

# EVALUASI JADWAL PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DENGAN METODE *PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT)*

Rizka Arsi<sup>1</sup>, Beny Setiawan<sup>2</sup>, Hanantatur Adeswastoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pahlawan

<sup>2,3</sup>Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pahlawan

e-mail: <sup>1</sup>rizkaarsi04@gmail.com, <sup>2</sup>beny.setiawan.mt.up@gmail.com, <sup>3</sup>hanantatur@gmail.com

## Abstract

*Scheduling planning is very necessary in the implementation of a project, so that the possibility of a failure can be minimized. This study uses the Program Evaluation and Review Technique (PERT) method to evaluate the implementation schedule of the X building construction project in Kampar Regency. There are three times in the PERT method, namely optimistic time (a), normal time (m), and pessimistic time (b). Based on the calculations that have been carried out, scheduling using the PERT method in the construction of the X building in Kampar Regency resulted in 168 days with a 100% job probability, which means 18 days later than the existing schedule, which is 150 days. At the time of planning, it was known that the planners distributed the work weights not based on the actual results of the analysis, such as the number of workers and the level of productivity. The existing time for 150 days, based on the PERT method only has a probability of 0.0291% where the value is very low.*

**Key words:** *Time, Evaluation, Method Program Evaluation and Review Technique (PERT)*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Penelitian

Proyek adalah upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Oka & Kartikasari, 2019). Proyek juga dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Aulia, 2020).

Pelaksanaan pembangunan proyek tidak terlepas dari keberhasilan dan kegagalan. Semua pihak yang terlibat pasti menginginkan keberhasilan dalam pembangunan proyek, akan tetapi tidak tertutup kemungkinan dalam pelaksanaan proyek terjadi kegagalan yang disebabkan oleh kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien yang mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan.

Metode dalam manajemen proyek dapat digunakan untuk memantau jalannya kegiatan-kegiatan suatu proyek dan memperoleh informasi-informasi yang diperlukan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Bar Chart (Gantt Chart)* dan Kurva S,
2. *Network Planning*,
3. *Critical Path Method (CPM)*,
4. *Precedence Diagram Method (PDM)*,
5. *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*.

*PERT* pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam artian bahwa metode *PERT* akan berakhir dengan menentukan penjadwalan waktu. Metode *PERT* termasuk teknik penjadwalan karena *PERT* terdiri dari tiga tahapan, yaitu: perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan/pengawasan (Oetari, 2016).

Berdasarkan uraian diatas, maka pada tugas akhir ini akan dilakukan evaluasi suatu penjadwalan proyek dengan studi kasus Pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar. Dimana pada Pembangunan Gedung X di Kabupaten Kampar ini pada tahap perencanaan pelaksanaan, konsultan perencana merencanakan proyek Gedung X Kabupaten Kampar dengan menggunakan metode *Barchart*. Pihak kontraktor melaksanakan pembangunan sesuai dengan penjadwalan yang ada didalam dokumen perencanaan, yang mana lama penjadwalan pelaksanaan berdasarkan prediksi dari konsultan perencana tanpa disertai analisis yang rinci disetiap item pekerjaannya. Pelaksanaan pembangunan

berdasarkan Gedung X Kabupaten Kampar membutuhkan waktu selama 150 hari kerja, dan sesuai dengan penjadwalan pada kontrak yang telah direncanakan.

Penelitian ini diangkat untuk mengetahui apakah dengan menggunakan metode *PERT* mampu mengoptimalkan durasi penjadwalan dan mengetahui bentuk jaringan kerja *PERT* pada proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar serta aktivitas-aktivitas kritis pada proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar.

### **Rumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah dengan menggunakan metode *PERT* mampu mengoptimalkan waktu pada penjadwalan proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar?
2. Bagaimana bentuk jaringan kerja *PERT* pada proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar dan aktivitas-aktivitas kritis pada proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar yang berdampak pada waktu penyelesaian proyek?

