



Penerapan Metode PERT Dan CPM Dalam Pembangunan Christian Center

Timothy E. J. Amu^a, Jermias Tjakra^b, Pingkan A. K. Prastasis^c

^aProgram Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aamutimothy@gmail.com, ^bjermias6201@gmail.com, ^cpingprat@gmail.com

Abstrak

Metode PERT dan CPM adalah metode penjadwalan yang digunakan untuk perencanaan dalam manajemen proyek. Manajemen proyek merupakan penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik untuk kegiatan proyek agar memenuhi persyaratan proyek. Dalam manajemen proyek terdapat tiga ruang lingkup yaitu mutu, waktu dan biaya yang saling berkaitan. Dalam pembangunan Christian Center diperlukan perencanaan yang matang agar pekerjaan dapat berjalan sesuai waktu, biaya dan mutu yang disepakati sejak awal. Maka diperlukan metode PERT dan CPM dalam perencanaan untuk menguji apakah pekerjaan ini dapat selesai tepat waktu. Berdasarkan hasil wawancara pekerjaan Pembangunan Christian Center tidak menggunakan metode PERT dan CPM dalam perencanaan. Dalam mencapai tujuan penelitian ini, maka untuk menganalisis data digunakan metode kualitatif deskriptif. Hasil penelitian didapati jalur kritis pekerjaan yang melewati pekerjaan A – C – D – F – I – J – K – L – N – O. Setelah dilakukan pengolahan data, didapatkan perbandingan durasi pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM dimana dengan menggunakan metode PERT didapatkan bahwa proyek dapat selesai dalam 155 hari sedangkan dengan metode CPM dapat selesai dalam 144 hari. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode CPM didapatkan hasil yang lebih lama dikarenakan menggunakan 2 tambahan perkiraan waktu. Berdasarkan hasil pengolahan data, peneliti mendapatkan probabilitas Proyek Pembangunan Christian Center dapat selesai tepat waktu yaitu 71,9% dengan menggunakan metode PERT.

Kata kunci - manajemen proyek, PERT, CPM, kualitatif deskriptif

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pada masa sekarang ini, dinamika perkembangan global sangat pesat seiring dengan bertambahnya waktu dan peningkatan sumber daya serta kebutuhan masyarakat. Setiap negara sedang memacu perkembangan di setiap sektor seperti pendidikan, teknologi, kesehatan, dan infrastruktur. Seluruh usaha perkembangan yang dilakukan tidak lepas dari keterlibatan pemerintah serta kerja sama antar sektor pemerintahan maupun pihak swasta.

Proyek adalah suatu usaha yang bersifat sementara dan memiliki rangkaian kegiatan yang terstruktur dan memiliki sasaran kegiatan yang harus dicapai. Sedangkan menurut Dwinka (2018) Proyek adalah sekumpulan kegiatan yang saling terikat untuk mencapai hasil akhir tertentu yang mempunyai dimensi waktu, fisik, dan biaya. Macam - macam proyek antara lain, proyek infrastruktur, proyek pengadaan barang dan jasa, proyek konsultasi, dan macam proyek lainnya. Proyek dirancang agar tujuan atau sasaran yang diinginkan dapat tercapai melewati rangkaian aktivitas yang terencana. Dasar hukum dari pelaksanaan proyek sudah diatur lewat aturan – aturan tertulis seperti Perpres Nomor 12 Tahun 2021 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, dimana aturan-aturan yang telah dibuat akan digunakan sebagai pedoman bagi instansi pemerintah dan para penyedia jasa dalam pelaksanaan tahapan proyek. Pemerintah memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan setiap negara ataupun daerah karena membuat kebijakan-kebijakan dan aturan-aturan dan melaksanakan proses pemilihan penyedia jasa yang ketat serta transparan. Sedangkan perusahaan penyedia jasa juga memiliki peran yang besar dalam pelaksanaan proyek,

agar setiap proyek bisa direncanakan dan dilaksanakan secara optimal agar sesuai dengan kualitas, waktu, dan biaya yang sudah disepakati sejak awal.

Jadwal kegiatan (Time Schedule) adalah salah satu parameter sebagai tolak ukur dalam keberhasilan suatu pekerjaan. Penjadwalan harus dilakukan dengan baik untuk menentukan durasi serta urutan tiap kegiatan agar bisa berjalan dengan teratur. Namun, banyak faktor yang terjadi di lapangan membuat durasi tiap pekerjaan menjadi tidak pasti seperti produktivitas kerja, cuaca, dan lain-lain.

