

ANALISIS PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN DENGAN METODE PERT

I Nyoman Lokajaya

Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru 45 Surabaya

Email : lokajaya@untag-sby.ac.id

ABSTRAK. Tujuan dari studi ini adalah (1) Mendapatkan rencana waktu penyelesaian pelaksanaan proyek, (2) Mendapatkan durasi optimal pelaksanaan proyek, (3) Mendapatkan total biaya pelaksanaan proyek. Setelah dilakukan analisis, didapatkan bahwa (1) Rencana waktu penyelesaian pelaksanaan proyek 275 hari, (2) Waktu penyelesaian proyek sesuai rekayasa ulang *Network Planning* dengan metode PERT, didapatkan waktu penyelesaian proyek 252 hari, dengan percepatan waktu terhadap Time Schedule original sebesar 23 hari, (3) Hasil rekayasa ulang terhadap *Network Planning* dengan metode PERT dihasilkan durasi optimal berdasarkan durasi (te) 252 hari, dengan rincian biaya upah tenaga percepatan Rp51.262.500,00. Penghematan gaji karyawan dan biaya operasional sebesar Rp 50.715.000,00 sehingga selisih biaya percepatan 23 hari dan penghematannya sebesar Rp 547.500. Biaya total berdasarkan waktu optimal dari 275 hari sebesar Rp 24.972.450.794,11, menjadi 252 hari sebesar Rp 24.972.450.794,11 + Rp 547.500,00 = Rp 24.972.998.294,11

Kata kunci : *Network Planning*, PERT, peningkatan jalan

Pendahuluan

Salah satu paket penanganan pekerjaan dalam wilayah Pelaksana Jalan Nasional Wilayah III Provinsi Kalimantan Tengah dalam tahun anggaran 2018 adalah Paket Peningkatan Jalan Bukit Batu-Lungkuh Layang-Kalahien Provinsi Kalimantan Tengah. Meskipun penjadwalan telah disusun, namun pada praktiknya di lapangan masih sering timbul masalah dalam proses konstruksi yaitu sering terjadi keterlambatan penyelesaian proyek. Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti meningkatnya biaya proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*).

Tujuan dari studi ini adalah (1) Mendapatkan rencana waktu penyelesaian pelaksanaan proyek, (2) Mendapatkan durasi optimal pelaksanaan proyek, (3) Mendapatkan total biaya pelaksanaan proyek

Metodologi

Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu teknik yang digunakan untuk merencanakan, mengerjakan, dan mengendalikan aktivitas suatu proyek untuk memenuhi kendala waktu dan biaya proyek (Muslich, 2009). Teknik ini berorientasi pada pencapaian tujuan, di mana tujuan tersebut mungkin pembangunan gedung, pembukaan kantor baru, atau pengendalian kegiatan penelitian dan pengembangan.

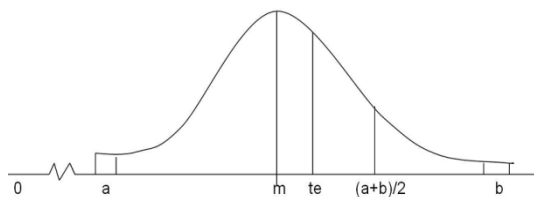
Penjadwalan Model PERT

Teknik PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan (Siswanto, 2007).

Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis. Perkiraan waktu

optimis dinyatakan oleh huruf a, waktu realistis oleh huruf m, dan waktu pesimis dinyatakan oleh huruf b. (Soeharto, 2001).