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui waktu optimal pada penjadwalan proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar.
2. Dapat mengetahui bentuk jaringan kerja *PERT* pada proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar dan aktivitas-aktivitas kritis pada proyek pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar yang berdampak pada waktu penyelesaian proyek.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah:

1. Bagi peneliti  
Penelitian ini dapat menambah wawasan dan mempertajam kemampuan untuk menganalisa bagi peneliti, sehingga dapat menjadi bekal di dunia kerja nantinya.
2. Bagi konsultan dan kontraktor  
Penelitian ini dapat menjadi masukan dan juga pertimbangan bagi pihak konsultan maupun kontraktor dalam memutuskan metode perencanaan penjadwalan yang lebih efisien dilihat dari segi biaya dan waktu sehingga proyek yang dijalankan dapat berjalan dengan lebih baik lagi.
3. Bagi universitas  
Penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang perencanaan waktu bagi rekan-rekan mahasiswa dan menjadi sebuah referensi bagi calon peneliti lainnya dalam melakukan penelitian dengan topik yang serupa
4. Bagi pihak lainnya  
Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan menjadi bahan pertimbangan memilih metode perencanaan jadwal pelaksanaan konstruksi yang lebih efisien menggunakan metode *PERT*.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Pengertian Proyek dan Manajemen Proyek**

Proyek adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang ditentukan. Dalam mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (*triple constraint*) (Rani, 2016).

Manajemen Proyek adalah proses penerapan fungsi-fungsi manajemen (perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan Koordinasi) secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal. (Lasari & Sumarman, 2018).

### **Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dengan pengefisienan waktu untuk penyelesaian proyek (Oka & Kartikasari, 2019). Suatu proyek membutuhkan adanya proses penjadwalan, yaitu pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan tiap-tiap pekerjaan, dalam

rangka menyelesaikan suatu proyek agar tercapai optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada. Penjadwalan suatu proyek mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahan. Proses memantau dan memperbaharui selalu dilakukan agar mendapatkan penjadwalan yang paling realistis agar alokasi sumber daya dan penentuan durasi waktu sesuai dengan tujuan proyek.

### **Barchart dan Kurva S**

*Barchart* adalah metode paling terkenal dan tertua dalam proses perencanaan dan pengawasan. *Bar chart* ditemukan oleh Henry L. Gantt dalam bentuk bagan balok dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan (Rani, 2016). *Barchart* berupa sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, dan skala waktu disusun dalam kolom arah horizontal. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang.

### **Network Planning**

*Network Planning* adalah alat manajemen yang memungkinkan dengan lebih luas dan lengkap dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Penyusunan *network planning* dilakukan dalam dua tahap yaitu:

1. Menginventarisasikan kegiatan-kegiatan yang terdapat di dalam proyek serta logika ketergantungan antar satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Dengan mengetahui kedua hal tersebut, maka dapat menggunakan simbol-simbol rencana mendetail yang merupakan sebuah jaringan (*network*) dapat digambarkan. Pada tahap ini, faktor waktu dan sumber daya belum dipertimbangkan, yang ditinjau adalah kegiatan, kejadian dan hubungannya satu sama lain. Bentuk logika ketergantungan dalam jaringan ini merupakan dasar dari penyusunan *Network Planning* selanjutnya.
2. Peninjauan unsur waktu. Dalam ini, waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan diperkirakan berdasarkan pengalaman, teori dan perhitungan. Kemudian dihitung waktu terjadinya tiap kejadian (*event*) dari awal sampai akhir proyek sesuai dengan *network* yang telah dibuat. Dalam analisa ini, dapat dilihat satu atau lebih lintasan dari kegiatan-kegiatan pada jaringan yang menentukan waktu penyelesaian seluruh proyek yang dinamakan dengan lintasan kritis, selain itu terdapat lintasan-lintasan lainnya yang jangka waktunya lebih pendek. Lintasan yang tidak kritis ini mempunyai waktu untuk bisa terlambat yang dinamakan dengan *Float*.

### **Lintasan Kritis**

Lintasan kritis adalah lintasan dengan kumpulan kegiatan yang mempunyai durasi terpanjang yang dapat diketahui bila kegiatannya mempunyai Total Float,  $TF = 0$  (Syaiful, 2018). Percepatan dapat juga dilakukan dengan memadukan antara kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis dengan kegiatan-kegiatan pada lintasan yang tidak kritis. Percepatan dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang kritis dan hal yang harus dilakukan dalam menganalisis biaya dan waktu proyek adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek (Malifa, 2019).

