



## Analisis Waktu Pada Proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) Dengan Menggunakan Metode PERT

Lula R. Damo<sup>#a</sup>, Ariestides K. T. Dundu<sup>#b</sup>, Febrina P. Y. Sumanti<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>lulardamo@gmail.com, <sup>b</sup>torry@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>febrina.sumanti@unsrat.ac.id

### Abstrak

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong peningkatan dalam bidang manajemen proyek, khususnya di sektor konstruksi, di mana pengelolaan waktu menjadi aspek krusial untuk memastikan proyek selesai sesuai jadwal. Ketidakpastian dalam durasi setiap pekerjaan menjadi tantangan utama yang memerlukan metode penjadwalan yang mampu mengakomodasi variabilitas tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap waktu pada Proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Metode ini dapat menggambarkan hubungan antar kegiatan dalam jaringan kerja (network planning), dengan menggunakan tiga estimasi waktu untuk menentukan durasi yang paling optimal dalam penyelesaian proyek. Sehingga dapat diperkirakan probabilitas pencapaian waktu penyelesaian sesuai jadwal yang telah ditentukan dalam kontrak. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa dengan penggunaan metode PERT, probabilitas untuk menyelesaikan proyek dalam waktu 180 hari sesuai jadwal adalah sebesar 63,31%, berdasarkan nilai distribusi normal kumulatif Z sebesar 0,34. Dan jika durasi proyek diperpanjang menjadi 190 hari, probabilitas penyelesaian meningkat secara signifikan menjadi 98,93%.

*Kata kunci:* manajemen waktu, PERT, network planning

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan dalam bidang manajemen proyek terus mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam bidang konstruksi, salah satu tujuan utama adalah memastikan proyek dapat diselesaikan sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Namun, meskipun penjadwalan telah disusun dengan perkiraan durasi yang pasti, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan ketidakpastian dalam penentuan durasi masing-masing pekerjaan.

Untuk mengatasi ketidakpastian ini, analisis jaringan kerja proyek menjadi langkah penting yang mencakup beberapa tahapan utama, seperti perencanaan, penjadwalan, dan pelaksanaan. Setiap tahapan tersebut membutuhkan pengawasan yang ketat untuk memastikan bahwa seluruh kegiatan dieksekusi dengan lancar. Agar hal ini dapat tercapai, maka kontraktor, pengembang, maupun pemilik proyek harus memiliki jadwal pelaksanaan yang dapat mengontrol seluruh proses pelaksanaan proyek dengan baik. Dalam hal ini, pemilihan metode penjadwalan yang sesuai menjadi krusial. Pemilihan metode yang akan diterapkan sangat bergantung pada jenis dan karakteristik spesifik dari proyek konstruksi yang direncanakan, dan keterampilan teknis yang dimiliki perencana, serta pemahaman tentang aplikasi yang bertanggung jawab untuk implementasinya di lapangan. Dengan demikian, metode penjadwalan yang memperhitungkan ketidakpastian durasi sangat dibutuhkan.

Salah satu metode penjadwalan yang dianggap sesuai dalam kondisi ketidakpastian tersebut adalah *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Metode ini mempertimbangkan aspek probabilitas sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai tingkat kepastian

dalam penjadwalan dan estimasi waktu penyelesaian. Untuk itu, studi kasus yang akan di analisis adalah Proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) yang berlokasi di Jalan Linow, Lahendong, Kecamatan Tomohon Selatan, Kota Tomohon.

Pekerjaan Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) ini dikerjakan oleh CV. Touliang Jaya dengan waktu pelaksanaan selama 180 hari kalender. Berdasarkan hal ini, analisis waktu pelaksanaan proyek akan dilakukan menggunakan metode PERT untuk mendapatkan estimasi durasi yang lebih akurat serta mengetahui kemungkinan penyelesaian proyek sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dirumuskan masalah yang akan diteliti, yaitu bagaimana analisis waktu pada proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) dengan menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT).