Ketiga angka perkiraan waktu tersebut, yaitu a, b, m, dihubungkan menjadi satu angka yang disebut *te* atau kurun waktu yang diharapkan. Angka *te* adalah angka rata-rata jika kejadian tersebut dikerjakan berulang dalam jumlah besar. Dalam menentukan angka *te* dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah waktu yang paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari dua peristiwa lainnya



Sumber : Danyanti, 2010

Gambar 1. *Expected Value*, Nilai Tengah, a, m, dan b dalam Distribusi Beta

Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* (*te*) dengan rumus sebagai berikut :

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (1)$$

Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \frac{1}{6}(b - a) \quad (2)$$

Varians kegiatan :

$$S^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2 \quad (3)$$

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) yang dinyatakan dengan rumus :

$$z = \frac{T(d) - T(e)}{S} \quad (4)$$

Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah proyek paket Peningkatan Struktur Jalan dalam Hasil dan Diskusi

Data Pelaksanaan Proyek

Wilayah Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah III Provinsi Kalimantan Tengah dalam tahun anggaran 2018.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Jalan Bukit Batu - Lungkuh Layang – Kaliahen Provinsi Kalimantan Tengah, lama waktu penelitian efektif kurang lebih 2 bulan

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan untuk pengumpulan data berupa:

1. Jadwal (*time schedule*) dan kurva-S rencana pelaksanaan proyek,
2. Jadwal (*time schedule*) dan kurva-S aktual pelaksanaan proyek,
3. Laporan bulanan dan mingguan pekerjaan,
4. Rencana anggaran biaya,
5. Biaya langsung dan biaya tidak langsung pelaksanaan proyek

Prosedur Pengumpulan Data

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah berupa data sekunder yang didapatkan dari Dinas Bina Marga di Kalimantan Tengah, yaitu jadwal (*time schedule*) atau kurva-S rencana pelaksanaan proyek, jadwal (*time schedule*) dan kurva-S aktual pelaksanaan proyek, laporan bulanan dan mingguan pekerjaan, rencana anggaran biaya, biaya langsung dan biaya tidak langsung pelaksanaan proyek.

Untuk data primer melihat kembali kondisi lokasi penelitian dengan harapan mengetahui tingkat kerusakan yang ada.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah *Triple duration estimate*, yaitu cara perkiraan waktu yang didasarkan atas tiga jenis durasi waktu, yaitu waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu realistis (m)

Data pelaksanaan proyek meliputi data Rencana Anggaran Biaya pekerjaan berupa uraian pekerjaan, satuan, kuantitas, harga satuan, jumlah harga dan bobot rencana proyek Peningkatan Struktur Jalan Bukit Batu-Lungkuh Layang-Kalahien sebagai berikut :