### **Float**

*Float* adalah waktu penundaan atau waktu untuk bisa terlambat dari suatu kegiatan. Bila dilihat dari uraian-uraian dan perhitungan sebuah *Network Planning*, maka lintasan tidak kritis mempunyai waktu pelaksanaan yang lebih pendek daripada lintasan kritis, sehingga lintasan ini mempunyai waktu penundaan (*float*). Ada 2 (dua) macam tipe *float*, yaitu:

1. Total *float*, Total *float* didefinisikan sebagai sejumlah waktu untuk terlambat yang terdapat pada suatu kegiatan di mana bila kegiatan tersebut terlambat atau diperlambat pelaksanaannya, tidak mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
2. *Free float*, didefinisikan sebagai sejumlah waktu untuk bisa terlambat atau diperlambatnya suatu kegiatan tanpa mempengaruhi waktu mulainya kegiatan yang berlangsung mengikutinya.

### **Program Evaluation and Review Technique (PERT)**

*PERT* adalah sebuah metode jaringan untuk menjadwalkan waktu proyek yang pertama kali dikembangkan pada tahun 1950-an untuk kapal selam Polaris. *PERT* merupakan suatu alat manajemen proyek yang digunakan untuk melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasi bagian-bagian pekerjaan yang ada didalam suatu proyek. *PERT* tidak hanya memungkinkan pengguna untuk

menghitung durasi proyek yang paling mungkin terjadi, namun juga memungkinkan pengguna untuk menghitung kemungkinan (*probabilitas*) proyek, atau sebagian proyek yang akan diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Setiawan, 2017). Fungsi *PERT* adalah untuk menentukan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu proyek (Ahmad, 2018). Pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa *PERT* merupakan teknik menilai dan meninjau kembali suatu proyek atau merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya penundaan yang bisa saja terjadi sebanyak mungkin.

**Komponen PERT**

Menurut Render & Jay dalam Ahmad (2018) komponen-komponen *PERT* yaitu :

1. *Activity* (Kegiatan)  
Yaitu bagian dari keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan atau kegiatan mengkonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan waktu berakhirnya kegiatan.
2. *Event* (Peristiwa)  
Yaitu menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Biasanya peristiwa digambarkan dengan suatu lingkaran atau *node* dan juga diberi nomor dengan nomor-nomor yang lebih kecil bagi peristiwa-peristiwa yang mendahuluinya dan biasanya dihubungkan dengan menggunakan anak panah.
3. *Activity Time* (Waktu kegiatan)  
Yaitu suatu unsur yang merupakan bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan.
4. Waktu mulai dan waktu berakhir  
Waktu mulai dan waktu berakhir yang terdiri dari waktu mulai paling awal (ES), waktu mulai paling lambat (LS), waktu selesai paling awal (EF) dan waktu selesai paling lambat (LF).
5. *Dummy* (Kegiatan semu)  
Yaitu untuk menghindari terjadinya dua kejadian dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.

Menurut Siagian dalam Oetari (2016) ada beberapa ciri yang melekat pada jaringan *PERT* yang diperhatikan pada waktu merencanakan sistem jaringan *PERT*, yaitu :

1. Setiap kegiatan tertentu harus diselesaikan sebelum terjadinya peristiwa. Demikian pula, kegiatan tidak dapat diawali sebelum mantapnya suatu peristiwa.
2. Semua jalur kegiatan harus lengkap dan tidak dapat diduplikasikan atau menunjukkan alternatif – alternatif.
3. Setiap peristiwa tertentu hanya dapat terjadi sekali.
4. Setiap dua peristiwa hanya dapat dihubungkan oleh satu garis kegiatan.
5. Identifikasi lingkup proyek dan uraikan menjadi komponen – komponen.
6. Susun komponen – komponen kegiatan sesuai dengan logika kebergantungan.
7. Tentukan perkiraan waktu penyelesaian masing – masing kegiatan.
8. Gunakan simbol  $\longrightarrow$  : untuk menggambarkan aktivitas (suatu pekerjaan/tugas, dimana penyelesaiannya memerlukan waktu, biaya serta fasilitas).
9. Gunakan simbol  $\dashrightarrow$  : Anak panah terputus-putus sebagai simbol aktivitas semu.
10. Simbol  $\bigcirc$  menunjukkan permulaan atau akhir dari suatu kegiatan, contoh : Pekerjaan mengecat pintu, maka event pertama pintu belum dicat dan event kedua pintu telah dicat.

**Langkah network planning**

Langkah *network planning* dengan menggunakan pendekatan *PERT* ditujukan untuk mengetahui berapa nilai probabilitas kegiatan terutama pada jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan.