PT. Margahasta Citramukti sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pekerjaan kontruksi sudah menerapkan hal tersebut dalam pengerjaan proyek-proyeknya. Salah satu proyek dari PT. Marga Hasta Citra Bukti yang sedang berlangsung adalah Proyek Pembangunan Gedung Christian Center. Bangunan yang menjadi objek pengamatan adalah pembangunan gedung dengan diameter 90 m. yang dipimpin oleh Dinas Pembangunan Umum dan Perumahan Rakyat Provinsi Sulawesi Utara. Dimana pembangunan Gedung Christian Center ini memiliki fungsi sebagai tempat ibadah, aula serbaguna, took buku dan kantor yang akan dihibahkan kepada Sinode Gereja Masehi Injili di Minahasa.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk menjawab masalah yang ada di atas rumusan masalah penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana jalur kritis dengan menggunakan metode CPM pada proyek Pembangunan Christian Center?
- b. Berapa perbandingan durasi penjadwalan pelaksanaan proyek menggunakan metode PERT dan CPM?
- c. Berapakah probabilitas proyek Pembangunan Christian Center Tahap II dapat selesai tepat waktu?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang akan di teliti harus di batasi pembatasan ditujukan agar permasalahan tidak terlalu luas, di antaranya:

- a. Penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Christian Center Tahap II.
- b. Dalam penelitian ini penentuan durasi optimal pelaksanaan kegiatan proyek menggunakan metode PERT dan CPM.
- c. Penentuan durasi optimal berdasarkan jadwal yang sudah ditentukan proyek.
- d. Tidak merubah metode pelaksanaan proyek yang sudah ada.
- e. Tidak melakukan analisis perencanaan biaya.
- f. Tidak menggunakan Microsoft Project
- g. Menggunakan bantuan Microsoft excel
- h. Menggunakan bantuan Aplikasi POM-QM

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka didapati tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Untuk mencari jalur kritis dari proyek Pembangunan Christian Center menggunakan metode CPM
- b. Mendapatkan perbandingan durasi pelaksanaan proyek dengan metode PERT dan CPM.
- c. Mendapatkan probabilitas proyek Pembangunan Christian Center Tahap II dapat selesai tepat waktu.

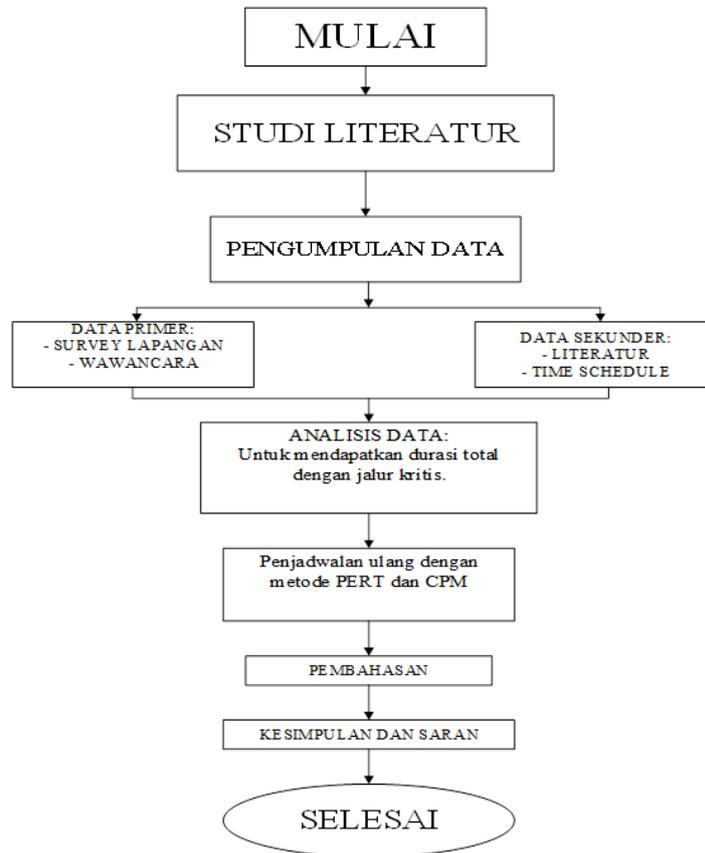
1.5. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan ada manfaat yang dicapai agar mempunyai hasil yang baik. Manfaat penelitiannya sebagai berikut:

- a. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak pelaksana pekerjaan konstruksi dalam menyusun penjadwalan di masa nanti.
- b. Dapat menjadi acuan untuk penelitian yang sejenis dengan penelitian ini.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Christian Center Tahap II yang beralamat di Jl. Ring Road, Malendeng, Tikala, Kota Manado. Metode yang digunakan dari penelitian ini adalah dengan pengumpulan data primer berupa wawancara kepada petugas kontraktor dan melakukan survey lapangan dan kurva s. Data sekunder yang digunakan berupa data yang didapat dari perusahaan seperti kontrak pekerjaan dan profil perusahaan. Adapun diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir



Gambar 2. Lokasi Kegiatan

3. Definisi Metode PERT dan Metode CPM

3.1. Metode CPM

Metode Jalur Kritis atau Critical Path Method (CPM) adalah teknik untuk mengidentifikasi tugas yang diperlukan untuk penyelesaian proyek dan menentukan fleksibilitas penjadwalan. Jalur kritis dalam manajemen proyek merupakan rangkaian aktivitas terpanjang yang harus diselesaikan tepat waktu agar proyek selesai. CPM fokus mencari tugas terpenting dalam linimasa (timeline) proyek, mengidentifikasi dependensi tugas, dan menghitung durasi tugas. CPM dapat memberikan wawasan berharga tentang cara merencanakan proyek, mengalokasikan sumber daya, dan menjadwalkan tugas. Beberapa alasan menggunakan CPM adalah :

- a. Memberikan tampilan grafis dari alur kegiatan sebuah proyek,
- b. Memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek
- c. Menunjukkan alur kegiatan mana saja yang penting diperhatikan dalam menjaga jadwal penyelesaian proyek.

Cara ini dilakukan jika durasi dapat diketahui dengan akurat dan tidak terlalu berfluktuasi dengan melihat jalur kritis atau jalur rangkaian aktivitas yang memiliki tingkat prioritas paling tinggi karena sangat mempengaruhi durasi pekerjaan tersebut. Jalur kritis adalah jalur dalam jaringan kerja yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total waktu terlama dan menunjukkan waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jalur kritis mempunyai arti penting dalam suatu proyek, karena kegiatan-kegiatan yang melewati jalur kritis diusahakan tidak mengalami kelambatan penyelesaian. Adapun ciri-ciri dari jalur kritis tersebut :

- a. Jalur yang memakan waktu terpanjang dalam suatu proses
- b. Jalur yang tidak memiliki tenggang waktu antara selesainya suatu tahap kegiatan dengan mulainya suatu tahap kegiatan berikutnya.\
- c. Tidak adanya tenggang waktu tersebut yang merupakan sifat kritis dari jalur kritis

Menemukan jalur kritis perlu melihat durasi tugas penting dan tidak penting. Di bawah ini adalah langkah-langkah menemukan jalur kritis suatu pekerjaan:

- a. Buat daftar aktivitas
- b. Identifikasi dependensi
- c. Buat diagram jaringan
- d. Buat estimasi timeline
- e. Temukan jalur kritis

Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (forward computation) dan perhitungan mundur (backward computation).

Hitungan maju, dimulai dari Start (initial event) menuju End (terminal event) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E).

Hitungan mundur Dimulai dari Finish menuju Start untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L). Apabila kedua perhitungan tersebut telah selesai maka dapat diperoleh nilai Slack atau Float yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas dalam sebuah jaringan kerja. Dimana, terdapat dua macam jenis Slack yaitu Total Slack dan Free Slack. Untuk melakukan perhitungan maju dan mundur maka lingkaran atau event dibagi menjadi tiga bagian yaitu Start, Finish dan Durasi aktivitas.