Tabel 1. RAB Peningkatan Jalan Bukit Batu - Lungkuh Layang - Kalahien

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Bobot (%)
1.	Umum					
	Mobilisasi	ls	1,00	209.306.805,84	209.306.805,84	0,838
2.	Drainase					
	Galian untuk Selokan Drainase	m ³	1.538,19	50.385,00	77.501.703,15	0,310
3.	Pasangan Batu dengan Mortar	m ³	111,48	1.126.190,00	125.547.661,20	0,503
4.	Pekerjaan Tanah					
	Timbunan Dari Sumber Galian	m ³	2.565,93	225.775,00	579.322.845,75	2,320
5.	Timbunan Pilihan	m ³	12,00	445.044,00	5.340.528,00	0,021
6.	Penyiapan Badan Jalan	m ²	15.192,00	4.483,00	68.105.736,00	0,273
7.	Pelebaran Perkerasan Jalan					
	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	m ³	1.974,96	766.305,00	1.513.421.722,80	6,076
8.	Perkerasan Berbutir					
	Semen Untuk CTRB.	ton	1.498,62	1.661.771,00	2.490.363.256,02	9,720
9.	Lapisan CTRB	m ³	8.373,75	765.633,00	6.411.219.333,75	25,673
		m ³	2.450,55	648.070,00	1.588.127.938,50	6,360
10.	Perkerasan Aspal					
	Lapis Perekat - Aspal Cair	ltr	16.901,10	14.277,00	241.297.004,70	0,966
11.	Lataston Lapis Aus HRS-WC	ton	1.931,28	1.629.309,00	3.146.651.885,52	12,601
12.	Lataston Lapis Pondasi HRS-Base	ton	2.879,26	1.439.642,00	4.145.103.624,92	15,899
13.	Anti Stripping Egent	kg	376,73	91.000,00	34.282.430,00	0,137
14.	Struktur					
	Beton Mutu Sedang fc=20 Mpa	m ³	288,65	1.734.739,00	500.732.412,35	2,005
15.	Beton Mutu Rendah fc=10 Mpa	m ³	3,24	1.439.556,00	4.664.161,44	0,019
16.	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	15.643,79	23.676,00	370.382.372,04	1,483
17.	Pasangan Batu	m ³	395,25	1.252.120,00	494.900.430,00	1,982
18.	Pengembalian Kondisi Pekerjaan Minor					
	Lapis Pondasi Aggrete A Minor	m ³	486,09	806.032,00	391.804.094,88	1,569
19.	Aspal Untuk Pekerjaan Minor	m ³	693,55	3.271.091,00	2.268.665.163,05	9,085
20.	Marka Jalan Termoplastik	m ²	1.445,72	208.729,00	301.763.689,88	1,208
A. Jumlah Harga Pekerjaan					24.972.450.794,11	100,000
B. Pajak Pertambahan Nilai (PPn) = 10% x A					2.497.245.079,41	
C. Jumlah Total Harga = A + B					27.469.695.873,52	
D. Dibulatkan					27.469.695.000,00	

Sumber: Bill Quantity Kontrak Proyek

Dari tabel 1 didapatkan biaya pekerjaan yang paling dominan adalah pekerjaan perkerasan aspal, yang meliputi Lapisan *Cement Treated Recycling Base*, Lataston Lapis Pondasi HRS-Base, Lataston Lapis Aus HRS-WC, Semen Untuk CTRB dan Aspal Untuk Pekerjaan Minor, dengan bobot pekerjaan 70,64% dari keseluruhan biaya proyek. Kemudian dibuat distribusi bobot dalam jadwal rencana kegiatan peningkatan struktur jalan dan perhitungan rencana kemajuan kegiatan dengan rumus :

$$\text{Rencana Kemajuan (\%)} = \frac{\text{Biaya Kegiatan yang Sudah Terpakai}}{\text{Biaya Proyek}} \times 100\%$$

Perencanaan dan Pengendalian Proyek Dengan Metode PERT

1. Estimasi Waktu Dengan Metode PERT

Berdasarkan data yang ada dari kontraktor, PPK dan konsultan maka hasil analisa waktu optimis, waktu yang paling mungkin, waktu pesimis dan nilai waktu yang diharapkan (te) sebagai berikut:

Tabel 2. Estimasi Waktu Dengan Metode PERT dan Nilai waktu yang diharapkan (te)

No	Pekerjaan	Durasi			te
		Optimis (Hari) (a)	Paling Mungkin (Hari) (m)	Pesimis (Hari) (b)	
I.	Umum				
1.	Mobilisasi	23	23	23	23
II.	Drainase				
2.	Galian Saluran Drainase	30	30	30	30
3.	Pasangan Batu Dengan Mortar	42	42	42	42
III.	Pekerjaan Tanah				
4.	Timbunan Tanah Biasa	30	30	30	30
5.	Timbunan Tanah Pilihan	28	28	28	28
6.	Penyiapan Badan Jalan	23	28	33	28
IV	Pelebaran Perkerasan Dan Bahu Jalan				
7.	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	43	45	47	45
V.	Perkerasan Berbutir				
8.	Semen Untuk CTRB	55	60	65	60
9.	Lapis Untuk CTRB	55	60	65	60
VI.	Perkerasan Aspal				
10.	Lapis Perekat	14	14	14	14
11.	Lataston lapis aus (HRS-WC)	24	31	38	31
12.	Lataston lapis pondasi (HRS-BASE)	38	42	46	42
13.	Additive Anti Stripping	24	31	38	31
VII.	Struktur				
14.	Beton Mutu Sedang Fc'=20 Mpa	30	30	30	30
15.	Beton Mutu Rendah Fc'=10 Mpa	14	14	14	14
16.	Baja Tulangan U 24	16	16	16	16
VIII.	Pengembalian Kondisi Pekerjaan Minor				
17.	Pasangan Batu	44	44	44	44
18.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A untuk Pekerjaan Minor	75	75	75	75
19.	Campuran Aspal Panas	100	100	100	100
20.	Marka Jalan Thermoplastik	24	24	24	24