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk menganalisis waktu pada proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) dengan menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT).

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) yang terletak di Kelurahan Lahendong, Kecamatan Tomohon Selatan, Kota Tomohon.



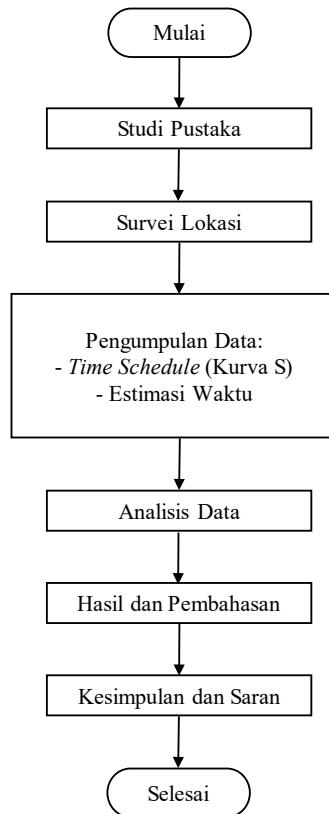
**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

### 2.2. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara-cara yang digunakan untuk mendapatkan data. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari pihak kontraktor dilapangan berupa data proyek seperti ketiga estimasi waktu dan data sekunder berupa *Time Schedule* (Kurva S) yang akan digunakan sebagai data acuan dalam penelitian ini.

### 2.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari penelitian dapat dilihat pada gambar pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Informasi Proyek

Penelitian ini membahas analisis waktu pada proyek yang terdiri dari analisis durasi dan probabilitas proyek selesai sesuai waktu dengan menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Perhitungan analisis waktu ini dihitung menggunakan data dari *Time Schedule* (Kurva S) dan ketiga estimasi waktu pada proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) Kota Tomohon. Proyek ini memiliki sumber dana yang berasal dari DAK (Dana Alokasi Khusus) dengan nomor kontrak pekerjaan yaitu 01/SP/DAK/PPK.II/BM/DPUPRD-KT/III-2024 dan memiliki nilai kontrak dengan jumlah sebesar Rp 5.356.100.000 (Lima Miliar Tiga Ratus Lima Puluh Enam Juta Seratus Ribu Rupiah) dalam waktu pelaksanaan berdurasi 180 hari. Perhitungan analisis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan bantuan *software Microsoft Excel*.

### 3.2. Identifikasi Pekerjaan dan Durasi

Jenis pekerjaan dan durasi pada pelaksanaan proyek berdasarkan hasil analisa *Time Schedule* (Kurva S) digambarkan pada Tabel 1.

### 3.3. Identifikasi Hubungan Antar-Kegiatan

Dalam sebuah proyek, penjadwalan memerlukan pemahaman hubungan antara setiap kegiatan agar urutan pekerjaan dapat disusun dengan tepat. Setiap kegiatan diberi kode untuk mempermudah pembuatan diagram *network planning*. Hubungan ketergantungan antar setiap pekerjaan/kegiatan pada proyek ini dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Jenis Pekerjaan dan Durasi

