

Analisis Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) pada Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu Cabang-Boulevard Manado

Amalia Asrar^{1*}, Jantje B. Mangare¹, Febrina P. Y. Sumanti¹,

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado

*Corresponding E-mail: melasrar10@gmail.com

mangarejantje01@gmail.com, febrina.sumanti@unsrat.ac.id

Abstrak

Manajemen proyek yang efisien memerlukan alat dan metode yang mampu mengakomodasi ketidakpastian. Metode penjadwalan tradisional seringkali kurang memadai dalam memperhitungan variabilitas ini. PERT, dengan pendekatan probabilistiknya yang mempertimbangkan tiga estimasi waktu, waktu optimis (a), waktu paling mungkin atau *most likely* (m), dan waktu pesimis (b) untuk setiap aktivitas, memberikan gambaran durasi penyelesaian proyek yang lebih akurat. Proyek konstruksi modern, seperti pada Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu Cabang-Boulevard Manado, dihadapkan pada kompleksitas dan ketidakpastian tinggi. Keterlambatan dalam penyelesaian proyek dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan. Oleh karena itu, perencanaan dan pengendalian jadwal yang efektif menjadi krusial. Penelitian ini berfokus pada penerapan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) sebagai alat untuk menganalisis dan mengoptimalkan penjadwalan proyek tersebut, khususnya dalam menghadapi variabilitas durasi kegiatan yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti cuaca, produktivitas tenaga kerja, dan perubahan desain.

Kata Kunci: PERT, Proyek Konstruksi, Keterlambatan, Pengendalian

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam era globalisasi yang ditandai dengan perkembangan pesat di berbagai sektor, manajemen proyek menjadi aspek krusial untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan. Keterlambatan dalam penyelesaian proyek dapat menyebabkan kerugian yang signifikan, baik dari segi finansial maupun reputasi. Oleh karena itu, penting bagi para manajer proyek untuk memiliki alat dan metode yang efektif dalam merencanakan dan mengendalikan setiap aspek dari proyek yang mereka kelola.

Proyek konstruksi sering kali menghadapi ketidakpastian yang tinggi terkait durasi setiap kegiatan. Faktor-faktor seperti cuaca, produktivitas tenaga kerja, dan perubahan desain dapat mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Ketidakpastian ini menuntut adanya metode penjadwalan yang dapat mengakomodasi variabilitas tersebut. Salah satu metode yang dirancang untuk mengatasi ketidakpastian dalam penjadwalan proyek adalah *Project Evaluation and Review Technique* (PERT). Metode ini menggunakan pendekatan probabilistik dengan mempertimbangkan tiga estimasi waktu untuk setiap aktivitas: waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu paling mungkin (m). Dengan cara ini, metode PERT dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai durasi penyelesaian proyek.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana lintasan kritis yang ada pada pekerjaan Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu Cabang Boulevard Manado dan berapakah estimasi waktu pada Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu Cabang Boulevard Manado jika dilakukan evaluasi penjadwalan dengan menggunakan metode PERT.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi dan menganalisis jalur kritis dalam Proyek

Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu Cabang Boulevard Manado guna memahami dampaknya terhadap manajemen waktu dan pengendalian proyek serta dapat memberikan solusi untuk meminimalisir risiko keterlambatan dalam penyelesaian proyek, dan untuk menghitung estimasi waktu pelaksanaan setiap kegiatan dalam Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu Cabang Boulevard Manado menggunakan metode PERT sehingga dapat memperoleh gambaran estimasi waktu yang lebih akurat mengenai durasi setiap aktivitas.

Terdapat dua manfaat dalam penelitian ini yaitu untuk umum penelitian ini memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai pentingnya identifikasi jalur kritis dalam manajemen proyek konstruksi dan memberikan pemahaman tentang bagaimana cara menganalisis penjadwalan suatu proyek menggunakan metode PERT, dan untuk penulis dapat memperdalam pengetahuan tentang metode PERT dan aplikasinya dalam manajemen proyek serta dapat meningkatkan kemampuan dalam menyusun laporan penelitian yang sistematis dan berbasis data.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Konsep Manajemen Proyek

Manajemen proyek terdiri dari dua kata yang berbeda tetapi menjadi satu kesatuan pengertian yang utuh dan saling terkait. Secara umum manajemen merupakan seni dan proses dalam kerjasama antara individu, kelompok dan sumberdaya lainnya untuk mencapai tujuan organisasi dan menginterpretasikan pelaksanaan fungsi-fungsi atau aktivitas perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pengarahan (*directing*), pengkoordinasian (*coordinating*) dan pengendalian (*controlling*) (Melly et al., 2024).

2.2. Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek merupakan suatu sistem pengaturan yang memungkinkan segala sesuatu dalam proyek dapat berjalan secara optimal, sehingga terlaksana tepat waktu sesuai dengan jadwal proyek (*time schedule*) dan terkoordinasi dengan baik sehingga dapat menghasilkan konstruksi yang berkualitas sesuai rencana.