Sumber: Tabel 1

Keterangan :

$$\text{Waktu yang diharapkan : } te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Untuk mendapatkan diagram *Network Planning* metode PERT berdasarkan durasi dari rumus te maka dibuat langkah urutan prosedur kerja sesuai aturan teknis, mana pekerjaan yang mendahuluinya dan mana pekerjaan yang dapat dikerjakan secara bersamaan maka masing-masing item pekerjaan dianalisis ketergantungannya terhadap item pekerjaan satu dengan lainnya, sebagai berikut:

Tabel 3. Jadwal Kegiatan Berdasarkan Waktu yang Diharapkan (te)

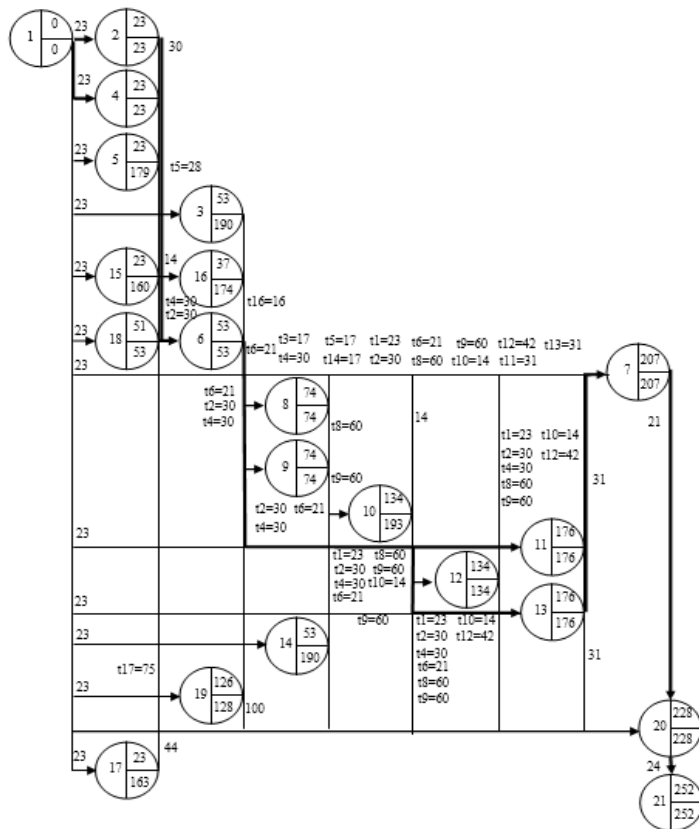
ID	Task Name	Duration (te)	Start	Finish	Predecessors
1	Mobilisasi	23 days	Thu 3/23/18	Fri 4/14/18	
2	Galian Saluran Drainase	30 days	Sat 4/15/18	Sun 5/14/18	1
3	Pasangan Batu Dengan Mortar	42 days	Mon 5/15/18	Sun 6/25/18	1,2
4	Timbunan Tanah Biasa	30 days	Sat 4/15/18	Sun 5/14/18	1
5	Timbunan Tanah Pilihan	28 days	Sat 4/15/18	Fri 5/12/18	1