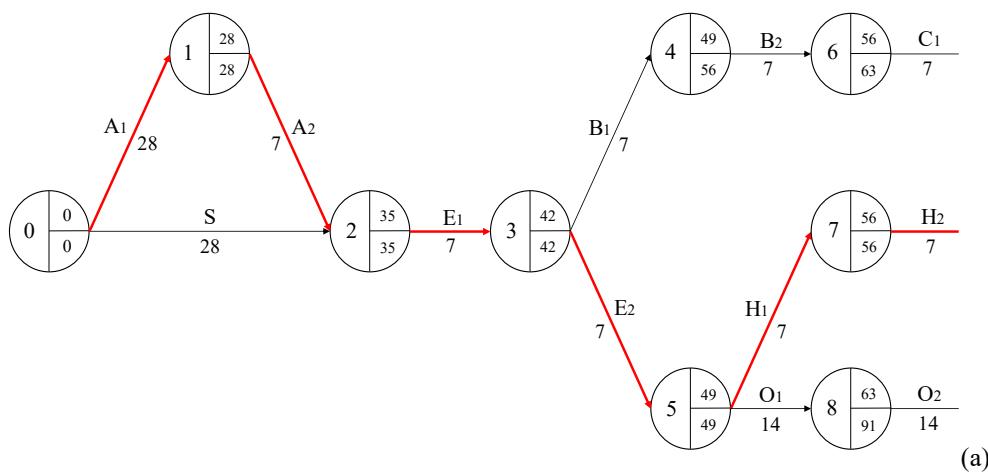
NO	JENIS PEKERJAAN	Durasi (hari)
1	Mobilisasi	47
2	SMKK	28
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	14
4	Pasangan Batu dengan Mortar	14
5	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm	7
6	Galian Biasa	14
7	Timbunan Pilihan dari sumber galian	14
8	Penyiapan Badan Jalan	14
9	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	14
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	21
11	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	7
12	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	14
13	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	21
14	Laston Lapis Aus (AC - WC)	35
15	Beton, fc'15 Mpa	14
16	Pasangan Batu	35
17	Marka Jalan Termoplastik	7
18	Perbaikan Pasangan Batu dengan Mortar	14
19	Perbaikan Campuran Aspal Panas	7

**Tabel 2.** Hubungan Antar-Kegiatan

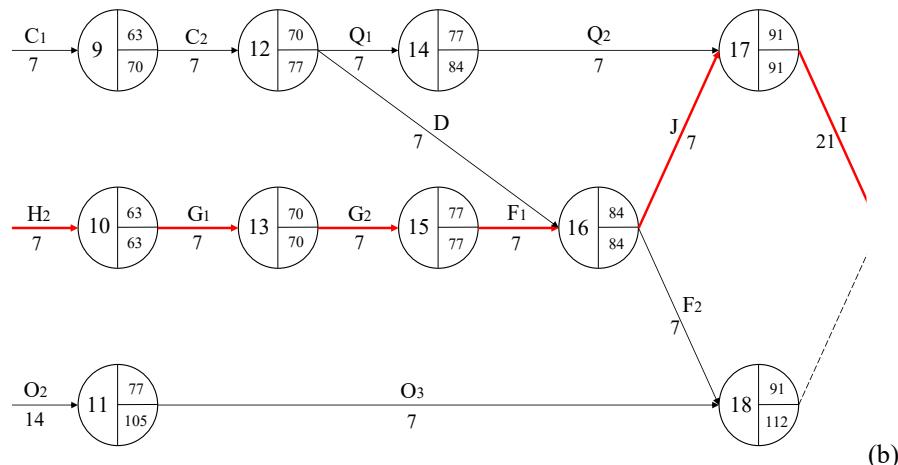
No	Pekerjaan	Simbol	Durasi (hari)	Hubungan Ketergantungan	
				Kegiatan yang Mendahului	Kegiatan yang Mengikuti
1	Mobilisasi (1)	A1	28	-	A2
2	Mobilisasi (2)	A2	7	A1	E1
3	Demobilisasi (3)	A3	12	P	-
4	SMKK	S	28	-	A2
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air (1)	B1	7	E1	B2
6	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air (2)	B2	7	B1	C1
7	Pasangan Batu dengan Mortar (1)	C1	7	B2	C2
8	Pasangan Batu dengan Mortar (2)	C2	7	C1	D,Q1
9	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm	D	7	C2	F1
10	Galian Biasa (1)	E1	7	A2	B1,E2
11	Galian Biasa (2)	E2	7	E1	H1,O1
12	Timbunan Pilihan dari sumber galian (1)	F1	7	D,G2	F2, J
13	Timbunan Pilihan dari sumber galian (2)	F2	7	F1	I
14	Penyiapan Badan Jalan (1)	G1	7	H2	G2
15	Penyiapan Badan Jalan (2)	G2	7	G1	F1
16	Pembersihan dan Pengupasan Lahan (1)	H1	7	E2	H2
17	Pembersihan dan Pengupasan Lahan (2)	H2	7	H1	G1
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	I	21	F2,J	L1,M1,R
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	J	7	F1	I
20	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	K	14	L2	N
21	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi (1)	L1	7	I	L2
22	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi (2)	L2	14	L1	K
23	Laston Lapis Aus (AC - WC) (1)	M1	7	I	M2
24	Laston Lapis Aus (AC - WC) (2)	M2	14	M1	M3
25	Laston Lapis Aus (AC - WC) (3)	M3	14	M2	N
26	Beton, fc'15 Mpa	N	14	K,M3	P
27	Pasangan Batu (1)	O1	14	E2	O2
28	Pasangan Batu (2)	O2	14	O1	O3
29	Pasangan Batu (3)	O3	7	O2	F2
30	Marka Jalan Termoplastik	P	7	N	A2
31	Perbaikan Pasangan Batu dengan Mortar (1)	Q1	7	C2	Q2
32	Perbaikan Pasangan Batu dengan Mortar (2)	Q2	7	Q1	J
33	Perbaikan Campuran Aspal Panas	R	7	I	M2

