	2.697.875.000.00	377.500.000.00	3.075.375.000.00
13	43	2.493.895.35	2.615.000.000.00	2.704.787.500.00	377.500.000.00	3.082.287.500.00
14	42	2.779.166.67	2.615.000.000.00	2.711.700.000.00	377.500.000.00	3.089.200.000.00
15	41	3.078.353.66	2.615.000.000.00	2.718.612.500.00	377.500.000.00	3.096.112.500.00
16	40	3.392.500.00	2.615.000.000.00	2.725.525.000.00	377.500.000.00	3.103.025.000.00
17	39	3.722.756.41	2.615.000.000.00	2.732.437.500.00	377.500.000.00	3.109.937.500.00
18	38	4.070.394.74	2.615.000.000.00	2.739.350.000.00	377.500.000.00	3.116.850.000.00
19	37	4.436.824.32	2.615.000.000.00	2.746.262.500.00	377.500.000.00	3.123.762.500.00
20	36	4.823.611.11	2.615.000.000.00	2.753.175.000.00	377.500.000.00	3.130.675.000.00
21	35	5.232.500.00	2.615.000.000.00	2.760.087.500.00	377.500.000.00	3.137.587.500.00
22	34	5.665.441.18	2.615.000.000.00	2.767.000.000.00	377.500.000.00	3.144.500.000.00
23	33	6.124.621.21	2.615.000.000.00	2.773.912.500.00	377.500.000.00	3.151.412.500.00
24	32	6.612.500.00	2.615.000.000.00	2.780.825.000.00	377.500.000.00	3.158.325.000.00
25	31	7.131.854.84	2.615.000.000.00	2.787.737.500.00	377.500.000.00	3.165.237.500.00
26	30	7.685.833.33	2.615.000.000.00	2.794.650.000.00	377.500.000.00	3.172.150.000.00
27	29	8.278.017.24	2.615.000.000.00	2.801.562.500.00	377.500.000.00	3.179.062.500.00
28	28	8.912.500.00	2.615.000.000.00	2.808.475.000.00	377.500.000.00	3.185.975.000.00
29	27	9.593.981.48	2.615.000.000.00	2.815.387.500.00	377.500.000.00	3.192.887.500.00
30	26	10.327.884.62	2.615.000.000.00	2.822.300.000.00	377.500.000.00	3.200.000.000.00
31	25	11.120.500.00	2.615.000.000.00	2.829.212.500.00	377.500.000.00	3.207.112.500.00
32	24	11.979.166.67	2.615.000.000.00	2.836.125.000.00	377.500.000.00	3.214.225.000.00
33	23	12.912.500.00	2.615.000.000.00	2.843.037.500.00	377.500.000.00	3.221.337.500.00
34	22	13.930.681.82	2.615.000.000.00	2.850.000.000.00	377.500.000.00	3.228.450.000.00
35	21	15.045.833.33	2.615.000.000.00	2.857.012.500.00	377.500.000.00	3.235.562.500.00
36	20	16.272.500.00	2.615.000.000.00	2.864.025.000.00	377.500.000.00	3.242.675.000.00
37	19	17.628.289.47	2.615.000.000.00	2.871.037.500.00	377.500.000.00	3.249.787.500.00
38	18	19.134.722.22	2.615.000.000.00	2.878.050.000.00	377.500.000.00	3.256.900.000.00
39	17	20.818.382.35	2.615.000.000.00	2.885.062.500.00	377.500.000.00	3.264.012.500.00
40	16	22.712.500.00	2.615.000.000.00	2.892.075.000.00	377.500.000.00	3.271.125.000.00
41	15	24.859.166.67	2.615.000.000.00	2.900.000.000.00	377.500.000.00	3.278.237.500.00
42	14	27.312.500.00	2.615.000.000.00	2.907.925.000.00	377.500.000.00	3.285.350.000.00

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Hasil Analisa Critical Path Method

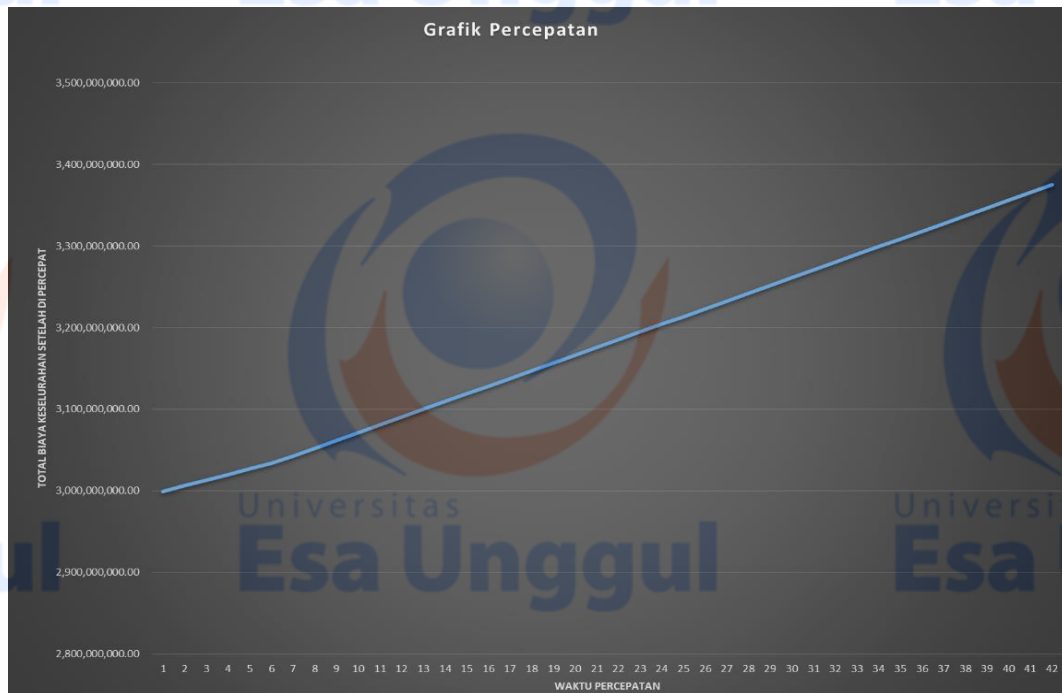
Dari hasil analisa perhitungan menggunakan Critical Path Method dengan langkah & waktu pekerjaan maka di dapat data sebagai berikut:

1. Waktu normal yang diperlukan untuk proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L* adalah 204 hari.
2. Lintasan kritis pada proyek Pembangunan *Oil Storage Tank 2500 L* berdasarkan data adalah kegiatan A-B-C-D-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S-T-U.

Hasil Analisa Percepatan (*Crashing Trade Off*).

Sedangkan dari hasil perhitungan percepatan (*crashing*) adalah:

1. Waktu Percepatan dapat dilakukan pada kegiatan G
2. Maksimal waktu yang dapat di percepat adalah 42 hari, dengan waktu pengerjaan maksimal 14 hari.
3. Kurva percepatan menunjukkan bahwa semakin banyak waktu percepatan yang dilakukan maka biaya akan meningkat (lihat **Gambar 6.**)



Gambar 6 Kurva Percepatan
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Kesimpulan

Dengan melihat perumusan masalah dan menjawab akar permasalahannya, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu penyelesaian proyek pembuatan Oil Storage Tank 2500 L yang dapat di PT. Triash Artha Dinamika Abadi berdasarkan perhitungan menggunakan Critical Path Method (CPM) adalah 204 hari dengan kegiatan yang berada pada jalur kritis yaitu A, B, C, D, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T dan U.
2. Waktu terlama percepatan yang dapat dilakukan pada proyek pembuatan Oil Storage Tank 2500 L di PT. Triash Artha Dinamika Abadi berdasarkan perhitungan menggunakan metode Percepatan (Crashing Trade Off) adalah 42 hari pada kegiatan G.
3. Biaya tambahan untuk percepatan pada kegiatan G berdasarkan simulasi biaya terendah adalah Rp 6.900.000,00 dengan waktu percepatan 1 hari sedangkan untuk biaya tertinggi adalah Rp 382.375.000,00 dengan waktu percepatan adalah 42 hari.

Daftar Pustaka

Dipoprasetyo, Ibnu. "Analisis network planning dengan Critical Path Method (CPM) dalam usaha efisiensi waktu produksi pakaian batik pada butik Omahkoe Bati di samarinda." *Ejournal Administrasi Bisnis*, 2016.

Fika Giri Aspia Ningrum, Widi Hartono, Sugiyanto. "Penerapan metode crashing dalam percepatan durasi proyek dengan alternative penambahan jam lembur & shift kerja (Studi Kasus: Proyek pembangunan hotel grand keisha)." 2017.

- Grace Y. Malingkas, Tisano Tj. Arsjad, Huibert Tarore. "Menganalisa sensitivitas keterlambatan durasi proyek dengan metode CPM (Studi kasus: Perumahan puri kelapa gading)" *Jurnal Sipil Statik*, 2013.
- Heizer, Jay, and Barry Render. *Manajemen Operasi, Edisi 7*. Jakarta: Salemba Empat, 2006.
- KEP.102/MEN/VI/2004, Keputusan Mentri Tenaga Kerja & Transmigrasi Republik Indonesia No. n.d.
- Proyek, Teknik Penjadwalan. *fairuzelsaid.wordpress.com*. 10 26, 2009. <http://fairuzelsaid.wordpress.com/2009/10/26/pasi-teknik-penjadwalan-proyek-penggunaan-pert-program-evaluation-and-review-tecnique>. (accessed 03 10, 2017).
- Sasmoko, Rini Alfatiyah, and Monita Rahayu. "Analisa Penggantian Tangki Sand Filter dan Karbon Filter dengan Metode Critical Path untuk Mengoptimalkan Waktu dan Biaya Pelaksanaan di PT Gajah Tunggal Tbk." 2015.
- Soeharto, Iman. *Manajemen Proyek : Dari konseptual sampai operasional (Jilid 1 - Edisi Kedua / Konsep, Studi Kelasyakan, dan Jaringan Kerja)*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- Soeharto, Iman. "Manajemen Proyek Industri "Persiapan, Pelaksanaan, Pengelolaan"." Jakarta, 1992.
- Yulianto, Ahmad. "Optimasi penjadwalan proyek menggunakan CPM dengan algoritma genetika pada studi kasus proyek pembangunan laboratorium ekonomi ubhara surabaya." 2013.