ID	Task Name	Duration (te)	Start	Finish	Predecessors
6	Penyiapan Badan Jalan	28 days	Mon 5/8/18	Sun 6/4/18	4SS+23 days,2SS+23 days,1
7	Lapis Pondasi Aggregate Kelas S Bahu Jalan	45 days	Mon 10/16/18	Wed 11/29/18	11,13,3,4,5,14,1,2,6,8,9,10,17
8	Semen CTRB	60 days	Mon 6/5/18	Thu 8/3/18	6,1,2,4
9	Lapis CTRB	60 days	Mon 6/5/18	Thu 8/3/18	6,1,2,4
10	Lapis Perekat	14 days	Fri 9/15/18	Thu 9/28/18	8,9,1,2,4,6,12
11	Lataston lapis aus (HRS-WC)	31 days	Fri 9/15/18	Sun 10/15/18	12,1,2,4,8,9
12	Lataston lapis pondasi (HRS-BASE)	42 days	Fri 8/4/18	Thu 9/14/18	8,9,1,2,4,6
13	Additive Anti Stripping	31 days	Fri 9/15/18	Sun 10/15/18	12,1,2,4,6,8,9
14	Beton Mutu Sedang Fc'=20 Mpa	30 days	Sat 7/1/18	Sun 7/30/18	16,1
15	Beton Mutu Rendah Fc'=10 Mpa	14 days	Thu 6/1/18	Wed 6/14/18	1
16	Baja Tulangan U 24	16 days	Thu 6/15/18	Fri 6/30/18	15
17	Pasangan Batu	44 days	Mon 5/15/18	Tue 6/27/18	1
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas A untuk Pekerjaan Minor	75 days	Mon 5/1/18	Fri 7/14/18	1
19	Campuran Aspal Panas	100 days	Sat 7/29/18	Sun 11/5/18	18,1
20	Marka Jalan	24 days	Mon 11/6/18	Wed 11/29/18	7SS+21 days,19,1,3,4,6,8,9,12,13,11,17

Sumber: Tabel 2

2. Pembuatan *Network Planning*

Dengan tersusunnya aktivitas item pekerjaan sesuai prosedur kerja secara teknis dan durasi (te) maka rekayasa ulang *Network Planning* sesuai metode PERT, diagram Network dapat dibuat.



Gambar 2. Diagram *Network Planning* Peningkatan Jalan Bukit Batu - Lungkuh Layang – Kalahien Provinsi Kalimantan Tengah Dengan Metode PERT
Sumber : Tabel 3

Pada gambar 2 menunjukkan rekayasa ulang, perhitungan maju dan perhitungan mundur, untuk jadwal pelaksanaan peningkatan jalan Bukit Batu - Lungkuh Layang - Kalahien dapat diselesaikan selama 252 hari, pekerjaan dapat dipercepat 23 hari atau 8,36% dari waktu jadwal awal pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan selama 275 hari kalender.

Beberapa aktivitas lintasan kritis didapatkan sebagai berikut:

Lintasan Kritis 1-2-6-8-12-13-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-2-6-8-12-11-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-2-6-9-12-13-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-4-6-9-12-11-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-4-6-8-12-13-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-4-6-8-12-11-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-4-6-9-12-13-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari
 Lintasan Kritis 1-4-6-9-12-11-7-20 = 23+30+21+60+42+31+21+24 = 252 hari