2.3. Penjadwalan Proyek

Menurut Iman Soeharto dalam (Fazis & Tugiah, 2022) Selain bentuk bangunannya, setiap proyek dikatakan mempunya tujuan tertentu, seperti membangun tempat tinggal, jembatan, atau fasilitas pabrik. Bisa juga merupakan produk hasil penelitian dan pengembangan. Dalam mencapai hal tersebut terdapat beberapa kendala yang harus dipenuhi yaitu besaran anggaran (biaya) yang dialokasikan, jadwal dan kualitas yang harus dipenuhi. Ketiga hal ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek dan seringkali menjadi tujuan proyek. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple limitation*).

Adapun beberapa metode dalam menghitung suatu penjadwalan waktu atau sering kita kenal dengan time schedule, antara lain: *Bar Chart* dan *Kurva S*, *Network Planning* (Jaringan Kerja), *Activity On Arrow* (AOA), *Critical Path Method* (CPM), dan *Precedence Diagram Method* (PDM).

2.4. Metode Project Evaluation and Review Technique (PERT)

Metode jaringan untuk penjadwalan proyek yang dikenal sebagai PERT ini untuk pertama kalinya dikembangkan pada tahun 1957 oleh kantor proyek khusus Angkatan Laut yang bekerja sama dengan Manajemen Booz, Allen dan Hamilton. Pada tahun 1958 oleh US Navy, PERT terus digunakan dalam Proyek Pengembangan *Polaris Missile System* dimana teknik ini mampu mereduksi waktu selama dua (2) tahun dalam pengembangan sistem senjata tersebut dan sejak itu mulai digunakan secara luas. Pada dasarnya metode PERT adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian kegiatan yang

digambarkan dalam bentuk jaringan kerja, sehingga dapat diketahui bagian-bagian kegiatan mana yang menunggu selesainya kegiatan lain (Eto et al., 2017).

Menurut Kristianti dalam (Tulandi et al., 2024) mengemukakan bahwa metode PERT dirancang untuk mengatasi masalah ketidakpastian yang tinggi terhadap durasi kegiatan proyek, dengan memakai pendekatan yang mengasumsikan bahwa suatu durasi kegiatan dipengaruhi oleh beberapa aspek sehingga diterapkan *range* yang didapatkan dari tiga dimensi waktu. Tiga dimensi tersebut adalah:

1. Waktu *optimistic* (a)

Waktu optimis merupakan waktu paling cepat atau waktu tersingkat untuk menyelesaikan pekerjaan, dengan mengasumsikan kegiatan tidak ada hambatan dan berjalan dengan mulus.

2. Waktu paling mungkin atau *most likely* (m)

Kurun waktu ini adalah waktu yang paling sering terjadi atau bisa disebut waktu yang berulang dengan kondisi yang hampir sama.

3. Waktu *pessimistic* (b)

Kurun waktu ini adalah waktu terlama untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan mengasumsikan adanya hambatan yang terjadi pada kegiatan tersebut.

3. METODE

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa *time schedule* (Kurva S) yang didapatkan dari pihak pelaksana. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah informasi yang diperoleh dari studi pustaka, termasuk buku, artikel jurnal, dan laporan penelitian terdahulu yang relevan, serta teori-teori yang mendukung penerapan metode PERT dalam manajemen proyek.

3.1 Umum

Penelitian ini dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard Manado.

Lokasi	: Jalan Piero Tendean
Kegiatan	: Mendirikan Bangunan Gedung Baru
Pemiliki	: PT. Astra Internasional, Tbk
Fungsi Bangunan	: Fungsi Usaha
Nama Bangunan	: Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard Manado
Luas Bangunan	: 3.118,83 m ²
Jumlah Lantai	: 2 Lantai



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2025)

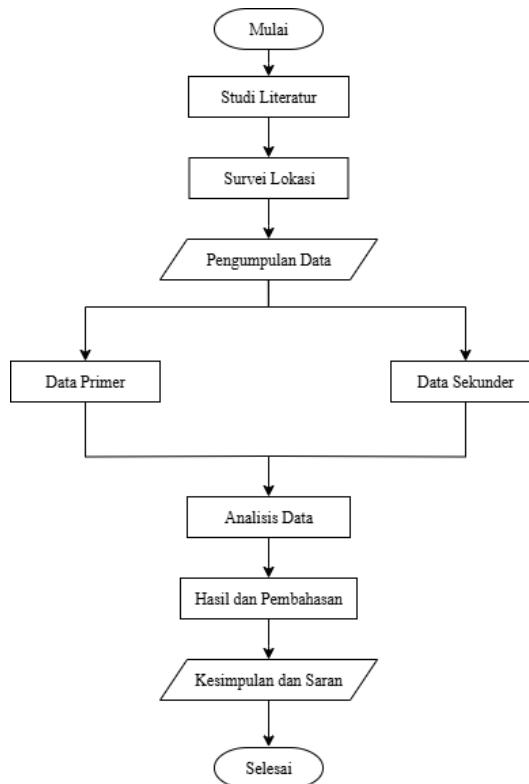
3.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif, dengan menggunakan variabel waktu pelaksanaan, yang meliputi:

1. Waktu *optimistic* (a)
2. Waktu paling mungkin atau *most likely* (m)
3. Waktu *pessimistic* (b)
4. *Time Expected* (te).