### 3.4. Jaringan Kerja

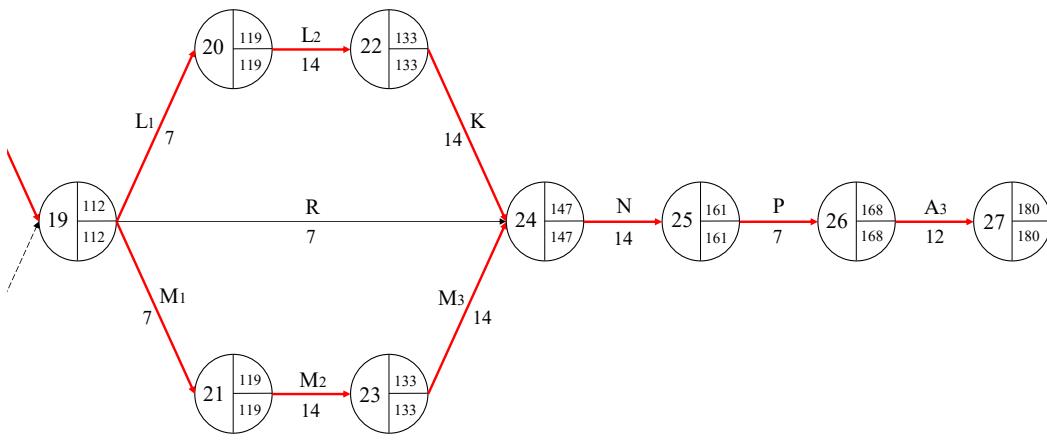
Dari data *Time Schedule* (Kurva S), jaringan kerja dapat dibuat berdasarkan hubungan antar kegiatan yang telah diidentifikasi. Penggambaran jaringan ini menggunakan model *network planning* dengan metode *Activity On Arrow* (AOA), di mana total waktu pelaksanaan proyek adalah 180 hari. Penggambaran *network planning* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.** Network Diagram berdasarkan Time Schedule (Kurva S)

### 3.5. Analisis dengan Metode PERT

#### 1. Analisis Waktu yang Diharapkan

Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) membutuhkan tiga estimasi waktu yaitu waktu normal (m), waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b) yang didapatkan dengan menghubungkan target kurun waktu penyelesaian dengan kemungkinan – kemungkinan yang akan terjadi di lapangan pada saat pelaksanaan proyek, yang kemudian akan menghasilkan waktu yang diharapkan ( $T_e$ ). Nilai waktu yang diharapkan ( $T_e$ ) dapat diketahui dengan rumus:

$$Te = (a+4m+b)/6 \quad (1)$$

Keterangan:

- Te : perkiraan waktu aktivitas
- a : waktu paling optimis
- m : waktu normal
- b : waktu paling pesimis

Contoh yang digunakan di sini adalah pekerjaan galian biasa:

Data yang diketahui:

- Waktu normal (m) = 14 hari
- Waktu optimis (a) = 11 hari
- Waktu pesimis (b) = 16 hari

Maka waktu yang diharapkan (Te) untuk pekerjaan ini:

$$\begin{aligned} Te &= (a+4m+b)/6 \\ Te &= (11+4(14)+16)/6 \\ &= 13,87 \text{ hari} \end{aligned}$$

Diperoleh waktu yang diharapkan (Te) untuk menyelesaikan pekerjaan galian biasa adalah 13,87 hari. Waktu yang diharapkan dari semua pekerjaan yang ada dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Waktu yang Diharapkan (Te)

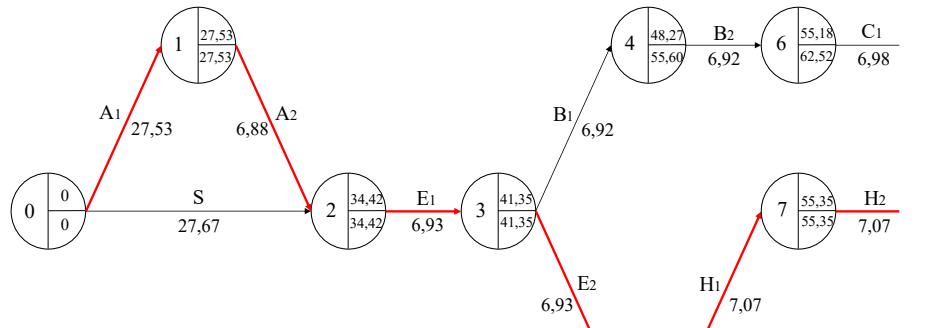
No	Pekerjaan	Estimasi Waktu (hari)			Waktu yang Diharapkan (te) = (a+4m+b)/6
		Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (m)	Waktu Pesimis (b)	
1	Mobilisasi	38	47	52	46.22
2	SMKK	22	28	32	27.67
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	10	14	17	13.83
4	Pasangan Batu dengan Mortar	11	14	17	13.97
5	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 100 cm x 100 cm	6	7	8	7.00
6	Galian Biasa	11	14	16	13.87
7	Timbunan Pilihan dari sumber galian	11	14	16	13.87
8	Penyiapan Badan Jalan	12	14	17	14.13
9	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	12	14	17	14.13
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	17	21	23	20.63
11	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	6	7	8	7.00
12	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	11	14	15	13.70
13	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	16	21	22	20.33
14	Laston Lapis Aus (AC - WC)	28	35	36	34.00
15	Beton, f'c'15 Mpa	12	14	18	14.33
16	Pasangan Batu	28	35	40	34.67
17	Marka Jalan Termoplastik	6	7	8	7.00
18	Perbaikan Pasangan Batu dengan Mortar	10	14	17	13.80
19	Perbaikan Campuran Aspal Panas	6	7	8	7.00