Tabel 4. Nama Aktivitas Kritis Dengan Metode PERT

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	Mobilisasi	23 days	Thu 3/23/18	Fri 4/14/18
2	Galian Saluran Drainase	30 days	Sat 4/15/18	Sun 5/14/18
4	Timbunan Tanah Biasa	30 days	Sat 4/15/18	Sun 5/14/18
6	Penyiapan Badan Jalan	28 days	Mon 5/8/18	Sun 6/4/18
7	Lapis Pondasi Aggregate Kelas S Bahu Jalan	45 days	Mon 10/16/18	Wed 11/29/18
8	Semen CTRB	60 days	Mon 6/5/18	Thu 8/3/18
9	Lapis CTRB	60 days	Mon 6/5/18	Thu 8/3/18
11	Lataston lapis aus (HRS-WC)	31 days	Fri 9/15/18	Sun 10/15/18
12	Lataston lapis pondasi (HRS-BASE)	42 days	Fri 8/4/18	Thu 9/14/18
13	Additive Anti Stripping	31 days	Fri 9/15/18	Sun 10/15/18
20	Marka Jalan	24 days	Mon 11/6/18	Wed 11/29/18

Sumber: Gambar 2

3. Menentukan nilai standar deviasi dan varian kegiatan

Berdasarkan hitungan metode PERT, dengan durasi waktu penyelesaian proyek 252 hari kalender dan didapatkan lintasan kritis pada diagram *Network Planning* adalah lintasan dengan nilai Free Float/Slack = 0 adalah 1, 2, 6, 8, 9, 12, 11, 7, 20. Pekerjaan 8 adalah Semen untuk CTRB dilaksanakan bersamaan waktunya dengan pekerjaan Lapisan CTRB. Semen dihampar untuk bahan *recycling* dalam kontrak dibayar tersendiri, sehingga lintasan kritis yang dianalisis adalah : 1, 2, 6, 9, 12, 11, 7, 20. Kemudian dihitung nilai standar deviasi dan nilai varian kegiatan dari masing – masing lintasan kritis tersebut.

Rumus standar deviasi kegiatan: $S = \frac{1}{6}(b - a)$, $S^2 = V(te) = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$

Tabel 5. Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan

No.	Pekerjaan	a	m	b	te	S	V(te)
I.	Umum						
1.	Mobilisasi	23	23	23	23	0,00	0,00
II.	Drainase						
2.	Galian Saluran Drainase	30	30	30	30	0,00	0,00
III.	Pekerjaan Tanah						
6.	Penyiapan Badan Jalan	23	28	33	28	1,67	2,78
IV	Pelebaran Perkerasan Dan Bahu Jalan						
7.	Lapis Pondasi Aggregate Kelas S Bahu Jalan	43	45	47	45	0,67	0,44
V.	Perkerasan Berbutir						
9.	Lapis Untuk CTRB	55	60	65	60	1,67	2,78
VI.	Perkerasan Aspal						

No.	Pekerjaan	a	m	b	te	S	V(te)
11.	Lataston lapis aus (HRS-WC)	24	31	38	31	2,33	5,44
12.	Lataston lapis pondasi (HRS-BASE)	38	42	46	42	1,33	1,78
VIII.	Pengembalian Kondisi Pekerjaan Minor						
20.	Marka Jalan Thermoplastik	24	24	24	24	0,00	0,00
Jumlah						7,67	13,22

Sumber: Tabel 4

Dari tabel 5 dapat diketahui nilai total varians ($\Sigma V(te)$)=13,22 dan standar deviasi (S) = 7,67. Dari sifat kurva distribusi normal dimana area berada dalam interval (TE - 3S) dan (TE + 3S) maka besar rentang 3S adalah $3 \times 7,67 = 23,00$. Maka kurun waktu penyelesaian proyek adalah 252 ± 23 hari. Perkiraan penyelesaian proyek paling cepat adalah $252 - 23 = 229$ hari, perkiraan penyelesaian proyek paling lambat adalah $252 + 23 = 275$ hari. Jika dalam hal ini target yang ingin dicapai adalah kurun waktu yang paling cepat, maka nilai T(d) = 229 hari.