1. Menentukan perkiraan waktu aktifitas

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan :

- te* = Waktu yang diharapkan
- a* = Waktu paling optimis
- m* = Waktu normal

$b$  = Waktu paling pesimis

- Menentukan deviasi standart dari kegiatan proyek  
Deviasi standart kegiatan:

$$S = \frac{b-a}{6} \dots\dots\dots [2]$$

Keterangan :

- S = Deviasi standar kegiatan
- a = Waktu paling optimis
- b = Waktu paling pesimis

- Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan proyek  
Varian kegiatan:

$$V(te) = S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2 \dots\dots\dots [3]$$

Keterangan :

- V(te) = Varian kegiatan
- S = Deviasi standart kegiatan
- a = Waktu paling optimis
- b = Waktu paling pesimis

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

$$Z = \frac{T(d)-TE}{S} \dots\dots\dots [4]$$

Keterangan :

- Z = Angka kemungkinan mencapai target
- T(d) = Target jadwal
- TE = Jumlah waktu lintasan kritis
- S = Deviasi standar kegiatan

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Metode Pengumpulan Data**

Data diperlukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Data dalam penelitian ini terbagi atas 2 (dua) yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang berupa data-data yang diperoleh dan dikumpulkan melalui wawancara secara langsung dengan para responden, yang mana data-data tersebut bisa diperoleh langsung dari pihak perencana dan disetujui instansi terkait. Sedangkan data sekunder berupa jurnal penelitian yang relevan yang didapat dengan cara mencari melalui situs, atau artikel yang tersedia di internet, teman kerja maupun mendatangi langsung ke kantor-kantor atau instansi yang terkait.

**Metode Analisis Data**

Penelitian ini mengevaluasi waktu pelaksanaan pekerjaan pada kegiatan Pembangunan Gedung X Kabupaten Kampar untuk menentukan durasi waktu optimal, bentuk jaringan kerja, serta jalur kritis dengan menggunakan Metode PERT.

- Ketertagungan *item* pekerjaan
- Perhitungan *Expected Time*  
*Triple duration estimate*, yaitu cara perkiraan waktu yang didasarkan atas tiga jenis durasi waktu, yaitu : Waktu optimis (a), waktu paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b).
- Menentukan nilai ES, EF dan LS, LF  
*Earliest Start Time* (ES) merupakan waktu paling cepat untuk memulai kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain. *Earliest Finish Time* (EF) merupakan waktu paling cepat untuk menyelesaikan kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain. *Latest Start Time* (LS) merupakan waktu paling lambat untuk memulai kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain. *Latest Finish Time* merupakan waktu paling lambat untuk menyelesaikan kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain.

4. Menentukan Jalur Kritis  
Jalur kritis merupakan jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat.
5. Perhitungan Probabilitas  
Probabilitas merupakan nilai untuk sebuah peluang. Untuk mengetahui probabilitas mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan [4].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Ketergantungan *Item* Pekerjaan

Berdasarkan data *Time Schedule* yang diperoleh dari proyek pembangunan gedung X Kabupaten Kampar maka dapat dibuat logika ketergantungan sebuah item pekerjaannya seperti dibawah ini.

Tabel 1. Ketergantungan item pekerjaan

No.	Nama Kegiatan	Notasi Kegiatan	Aktivitas Pendahulu
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>	A	-
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Lantai 1</b>		
1	Pekerjaan Pondasi	B	-
2	Pekerjaan Struktur dan Lantai	C	B
3	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	D	C
4	Pekerjaan Pintu dan Jendela	E	A
5	Pekerjaan Elektrikal	F	D,E,H
6	Pekerjaan Keramik	G	P
7	Pekerjaan Tangga	H	K
8	Pekerjaan Pengecatan	I	G
9	Pekerjaan Sanitair	J	D,E,H
10	Pekerjaan Meja Beton	K	C
11	Pekerjaan Luar Bangunan	L	C
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Lantai 2</b>		
1	Pekerjaan Struktur	M	C
2	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	N	M
3	Pekerjaan Pintu dan Jendela	O	K
4	Pekerjaan Plafond	P	F,J,Q
5	Pekerjaan Elektrikal	Q	S,U
6	Pekerjaan Keramik	R	P
7	Pekerjaan Atap	S	N,O
8	Pekerjaan Pengecatan	T	R
9	Pekerjaan Sanitair	U	N,O
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Tower Air</b>	V	L
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Lain-lain</b>	W	I,T

### 2. Menentukan durasi waktu yang digunakan

Sebuah perencanaan penjadwalan proyek menggunakan metode *PERT*, maka dibutuhkan 3 jenis waktu, yaitu waktu optimis atau disebut juga dengan waktu tersingkat yang disimbolkan dengan (a), waktu realistis atau disebut juga dengan waktu normal yang disimbolkan dengan (m), dan waktu pesimis atau disebut juga dengan waktu terlama yang disimbolkan dengan (b).