3.2. Metode PERT

PERT atau project evaluation and review technique merupakan sebuah model management science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007). Menurut Levin dan Krikpatrick (1972) metode PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan dan konflik produksi, mengkoordinasikan dan mensinkronisasikan sebagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek. Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (uncertainty) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan (Soeharto, 1999, dalam Eka Dannyanti, 2010). Menurut Heizer

dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu realistis (m). Menurut Render dan Jay (2015:80) dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain:

- Waktu Optimis (optimistic time) (a), waktu yang akan diambil oleh suatu aktivitas jika segala sesuatunya berjalan sesuai dengan rencana. Dalam mengestimasi nilai ini, hanya ada sebuah probabilitas kecil (misalkan 1/100) di mana waktu aktivitas adalah $< a$.
- Waktu Pesimis (passimistic time) (b), waktu yang akan diambil oleh suatu aktivitas dengan mengasumsikan kondisi yang kurang menguntungkan. Dalam mengestimasi nilai ini, hanya ada sebuah probabilitas kecil (juga 1/100) dimana waktu aktivitas adalah $> b$
- Waktu Realistis atau waktu normal (most likely time) (m), estimasi waktu yang paling realistik yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah aktivitas.

Langkah network planning dengan menggunakan pendekatan PERT ditujukan untuk mengetahui berapa nilai probabilitas kegiatan proyek terutama pada jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan (Soeharto, 1999).

- A. Menentukan perkiraan waktu aktivitas

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

Keterangan:

Te = perkiraan waktu aktifitas

a = waktu paling optimis

m = waktu normal

b = waktu paling pesimis

- B. Menentukan deviasi standar dari kegiatan proyek

Deviasi standar kegiatan:

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

Keterangan:

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

- C. Menentukan variasi kegiatan dari kegiatan proyek

Varian kegiatan:

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

Keterangan:

V(te) = varian kegiatan

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

- D. 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 rumus:

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

Keterangan:

z = angka kemungkinan mencapai target

TE = Jumlah waktu lintasan kritis

T(d) = target jadwal

S = Deviasi standar kegiatan

3.3. Activity on Node (AON) dan Activity on Arrow (AOA)

Secara umum metode PERT dan CPM memiliki persamaan dalam proses pembuatan jaringan kerja. Jaringan PERT dan CPM menunjukkan suatu ketergantungan antara kegiatan dalam suatu proyek. Terdapat dua cara dalam menggambar jaringan kerja seperti, Activity On

Tabel 1. Daftar Aktivitas

NO	NAMA KEGIATAN	PENDAHULU	DURASI (HARI)
A	PERSIAPAN	-	12
B	PEKERJAAN DINDING PENAHAN TANAH	A	96
C	PEKERJAAN BETON BERTULANG LANTAI 1	A	18
D	PEKERJAAN BETON BERTULANG LANTAI 2	C	24
E	PEKERJAAN DINDING LANTAI 1	D	12
F	PEKERJAAN DINDING LANTAI 2	D	18
G	PEKERJAAN ATAP SEKUNDER	D	18
H	PEKERJAAN ATAP UTAMA BENTUK CURVE	D	18
I	PEKERJAAN DINDING EKSTERIOR LANTAI 1 & 2	E F	18
J	PEKERJAAN LANTAI PADA LANTAI 1	I	12
K	PEKERJAAN ME	J	12
L	PEKERJAAN PLAFON LANTAI 1	K	12
M	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA LANTAI 1	L	10
N	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA LANTAI 2	L	12
O	PEKERJAAN PERLENGKAPAN DAN AKHIR	B G H M N	6

Setelah didapatkan daftar aktivitas beserta dependensi antar kegiatan dilanjutkan dengan melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur sehingga mendapatkan *Early Start* (ES), *Early Finish* (EF), *Late Start*(LS), *Late Finish* (LF) dan *Slack* dengan rumus:

$$Es = Ef \text{ kegiatan sebelum} \quad (5)$$

$$Ef = Es + \text{activity time} \quad (6)$$

$$Ls = Lf - \text{Activity time} \quad (7)$$

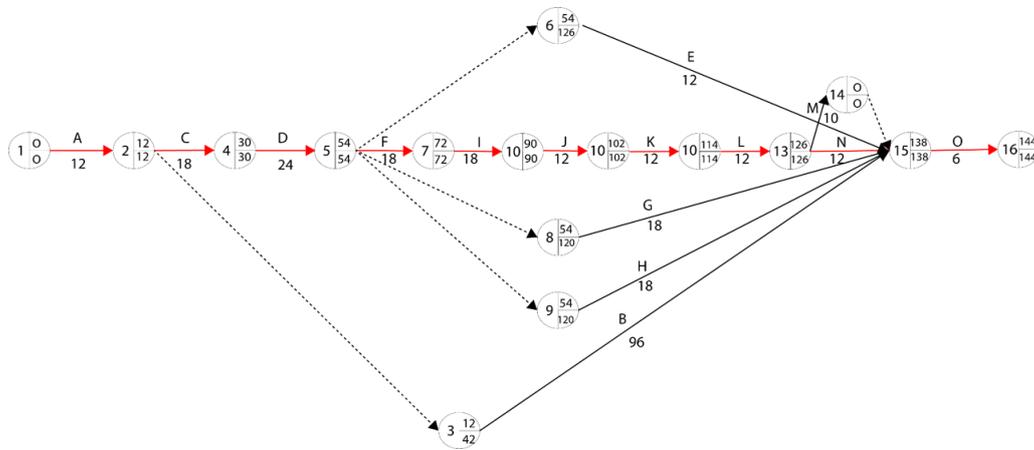
$$Lf = Ls \text{ kegiatan sebelum (dihitung dari belakang)} \quad (8)$$