Kemungkinan/ketidakpastian mencapai target jadwal pada metode PERT dinyatakan dengan z : $Devisi z = \frac{T(d) - T(e)}{S} = \frac{229 - 252}{7,67} = -3,00$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal komulatif dengan harga z = -3,00, maka diperoleh hasil 0,0013. Ini kemungkinan proyek untuk selesai dalam jangka waktu 229 hari hanya sekitar 0,13%. Selengkapnya dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 6. Target dan Kemungkinan Penyelesaian Proyek

No	Target Penyelesaian (hari)	Devisi z	Distribusi Normal Kumulatif	Probabilitas	No	Target Penyelesaian (hari)	Devisi z	Distribusi Normal Kumulatif	Probabilitas
1	229	-3,00	0,0013	0,13%	25	253	0,13	0,5517	55,17%
2	230	-2,87	0,0021	0,21%	26	254	0,26	0,6026	60,26%
3	231	-2,74	0,0031	0,31%	27	255	0,39	0,6517	65,17%
4	232	-2,61	0,0045	0,45%	28	256	0,52	0,6985	69,85%
5	233	-2,48	0,0066	0,66%	29	257	0,65	0,7422	74,22%
6	234	-2,35	0,0094	0,94%	30	258	0,78	0,7823	78,23%
7	235	-2,22	0,0132	1,32%	31	259	0,91	0,8186	81,86%
8	236	-2,09	0,0183	1,83%	32	260	1,04	0,8508	85,08%
9	237	-1,96	0,0250	2,50%	33	261	1,17	0,8790	87,90%
10	238	-1,83	0,0336	3,36%	34	262	1,30	0,9032	90,32%
11	239	-1,69	0,0455	4,55%	35	263	1,43	0,9236	92,36%
12	240	-1,56	0,0594	5,94%	36	264	1,56	0,9406	94,06%
13	241	-1,43	0,0764	7,64%	37	265	1,69	0,9545	95,45%
14	242	-1,30	0,0668	6,68%	38	266	1,83	0,9664	96,64%
15	243	-1,17	0,1210	12,10%	39	267	1,96	0,9750	97,50%
16	244	-1,04	0,1492	14,92%	40	268	2,09	0,9817	98,17%
17	245	-0,91	0,1814	18,14%	41	269	2,22	0,9868	98,68%
18	246	-0,78	0,2177	21,77%	42	270	2,35	0,9906	99,06%
19	247	-0,65	0,2578	25,78%	43	271	2,48	0,9935	99,35%
20	248	-0,52	0,3015	30,15%	44	272	2,61	0,9955	99,55%
21	249	-0,39	0,3483	34,83%	45	273	2,74	0,9969	99,69%
22	250	-0,26	0,3974	39,74%	46	274	2,87	0,9979	99,79%
23	251	-0,13	0,4483	44,83%	47	275	3,00	0,9987	99,87%
24	252	0,00	0,5000	50,00%					

Sumber : Tabel Distribusi Normal Kumulatif



Tabel 7. Perhitungan Biaya Percepatan

No	Item Pekerjaan	Percepatan (Hari)	Biaya Total Normal Item Pekerjaan Sesuai Kontrak (Rp)	Biaya Upah Tenaga Keadaan Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)	Biaya Tidak Langsung Percepatan (Rp)	Biaya Total Adanya Percepatan (Rp)	Biaya Total Normal (Rp)	Selisih Biaya Normal Dan Percepatan (Rp)
a	b	c	d	e	f	g	g = (d+e-f)	h=d	i = (g-h)
6	Penyiapan Badan Jalan	5	68.105.736,00	8.250.000,00	1.875.000,00	11.025.000,00	58.955.736,00	68.105.736,00	(9.150.000,00)
	(Percepatan 33 menjadi 28 Hari)								
7	Lapis Pondasi Aggregate	2	1.517.371.642,80	25.000.000,00	1.875.000,00	4.410.000,00	1.514.836.642,80	1.517.371.642,80	(2.535.000,00)
	Kelas S Bahu Jalan.								
	(Percepatan 40 menjadi 38 Hari).								
9	Lapis CTRB.	5	7.999.347.273,00	97.500.000,00	9.562.500,00	11.025.000,00	7.997.884.773,00	7.999.347.273,00	(1.462.500,00)
	(Cement Treated Recycling Base).								
	(Percepatan 65 menjadi 60 Hari)								
12	Lataston Lapis Pondasi	4	4.145.109.095,56	105.800.000,00	13.800.000,00	8.820.000,00	4.150.089.095,56	4.145.109.095,56	4.980.000,00
	(HRS-BASE)								
	(Percepatan 46 menjadi 42 Hari)								
11	Lataston Lapis Aus	7	3.146.656.773,45	87.400.000,00	24.150.000,00	15.435.000,00	3.155.371.773,45	3.146.656.773,45	8.715.000,00
	(HRS-WC)								
	(Percepatan 38 menjadi 31 Hari).								
				Jumlah Rp	51.262.500,00	50.715.000,00			547.500,00
					Jumlah Biaya	Penghematan			Selisih Biaya