Tabel 2. Nilai *Expected Time*

No.	Nama Kegiatan	Notasi Kegiatan	Aktivitas Pendahulu	Waktu (Hari)		
				Waktu Optimis (a)	Waktu Realistis (m)	Waktu Pesimis (b)
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>	A	-	12	14	16
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Lantai 1</b>					
1	Pekerjaan Pondasi	B	-	14	16	16
2	Pekerjaan Struktur dan Lantai	C	B	14	16	16
3	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	D	C	12	14	16
4	Pekerjaan Pintu dan Jendela	E	A	8	10	12
5	Pekerjaan Elektrikal	F	D,E,H	10	10	12
6	Pekerjaan Keramik	G	P	12	14	16
7	Pekerjaan Tangga	H	K	10	10	12
8	Pekerjaan Pengecatan	I	G	12	14	14
9	Pekerjaan Sanitair	J	D,E,H	10	10	12
10	Pekerjaan Meja Beton	K	C	8	10	12
11	Pekerjaan Luar Bangunan	L	C	8	10	12
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Lantai 2</b>					
1	Pekerjaan Struktur	M	C	30	32	34
2	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	N	M	12	14	16
3	Pekerjaan Pintu dan Jendela	O	K	8	10	12
4	Pekerjaan Plafond	P	F,J,Q	14	14	16
5	Pekerjaan Elektrikal	Q	S,U	10	10	12
6	Pekerjaan Keramik	R	P	14	15	16
7	Pekerjaan Atap	S	N,O	12	14	14
8	Pekerjaan Pengecatan	T	R	12	14	16
9	Pekerjaan Sanitair	U	N,O	10	10	12
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Tower Air</b>	V	L	10	12	14
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Lain-lain</b>	W	I,T	10	10	12
			jumlah	272	303	340

Setelah membuat estimasi waktu, maka langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *te* (waktu yang diharapkan) dengan persamaan [1].

a. Pekerjaan persiapan

$$te = \frac{12 + 4(14) + 16}{6} = 14$$

b. Pekerjaan pondasi

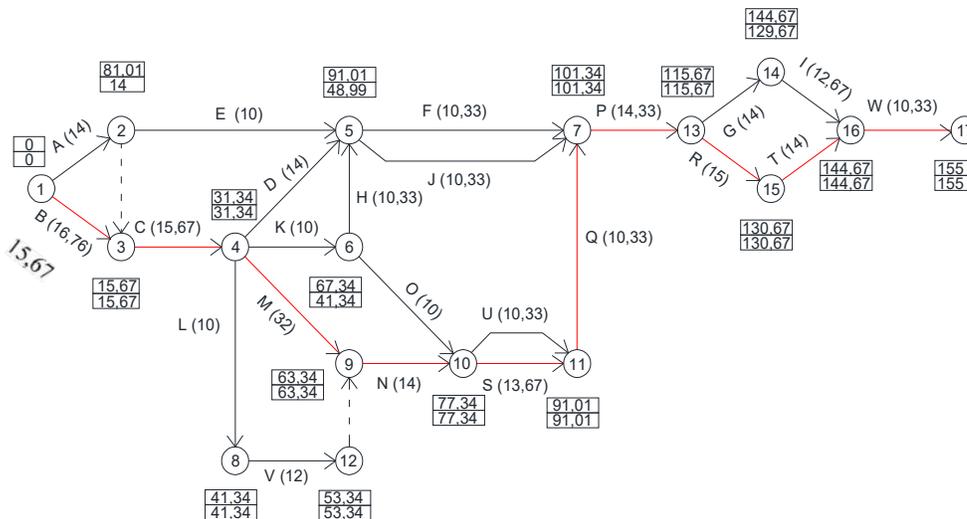
$$te = \frac{14 + 4(16) + 16}{6} = 15,67$$

Untuk lebih jelasnya maka hasil *te* dari setiap *item* pekerjaan dapat dilihat dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil *te* (waktu yang diharapkan)