$$\text{Slack} = Lf - Es - T \quad (9)$$

Tabel 2. Perhitungan CPM

Activity code	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	144					
A	12	0	12	0	12	0
B	96	12	108	42	138	30
C	18	12	30	12	30	0
D	24	30	54	30	54	0
E	12	54	66	60	72	6
F	18	54	72	54	72	0
G	18	54	72	120	138	66
H	18	54	72	120	138	66
I	18	72	90	72	90	0
J	12	90	102	90	102	0
K	12	102	114	102	114	0
L	12	114	126	114	126	0
M	10	126	136	128	138	2
N	12	126	138	126	138	0
O	6	138	144	138	144	0

Peneliti menerapkan metode CPM dalam penelitian ini karena dinilai dapat membantu mempersingkat waktu penyelesaian pekerjaan karena mengutamakan jalur kritis pekerjaan. Dalam proyek Pekerjaan Pembangunan Christian Center Tahap II, didapatkan jalur kritis A – C – D – F – I – J – K – L – N – O , dengan waktu penyelesaian yang paling lama yaitu 144 hari. Dan dilanjutkan dengan membuat diagram CPM dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram AOA CPM

4.2. Metode PERT

Langkah pertama dalam metode PERT adalah menentukan estimasi durasi optimis (a) dan durasi pesimis (b) yang didapat dari hasil wawancara secara langsung dengan narasumber di lapangan yaitu kontraktor pelaksana dan juga konsultan pengawas yang sudah berpengalaman. Dimana durasi optimis adalah estimasi durasi setiap kegiatan dapat berjalan lebih cepat dari yang direncanakan karena faktor yang dapat mempengaruhi hanya kecil. Durasi pesimis adalah estimasi durasi kegiatan akan mengalami keterlambatan dari yang direncanakan dengan asumsi faktor keterlambatan akan mempengaruhi durasi kegiatan Sedangkan durasi normal (m) akan menggunakan penjadwalan dengan metode CPM sebelumnya. Dalam menentukan durasi kegiatan pada metode PERT, akan menggunakan hasil rata-rata dari dua narasumber untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Tabel 3. (a) Hasil wawancara oleh Truly (b) Hasil wawancara oleh Satrio (c) Durasi rata-rata dari hasil wawancara

NO.	Durasi		
	a	m	b
A	10	12	14
B	95	96	97
C	16	18	30
D	23	24	79
E	11	12	23
F	17	18	22
G	14	18	19
H	17	18	30
I	15	18	20
J	11	12	15
K	10	12	13
L	11	12	16
M	9	10	11
N	11	12	14
O	5	6	7

(a)

NO.	Durasi		
	a	m	b
A	11	12	14
B	94	96	98
C	17	18	29
D	22	24	63
E	11	12	23
F	17	18	21
G	15	18	20
H	16	18	33
I	16	18	20
J	10	12	15
K	10	12	14
L	11	12	15
M	9	10	13
N	11	12	15
O	5	6	8

(b)

NO.	Durasi		
	a	m	b
A	10.5	12	14
B	94.5	96	97.5
C	16.5	18	29.5
D	22.5	24	71
E	11	12	23
F	17	18	21.5
G	14.5	18	19.5
H	16.5	18	31.5
I	15.5	18	20
J	10.5	12	15
K	10	12	13.5
L	11	12	15.5
M	9	10	12
N	11	12	14.5
O	5	6	7.5

(c)

Tahap selanjutnya akan menghitung waktu yang diharapkan (T_e). Nilai waktu yang diharapkan (T_e) dapat diketahui dengan rumus:

$$T_e = (a + 4m + b) / 6 \quad (10)$$

Keterangan:

T_e : perkiraan waktu aktivitas

a : waktu paling optimis

m : waktu normal

b : waktu paling pesimis

Tabel 4. Perhitungan PERT

Activity code	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack	Standard Deviation
Project	154.58						8.57
A	12.08	0	12.08	0	12.08	0	0.58
B	96	12.08	108.08	52.5	148.5	40.42	0.5
C	19.67	12.08	31.75	12.08	31.75	0	2.17
D	31.58	31.75	63.33	31.75	63.33	0	8.08
E	13.67	63.33	77	68.08	81.75	4.75	2
F	18.42	63.33	81.75	63.33	81.75	0	0.75
G	17.67	63.33	81	130.83	148.5	67.5	0.83
H	20	63.33	83.33	128.5	148.5	65.17	2.5
I	17.92	81.75	99.67	81.75	99.67	0	0.75
J	12.25	99.67	111.92	99.67	111.92	0	0.75
K	11.92	111.92	123.83	111.92	123.83	0	0.58
L	12.42	123.83	136.25	123.83	136.25	0	0.75
M	10.17	136.25	146.42	138.33	148.5	2.08	0.5
N	12.25	136.25	148.5	136.25	148.5	0	0.58
O	6.08	148.5	154.58	148.5	154.58	0	0.42

Dilanjutkan dengan mencari standar deviasi dan varian pekerjaan tersebut

Tabel 5. Standar Deviasi

NO	Optimistic time	Most Likely time	Pessimistic time	Activity time	Standard Deviation	Variance
A	10.5	12	14	12.08	0.58	0.34
B	94.5	96	97.5	96	0.5	0.25
C	16.5	18	29.5	19.67	2.17	4.69
D	22.5	24	71	31.58	8.08	65.34
E	11	12	23	13.67	2	4
F	17	18	21.5	18.42	0.75	0.56
G	14.5	18	19.5	17.67	0.83	0.69
H	16.5	18	31.5	20	2.5	6.25
I	15.5	18	20	17.92	0.75	0.56
J	10.5	12	15	12.25	0.75	0.56
K	10	12	13.5	11.92	0.58	0.34
L	11	12	15.5	12.42	0.75	0.56
M	9	10	12	10.17	0.5	0.25
N	11	12	14.5	12.25	0.58	0.34
O	5	6	7.5	6.08	0.42	0.17
Project results						
Total of critical Activities						73.48
Square root of total					8.57	

Setelah mendapatkan nilai standar deviasi dapat ditentukan probabilitas proyek Pembangunan Christian Center Tahap II dapat selesai tepat waktu yaitu dengan rumus:

$$Z = \frac{T_d - T_e}{s} \tag{11}$$

Merujuk pada Tabel Normal, maka ditemukan sebuah nilai Z 0.58 disebelah kanan nilai rata-rata yang mengidentifikasi sebuah probabilitas sebesar 0.7357. Dengan demikian terdapat sebuah kemungkinan 71.9% penyelesaian proyek ini dapat dilaksanakan secara maksimal dalam 160 hari atau kurang yang dapat dilihat pada Gambar 7.

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7518	0.7549
0.7	0.7580	0.7612	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9725	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9924	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9986	0.9986	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989
3.1	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992
3.2	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.5	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.6	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
4.0	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
4.5	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
5.0	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
5.5	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
6.0	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

Gambar 7. Tabel deviasi normal

(<http://analisis-statistika.blogspot.com/2013/03/mengenal-distribusi-normal-dan-cara.html>, 2013)

Tabel 5. Probabilitas PERT

No	Target Penyelesaian Hari	Deviasi Z	Distribusi Normal Komulatif	Probabilitas
1	160	0.5834	0.7190	71.9%
2	159	0.5157	0.6915	69.15%
3	158	0.3990	0.6517	65.17%
4	157	0.2823	0.6103	61.03%
5	156	0.1656	0.5636	56.36%
6	155	0.0490	0.5160	51.6%