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Proyek Peningkatan Struktur Jalan Bukit Batu - Lungkuh Layang - Kalahien, Provinsi Kalimantan Tengah Tahun Anggaran 2018, dengan waktu penelihan efektif 2 bulan, maka hasil pembahasan terhadap data dari kontraktor, PPK dan Konsultan dan analisis waktu pelaksanaan berdasarkan sumber daya yang ada, termasuk kendala yang ada di lapangan yang harus dihadapi dengan Metode PERT, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rencana waktu penyelesaian Proyek Peningkatan Struktur Jalan Bukit Batu - Lungkuh Layang - Kalahien sesuai evaluasi Time Schedule/Curve S, didapatkan waktu penyelesaian proyek 275 hari.
2. Waktu penyelesaian proyek sesuai rekayasa ulang *Network Planning* dengan metode PERT, didapatkan waktu penyelesaian proyek 252 hari, dengan percepatan waktu terhadap *Time Schedule original* sebesar 23 hari
3. Hasil rekayasa ulang terhadap *Network Planning* dengan metode PERT dihasilkan durasi optimal berdasarkan durasi (te) 252 hari, dengan rincian biaya upah tenaga percepatan Rp51.262.500,00, Penghematan gaji karyawan dan biaya operasional sebesar Rp50.715.000,00 sehingga selisih biaya percepatan 23 hari dan penghematannya sebesar Rp547.500. Biaya total berdasarkan waktu optimal dari 275 hari sebesar Rp24.972.450.794,11, menjadi 252 hari sebesar Rp 24.972.450.794,11 + Rp 547.500,00 = Rp 24.972.998.294,11

Saran

Dengan tersusunnya hasil penelitian ini maka penulis ingin menyampaikan saran untuk peneliti berikutnya antara lain :

1. Penelitian selanjutnya perlu adanya survey lapangan secara detail untuk mendapatkan data yang lebih realitis
2. Penentuan estimasi waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b) perlu dilakukn survey lebih detail, konsultasi langsung kepada ahli di

bidangnya agar jawaban, metode kerja, spesifikasinya dan semua kendala yang ada di lapangan lebih akurat untuk analisis waktu dan biaya.

3. Saran untuk kontraktor, tim pelaksana perlu peningkatan kedisiplinan dalam hal ketepatan waktu dalam pengendalian peralatan material dan tenaga kerja, termasuk kediplinan penerapan prosedur kerja sebagai kunci keberhasilan pengendalian proyek di lapangan.

Daftar Pustaka

- Dannyanti, Eka. (2010). *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)*. Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro Semarang
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. (2002). *Buku Petunjuk Teknis analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan Jalan Kabupaten*.
- Muslich, Muhammad. (2009). *Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*. PT. Bumi Aksara, Jakarta
- Siswanto. (2007). *Operations Research*. Erlangga, Jakarta
- Soeharto, Imam. (2001). *Manajemen Proyek, Jilid 2*. Erlangga, Semarang