## 2. Jaringan Kerja PERT

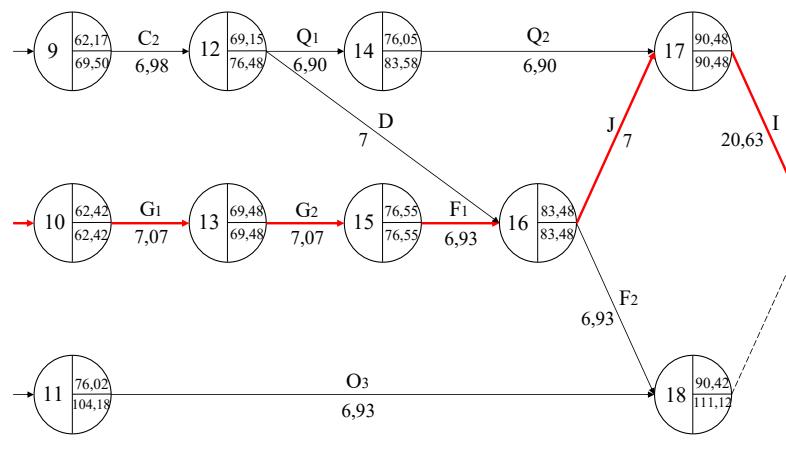
Dalam analisis *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), penggambaran *network planning* dilakukan menggunakan durasi waktu yang diharapkan (Te). Diagram network ini menunjukkan keterkaitan antar pekerjaan yang dilengkapi dengan waktu paling awal pekerjaan dimulai (ES), waktu paling lama pekerjaan dimulai (LS), waktu paling cepat pekerjaan selesai (EF), dan waktu paling lama pekerjaan selesai (LF), yang perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4. Selain itu, diagram ini juga menampilkan pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis. Penggambaran network planning menggunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dapat dilihat pada Gambar 4.

**Tabel 4.** Perhitungan PERT

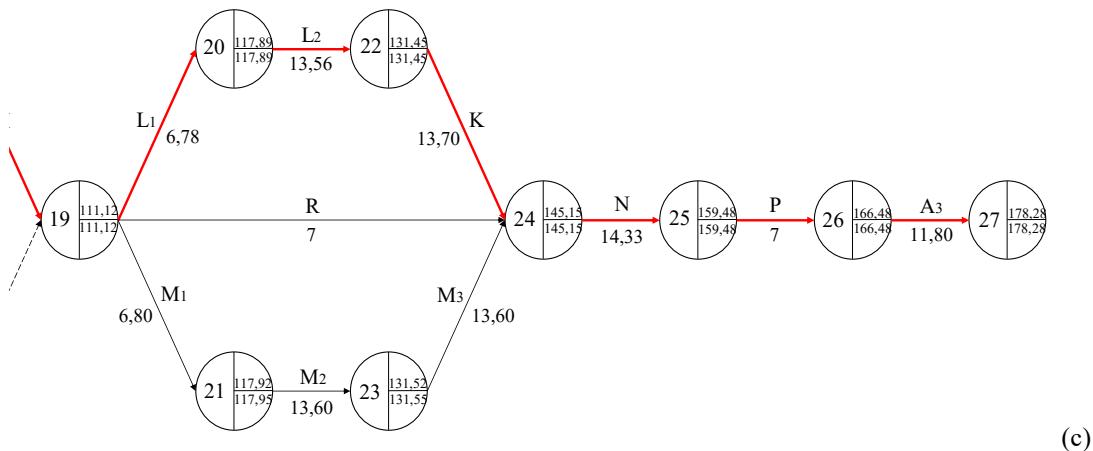
Kegiatan	Kurun Waktu	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	178,28					
A1	27,53	0	27,53	0	27,53	0
A2	6,88	27,53	34,42	27,53	34,42	0
A3	11,80	166,48	178,28	166,48	178,28	0
S	27,67	0	27,67	6,75	34,42	6,75
B1	6,92	41,35	48,27	48,68	55,60	7,33
B2	6,92	48,27	55,18	55,60	62,52	7,33
C1	6,98	55,18	62,17	62,52	69,50	7,33
C2	6,98	62,17	69,15	69,50	76,48	7,33
D	7,00	69,15	76,15	76,48	83,48	7,33
E1	6,93	34,42	41,35	34,42	41,35	0
E2	6,93	41,35	48,28	41,35	48,28	0
F1	6,93	76,55	83,48	76,55	83,48	0
F2	6,93	83,48	90,42	104,18	111,12	20,70
G1	7,07	62,42	69,48	62,42	69,48	0
G2	7,07	69,48	76,55	69,48	76,55	0
H1	7,07	48,28	55,35	48,28	55,35	0
H2	7,07	55,35	62,42	55,35	62,42	0
I	20,63	90,48	111,12	90,48	111,12	0
J	7,00	83,48	90,48	83,48	90,48	0
K	13,70	131,45	145,15	131,45	145,15	0
L1	6,78	111,12	117,89	111,12	117,89	0
L2	13,56	117,89	131,45	117,89	131,45	0
M1	6,80	111,12	117,92	111,15	117,95	0,03
M2	13,60	117,92	131,52	117,95	131,55	0,03
M3	13,60	131,52	145,12	131,55	145,15	0,03
N	14,33	145,15	159,48	145,15	159,48	0
O1	13,87	48,28	62,15	76,45	90,32	28,17
O2	13,87	62,15	76,02	90,32	104,18	28,17
O3	6,93	76,02	82,95	104,18	111,12	28,17
P	7,00	159,48	166,48	159,48	166,48	0
Q1	6,90	69,15	76,05	76,68	83,58	7,53
Q2	6,90	76,05	82,95	83,58	90,48	7,53
R	7,00	111,12	118,12	124,55	131,55	13,43