No.	Nama Kegiatan	Notasi Kegiatan	Te
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>	A	14.00
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Lantai 1</b>		
1	Pekerjaan Pondasi	B	15.67
2	Pekerjaan Struktur dan Lantai	C	15.67
3	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	D	14.00
4	Pekerjaan Pintu dan Jendela	E	10.00
5	Pekerjaan Elektrikal	F	10.33
6	Pekerjaan Keramik	G	14.00
7	Pekerjaan Tangga	H	10.33
8	Pekerjaan Pengecatan	I	13.67
9	Pekerjaan Sanitair	J	10.33
10	Pekerjaan Meja Beton	K	10.00
11	Pekerjaan Luar Bangunan	L	10.00
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Lantai 2</b>		
1	Pekerjaan Struktur	M	32
2	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	N	14.00
3	Pekerjaan Pintu dan Jendela	O	10.00
4	Pekerjaan Plafond	P	14.33
5	Pekerjaan Elektrikal	Q	10.33
6	Pekerjaan Keramik	R	15.00
7	Pekerjaan Atap	S	13.67
8	Pekerjaan Pengecatan	T	14.00
9	Pekerjaan Sanitair	U	10.33
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Tower Air</b>	V	12.00
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Lain-lain</b>	W	10.33

3. Network Planning



Gambar 2. Network Planning

4. Menghitung nilai ES,EF dan LS,LF

*Earliest Start Time* (ES) merupakan waktu paling cepat untuk memulai kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain. *Earliest Finish Time* (EF) merupakan waktu paling cepat untuk menyelesaikan kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain. *Latest Start Time* (LS) merupakan waktu paling lambat untuk memulai kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain. *Latest Finish Time* merupakan waktu paling lambat untuk menyelesaikan kegiatan tanpa mengganggu kegiatan lain.

Tabel 4. Nilai ES, EF, LS, dan LF

No.	Nama Kegiatan	Notasi Kegiatan	Te	Paling Awal		Paling Akhir		TF
				ES Mulai	EF Selesai	LS Mulai	LF Selesai	Total Float
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>	A	14	0	14	0	46	32
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Lantai 1</b>							
1	Pekerjaan Pondasi	B	15.67	0	15.67	0	15.67	0
2	Pekerjaan Struktur dan Lantai	C	15.67	15.67	31.34	15.67	31.34	0
3	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	D	14.00	31.34	45.34	31.34	91.01	45.67
4	Pekerjaan Pintu dan Jendela	E	10.00	14	24	81.01	91.01	67.01
5	Pekerjaan Elektrikal	F	10.33	45.34	101.3	91.01	101.3	45.67
6	Pekerjaan Keramik	G	14.00	115.7	129.7	115.7	144.7	15
7	Pekerjaan Tangga	H	10.33	41.34	51.67	67.34	77.67	26
8	Pekerjaan pengecatan	I	13.67	129.7	144.7	144.7	144.7	15
9	Pekerjaan Sanitair	J	10.33	45.34	101.3	91.01	101.3	45.67
10	Pekerjaan Meja Beton	K	10.00	31.34	41.34	31.34	67.34	26
11	Pekerjaan Luar Bangunan	L	10.00	31.34	41.34	31.34	41.34	0
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Lantai 2</b>							
1	Pekerjaan Struktur	M	32.00	31.34	63.34	31.34	63.34	0
2	Pekerjaan Dinding dan Plasteran	N	14.00	63.34	77.34	63.34	77.34	0
3	Pekerjaan Pintu dan Jendela	O	10.00	41.34	51.34	67.34	77.34	26
4	Pekerjaan Plafond	P	14.33	101.3	115.7	101.3	115.7	0
5	Pekerjaan Elektrikal	Q	10.33	91.01	101.3	91.01	101.3	0
6	Pekerjaan Keramik	R	15.00	115.7	130.7	115.7	130.7	0
7	Pekerjaan Atap	S	13.67	77.34	91.01	77.34	91.01	0
8	Pekerjaan pengecatan	T	14.00	130.7	144.7	130.7	144.7	0
9	Pekerjaan Sanitair	U	10.33	77.34	87.67	77.34	90.01	2.34
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Tower Air</b>	V	12.00	41.34	53.34	41.34	53.34	0
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Lain-lain</b>	W	10.33	144.7	155	144.7	155	0

5. Lintasan Kritis

Lalur kritis adalah lintasan yang memiliki waktu terpanjang dari semua lintasan yang dimulai dari peristiwa awal hingga peristiwa yang terakhir (Larasati & Sutopo, 2020). Berdasarkan *NWP (Network Planning)* dan hasil perhitungan nilai ES, EF, LS, dan LF diatas dengan nilai *te* sebagai durasi yang digunakan dalam perhitungan, maka diperoleh jalur kritis terdapat pada kegiatan B-C-M-N-S-Q-P-R-T-W, karena pada kegiatan tersebut *Total Float (TF)* nya adalah 0. Nilai *te* yang terdapat pada masing masing jalur kritis yaitu  $15,67 + 15,67 + 32 + 14 + 13,67 + 10,33 + 14,33 + 15 + 14 + 10,33 = 155$ .