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil paenelitian Penerapan Metode PERT Dan CPM Dalam Pembangunan Christian Center, peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Jalur kritis dari pekerjaan Pembangunan Christian Center yaitu, Persiapan - Pekerjaan Dinding Penahan Tanah - Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Lantai 1 - Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Lantai 2 - Pekerjaan Dinding Lantai. 1 - Pekerjaan Dinding Lantai. 2 - Pekerjaan Atap Sekunder - Pekerjaan Atap Utama Bentuk Curve - Pekerjaan Dinding Eksterior Lantai 1 Dan 2 - Pkerjaan Lantai Lt. 1 - Pekerjaan ME - Pekerjaan Plafon Lantai. 1 - Pekerjaan Pintu dan Jendela Lantai 1 - Pekerjaan Pintu dan Jendela Lantai 2 - Pekerjaan Perlengkapan dan Akhir.
2. Perbandingan durasi pekerjaan dengan metode PERT dan CPM adalah 11 hari, durasi menggunakan metode PERT adalah 155 hari sedangkan metode CPM 144 hari.
3. Probabilitas Pembangunan Christian Cetnter dapat selesai tepat waktu adalah 71,9%.

Referensi

Agus B. Siswanto, M. Afif Salim. 2021. Manajemen Proyek Pilar Nusantara
 Ali Murdani Lubis, Endang Suhendar, Puji Suharmanto. 2021. Optimasi Penjadwalan Proyek

- Pembangunan Jalan Tol Becakayu Seksi 1BC dengan Menggunakan Metode CPM Dan PERT. Jurnal SEOI - Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta Vol 3 edisi 2 tahun 2021.
- Aulia, Syfa Safitri. 2021. Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM-PERT (Critical Path Method - Program Evaluation And Review Technique). Skripsi Program S1 Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
- Auodia M. Uktolseja, Magdalena Wullur, Merlyn Mourah Karuntu. 2022. Evaluasi Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode PERT Dan CPM(Studi Kasus: Preservasi Jalan Tolango-Paguyaman, Tolango-Bulontio). Jurnal LPPM Bidang EkoSosBudKum (Ekonomi, Sosial, Budaya, dan Hukum)Vol. 6No. 2Januari-Juni2023, halaman 1079-1090
- Bina Marga, D. (2017). Manual Manajemen Proyek. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, April. <https://binamarga.pu.go.id>
- Callahan, Michael T. et.al. 1992. Construction Project Scheduling, New York: McGraw Hill.
- Fakhli. Metode Penjadwalan Proyek <https://www.kumpulengineer.com/2015/04/metode-penjadwalan-proyek.html>, 27 Agustus 2022.
- Fandinand Umbu L. Dappa, Sely Novita Sari, Anggi Hermawan. 2022. Analisis Penjadwalan Waktu Menggunakan Metode CPM (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung SMP Negeri 3 Saptosari, Gunung Kidul, Yogyakarta). EQUILIB, Vol. 03, No. 01, Maret 2022.
- Huibert Taroreh, Robert J.M. Mandagi. Sistem Manajemen Proyek dan Konstruksi (SIMPROKON). Tim Penerbit JTS Fakultas Teknik Unsrat
- Imam Soeharto. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 1, Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Ir. Abrar Husen, MT. Manajemen Proyek 2009
- Mamesah, Christian Ezra. 2022. Optimalisasi Waktu Pada Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Puskesmas Remboken Rawat Inap Di Kabupaten Minahasa. TEKNO – Volume 20 Nomor 81 – Agustus 2022
- Miterev, M., Mancini, M., & Turner, R. (2017). Towards a design for the project-based organization. International Journal of Project Management, 35(3), 479–491.
- Nurhayati. 2010. Manajemen Proyek. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Polii, Rovel Brando. 2017. Sistem Pengendalian Waktu Dengan Critical Path Method (CPM) pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Menara Alfa Omega Tomohon). Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.6 Agustus 2017 (363-371) ISSN: 2337-6732
- PUPR, B. (2017). Modul 1 Pemahaman Umum Studi Kelayakan Proyek
- Subagya. 2000. Analisis Manajemen Proyek. Bekasi: Graha Pena.
- Team Asana. Metode Jalur Kritis: Cara menggunakan CPM untuk manajemen proyek. <https://asana.com/id/resources/critical-path-method>. 4 September 2022
- Wica Tiara, Marwan. 2019. Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Kantor Notaris Menggunakan Metode CPM Dan PERT 92. IESM Journal, Vol. 1 No.2 Agustus 2019.
- Wulfram I. Ervianto. Manajemen Proyek Konstruksi 2005
- Yamit, Z. 2000. Manajemen Produksi dan Operasi. Yogyakarta: Ekonosia.