(a)



(b)



Gambar 4. Network Diagram PERT

### 3. Analisis Deviasi Standar (S) dan Varians (V) Kegiatan

Ketidakpastian yang muncul akibat rentang waktu yang dihasilkan dari estimasi durasi kegiatan diperhitungkan, di mana metode ini menggunakan parameter berupa deviasi standar (S) dan varians (V), yang dihitung berdasarkan pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis.

Diambil contoh pada pekerjaan pembersihan dan pengupasan lahan:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Waktu normal (m)} &= 14 \text{ hari} \\ \text{Waktu optimis (a)} &= 12 \text{ hari} \\ \text{Waktu pesimis (b)} &= 17 \text{ hari} \\ \text{Waktu yang diharapkan (Te)} &= 14.13 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka,

- a. Deviasi standar kegiatan (S)

$$\begin{aligned} S &= (b-a)/6 \\ S &= (17-12)/6 \\ S &= 0.80 \end{aligned}$$

- b. Varians kegiatan (V)

$$\begin{aligned} V(te) &= S^2 = [(b-a)/6]^2 \\ V(te) &= 0.80^2 = [(17-12)/6]^2 \\ V(te) &= 0.64 \end{aligned}$$

Deviasi standar dan varians dari setiap kegiatan yang berada di jalur kritis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Deviasi Standar dan Varians

No	Pekerjaan	Durasi Network (hari)	Estimasi Waktu (hari)			Deviasi Standar	Varians
			Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (m)	Waktu Pesimis (b)		
			$S = \frac{b-a}{6}$	$V(te) = S^2$			
A1	Mobilisasi	27.53	38	47	52	2.35	5.52
A2		6.88				2.35	5.52
A3		11.80				2.35	5.52
E1	Galian Biasa	6.93	11	14	16	0.80	0.64
E2		6.93				0.80	0.64
F1	Timbunan Pilihan dari sumber galian	6.93	11	14	16	0.80	0.64
G1	Penyiapan Badan Jalan	7.07	12	14	17	0.80	0.64
G2		7.07				0.80	0.64
H1	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	7.07	12	14	17	0.80	0.64
H2		7.07				0.80	0.64
I	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	20.63	17	21	23	1.03	1.07
J	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	7.00	6	7	8	0.47	0.22
K	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi	13.70	11	14	15	0.63	0.40
L1	Lapis Perekat - Aspal Cair / Emulsi	6.78	16	21	22	1.00	1.00
L2		13.56				1.00	1.00
N	Beton, f'c15 Mpa	14.33	12	14	18	1.00	1.00
P	Marka Jalan Termoplastik	7.00	6	7	8	0.47	0.22

#### 4. Probabilitas Target Pelaksanaan Proyek

Setelah mendapatkan nilai deviasi standar dapat ditentukan probabilitas proyek dapat selesai tepat waktu yaitu dengan rumus:

$$Z = \frac{Td - Te}{S} \quad (2)$$

Dengan diketahui:

- a. Target waktu penyelesaian ( $Td$ ) = 180 hari
- b. Waktu yang diharapkan ( $Te$ ) = 178,28 hari
- c. Varians jalur kritis ( $V$ ) = 25,95

Dapat dilihat standar deviasi dari jalur kritis, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi (S)} &= \sqrt{V} \\ &= \sqrt{25,95} \\ &= 5,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Deviasi } Z &= (Td - Te)/S \\ &= (180 - 178,28)/5,09 \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

Maka didapatkan hubungan antara waktu yang diharapkan ( $Te$ ) dengan target waktu ( $Td$ ) adalah 0,34, sehingga didapatkan angka dari tabel distribusi normal kumulatif sebesar 0,6331. Untuk itu didapatkan probabilitas proyek dapat diselesaikan sesuai waktu target 180 hari adalah di angka 63,31%.

**Tabel 6.** Analisis Probabilitas

No	Target Penyelesaian Hari	Deviasi Z	Distribusi Normal Kumulatif	Probabilitas
1	175	-0.64	0.2611	26.11%
2	180	0.34	0.6331	63.31%
3	185	1.32	0.9066	90.66%
4	190	2.30	0.9893	98.93%

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang Analisis Waktu pada Proyek Rekonstruksi Jalan Lahendong (1) dengan Menggunakan Metode PERT, maka diperoleh kesimpulan bahwa dengan penggunaan metode *Program Evaluation and Review Technique* dapat memberikan suatu batasan waktu dari hasil analisis yang didapat berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif Z dengan nilai 0,34 maka didapat probabilitas 0,6331, yang artinya terdapat peluang sebesar 63,31% untuk dapat menyelesaikan proyek dalam kurun waktu 180 hari sesuai jadwal. Dan apabila durasi proyek ditentukan 190 hari memiliki kemungkinan (*Probability*) jauh lebih tinggi yaitu 98,93%.

#### Referensi

- Amu, T. E., Tjakra, J., & Pratasis, P. A. (2023). Penerapan Metode PERT Dan CPM Dalam Pembangunan Christian Center. *Tekno*, 21(83), 409-419.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek dan Rekonstruksi*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Erkles, C., Pratasis, P. A., & Dundu, A. K. (2023). Analisis Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Kearsipan Universitas Sam Ratulangi Dengan Menggunakan Metode PERT. *TEKNO*, 21(86), 1887-1895.
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen proyek konstruksi. *Penerbit Andi*, Yogyakarta.
- Febriana, W., & Aziz, U. A. 2021. Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Menggunakan Microsoft Project 2016. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil Surya Beton*, 5(1), 37-45.
- Handoko, T. H. 1999. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, Edisi Pertama. BPFE: Yogyakarta.
- Hayun, A. A. 2005. *Perencanaan dan pengendalian proyek dengan metode pert-cpm: studi kasus fly over ahmad yani, karawang*. Journal the winners, Vol. 6, no. 2, pp. 155-174.
- Heizer, J., & Render, B. 2006. *Operations Management (Manajemen Operasi)*. Salemba Empat.

- Husen, A. 2008. *Manajemen Proyek Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Perwitasari, D., Fahreza, A., & Ririh, K. (2021). *Analisis Percepatan Waktu Proyek Perumahan Menggunakan Metode PERT dan Fast Track*. 7(1), 12-21.
- Render, B., & Heizer, J. 2005. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Edisi Ketujuh. Salemba Empat. Jakarta.
- Sahril, S. 2022. *Analisis Manajemen Waktu Menggunakan Metode CPM Dan PERT Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang*. Skripsi Program S1 Teknik Sipil Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Soeharto, I., 1999. *Manajemen Proyek dan Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Wakkary, S. S., Dundu, A. K., & Walangitan, D. R. O. (2022). Analisis Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Rehabilitasi/Peningkatan Jalan Lingkar Lembeh, Kota Bitung. *TEKNO*, 1103-1114.
- Yudha, P. 2020. *Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.