Tabel 5. Nilai Lintasan Kritis

LINTASAN KRITIS	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>	<i>Te</i>
B	14	16	16	15.67
C	14	16	16	15.67
M	30	32	34	32.00
N	12	14	16	14.00
S	12	14	14	13.67
Q	10	10	12	10.33
P	14	14	16	14.33
R	14	15	16	15.00
T	12	14	16	14.00
W	10	10	12	10.33
JUMLAH	142	155	168	155

6. Standar Deviasi dan Varians

Berdasarkan lintasan kritis yang telah didapat pada perhitungan, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai standar deviasi dan varians menggunakan persamaan [2]. Kemudian nilai varians dapat dicari menggunakan persamaan [3]. Maka hasil yang diperoleh dapat dilihat dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai Standar Deviasi dan Varians

Lintasan Kritis	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>	<i>te</i>	<i>s</i>	<i>v(te)</i>
B	14	16	16	15.67	0.33	0.11
C	14	16	16	15.67	0.33	0.11
M	30	32	34	32.00	0.67	0.44
N	12	14	16	14.00	0.67	0.44
S	12	14	14	13.67	0.33	0.11
Q	10	10	12	10.33	0.33	0.11
P	14	14	16	14.33	0.33	0.11
R	14	15	16	15.00	0.33	0.11
T	12	14	16	14.00	0.67	0.44
W	10	10	12	10.33	0.33	0.11
Jumlah	142	155	168	155		
				$\sum v(te)$		2.11
				S	1.45	

7. Menghitung probabilitas mencapai target jadwal

Dalam perhitungan probabilitas untuk mencapai target jadwal maka dapat dicari dengan menggunakan persamaan [4]

a. Kemungkinan mencapai target jadwal pada 150 hari kerja adalah :

$$Z = \frac{150-155}{1.45} = -3.44$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif dengan nilai  $z = -3.44$  maka diperoleh hasil 0,000291. Ini kemungkinan proyek untuk diselesaikan dalam jangka waktu 150 hari kerja hanya sekitar 0.0291 %.

b. Kemungkinan mencapai target jadwal durasi optimis (a) pada 142 hari kerja adalah :

$$Z = \frac{142-155}{1.45} = -8.95$$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif dengan nilai  $z = -8.95$  maka diperoleh hasil 0.0000000000000001777. Ini kemungkinan proyek untuk diselesaikan dalam jangka waktu 142 hari kerja hanya sekitar 0.0000000000000001777 %.

Hasil perhitungan target dan kemungkinan penyelesaian proyek gedung X Kabupaten Kampar dengan metode *PERT* selengkapnya dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil perhitungan target dan probabilitas

Td	Z	Distribusi Normal Kumulatif	Probabilitas (%)
142	-8,95	0,0000000000000001777	0,0000000000000001777
143	-8,26	0,00000000000007283	0,000000000007283
144	-7,57	0,00000000000187	0,000000000187
145	-6,88	0,000000000299	0,0000000299
146	-6,19	0,000000000301	0,0000000301
147	-5,51	0,000000179	0,00000179
148	-4,82	0,000000718	0,00000718
149	-4,13	0,0000181	0,00181
150	-3,44	0,000291	0,0291
151	-2,75	0,00298	0,298
152	-2,06	0,0197	1,97
153	-1,38	0,0838	8,38
154	-0,69	0,2451	24,51
155	0,00	0,50	50,00
156	0,69	0,695	69,50
157	1,38	0,888	88,80
158	2,06	0,974	97,40
159	2,75	0,996	99,60
160	3,44	0,999	99,90
161	4,13	0,999	99,90
162	4,82	0,999	99,90
163	5,51	0,999	99,90
164	6,19	0,999	99,90
165	6,88	0,999	99,90
166	7,57	0,999	99,90
167	8,26	0,999	99,90
168	8,95	1,00	100,00

Metode *PERT* memiliki tiga estimasi waktu, yaitu waktu tercepat, waktu terlama, dan waktu normal, sehingga dengan menjadwalkan sebuah proyek akan meminimalisir terjadinya kemungkinan terburuk, dan dalam perhitungan metode *PERT* sudah mempertimbangkan kemungkinan yang akan terjadi pada saat pelaksanaan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, penjadwalan dengan menggunakan metode *PERT* pada pembangunan gedung X Kabupaten Kampar didapatkan hasil waktu selama 168 hari dengan probabilitas pekerjaan 100%, yang berarti lebih lambat 18 hari dari jadwal *existing* yaitu 150 hari. Pada saat perencanaan diketahui pihak perencana mendistribusikan bobot pekerjaan tidak berdasarkan hasil analisis sebenarnya, seperti jumlah pekerja dan tingkat produktivitas. Waktu *existing* selama 150 hari, berdasarkan metode *PERT* hanya memiliki probabilitas sebesar 0.0291 % dimana nilai tersebut sangat rendah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil evaluasi jadwal pelaksanaan proyek pembangunan gedung dengan metode *PERT* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, penjadwalan dengan menggunakan metode *PERT* pada pembangunan gedung X Kabupaten Kampar didapatkan hasil waktu selama 168 hari dengan probabilitas pekerjaan 100%, yang berarti lebih lambat 18 hari dari jadwal *existing* yaitu 150 hari. Pada saat perencanaan diketahui distribusi bobot pekerjaan tidak berdasarkan hasil analisis sebenarnya, seperti jumlah pekerja dan tingkat produktivitas. Waktu *existing* selama 150 hari, berdasarkan metode *PERT* hanya memiliki probabilitas sebesar 0.0291 % dimana nilai tersebut sangat rendah.
2. Bentuk jaringan kerja (*Network Planning*) dapat dilihat pada gambar 2 dengan lintasan kritis yang didapat yaitu B-C-M-N-S-Q-P-R-T-W.

## SARAN

Berdasarkan apa yang diperoleh dari hasil evaluasi jadwal pelaksanaan proyek pembangunan gedung dengan metode *PERT* adapun saran sebagai berikut:

1. Dalam menentukan jenis proyek atau studi kasus yang akan dijadikan sebagai subyek penelitian, perlu diperhatikan kembali apakah data-data yang dibutuhkan lengkap atau sesuai dengan kebutuhan analisis sehingga akan lebih mempermudah dalam melakukan analisis dan meminimalisir penggunaan asumsi.
2. Penelitian ini berdasarkan perhitungan durasi pekerjaan *existing* dan persepsi logika kerja satu *item* pekerjaan. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya peneliti membagi durasi pekerjaan dengan memperhitungkan tingkat produktivitas dan jumlah pekerja.
3. Untuk meningkatkan keakuratan hasil metode *PERT*, dapat dilakukan dengan bantuan penggunaan perangkat lunak menggunakan *MS Project*.

## REFERENSI

- Ahmad, D., Bambang, D. H., & Heni, D. (2018). *Evaluasi Proyek Pembangunan Stone Crusher Machine Dengan Metode PERT/CPM Di Malimping, Lebak, Banten*. In Lemlitbang. <http://repository.uhamka.ac.id/1098/1/7>. Heni Dati 2018 Evaluasi Proyek.pdf
- Aulia, M. Z. (2020). Penerapan Metode CPM (Critical Path Method) Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Bendungan Lau-Simeme Paket II Kab. Deli Serdang. 7, 6.
- Lasari, O., & Sumarman. (2018). *Analisis Manajemen Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Rsud Brebes*. Kontruksi, VII(2), 61–80.
- Malifa, Y., Dundu, A. K. T., & Malingkas, G. Y. (2019). *Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing*. Jurnal Sipil Statik, 7(6), 681–688.
- Oetari, F. D. (2016). *Evaluasi Waktu Pekerjaan Dengan Menggunakan Metode PERT Pada Proyek Pembangunan Asrama LPTQ*.
- Oka, J., & Kartikasari, D. (2019). *Evaluasi Manajemen Waktu Proyek Menggunakan Metode PERT Dan CPM Pada Pengerjaan Proyek Reparasi Crane Lampson Di PT Mcdermott Indonesia*. Journal of Applied Business Administration, 1(1), 28–36.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. 99.
- Setiawan, S., Syahrizal, & Dewi, R. A. (2017). *Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi*.
- Syaiful, A. (2018). *Analisis Penjadwalan Ulang Dengan Menggunakan Metode PERT (Program Evaluation And Review Technique) (Rescheduling Analysis With PERT Method)*. Universitas Islam Indonesia, 1–72.