3.3 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai dengan gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Umum Proyek

Penelitian ini dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard Manado.

Nomor Kontrak	: PBG-717106-28062024-01
Lokasi	: Jalan Piere Tendean
Kegiatan	: Mendirikan Bangunan Gedung Baru
Pemilik	: PT. Astra Internasional. Tbk
Fungsi Bangunan	: Fungsi Usaha
Nama Bangunan	: Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard Manado
Luas Bangunan	: 3.118,83 m ²
Jumlah Lantai	: 2 Lantai
Penyedia Jasa Konstruksi	
Arsitek	: PT. ARSITEK ARUPADATU
No. Lisensi/SBU	: F.3.01.AR.M.02.2022.0014698
Kontraktor	: PT. EVANCEMERLANG ABADI
SIUJK/SBU	: 9120214152353
Pengawas/MK	: PT. ARSITEK ARUPADATU
SIUJK/SBU	: F.3.01.AR.M.02.2022.0014698

4.1.1. Kurva S

Dalam Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard ini, jenis *time schedule* yang digunakan oleh pihak pelaksana proyek adalah Kurva S. Berikut ini adalah *time schedule* (Kurva S) dari pihak pelaksana Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard Manado.

4.2. Analisis Penjadwalan dengan Metode Project Evaluation and Review Technique (PERT)

4.2.1. Uraian Pekerjaan dan Durasi Pekerjaan Optimistik (a), Most Likely (m) dan Pesimistik (b)

Untuk data durasi waktu paling mungkin atau *most likely time* (m) didapat dari Kurva S, sedangkan data durasi waktu optimistik (a) dan waktu pesimistik (b) diperoleh melalui wawancara dengan *Quality Control*. Adapun data-data yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1. Uraian Pekerjaan dan Durasi Pekerjaan Waktu Optimistik (a), Most Likely (m), dan Waktu Pesimistik (b)

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Durasi		
			Optimistik (a)	Most Likely (m)	Pesimistik (b)
1	Pekerjaan Persiapan 1	A1	1	2	3
2	Pekerjaan Persiapan 2	A2	1.8	2	3.5
3	Pekerjaan Persiapan 3	A3	1.8	2	3.5
4	Pekerjaan Additional	B	0.5	1	2
5	Pekerjaan Tanah	C	1.5	2	4
6	Perubahan Pondasi	D	1	2	3
7	Pekerjaan Galian dan Urugan	E	1.8	2	4.5
8	Pekerjaan Turap 1	F1	1.3	2	2.8
9	Pekerjaan Turap 2	F2	1.3	1	2.8
10	Pekerjaan Retaining Wall 1	G1	2	3	4
11	Pekerjaan Retaining Wall 2	G2	2	3	4
12	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	H	3	4	5
13	Pekerjaan Drainase 1	I1	2.3	3	4
14	Pekerjaan Drainase 2	I2	2.3	3	4
15	Pekerjaan Pos Jaga	J	0.8	1	1.5
16	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 1	K1	1	2	2.6
17	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 2	K2	1.8	2	2.6
18	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 3	K3	1	2	2.5
19	Pekerjaan Bekisting 1	L1	0.9	1	1.3
20	Pekerjaan Bekisting 2	L2	1	2	2.5

21	Pekerjaan Bekisting 3	L3	1	2	2.5
22	Pekerjaan Bekisting 4	L4	0.5	1	1.3
23	Pekerjaan Beton Bertulang 1	M1	1	2	2.5
24	Pekerjaan Beton Bertulang 2	M2	1	2	2.5
25	Pekerjaan Beton Bertulang 3	M3	1	2	2.5
26	Pekerjaan Lantai Kerja	N	0.5	1	3
27	Pekerjaan Arsitektur 1	O1	2	3	3.3
28	Pekerjaan Arsitektur 2	O2	1	2	3.3
29	Pekerjaan Arsitektur 3	O3	3.2	4	5.4
30	Pekerjaan MEP Bangunan Showroom 1	P1	1.7	2	3
31	Pekerjaan MEP Bangunan Showroom 2	P2	2.8	3	4
32	Pekerjaan Ramp Entrance	Q	1.5	2	3.5
33	Pekerjaan Jalan Paving	R	1.5	2	3
34	Pekerjaan Pedestrian	S	1	2	2.5
35	Pekerjaan Pagar Keliling 1	T1	1	2	2.5
36	Pekerjaan Pagar Keliling 2	T2	1	2	2.5
37	Pekerjaan Pagar Keliling 3	T3	3.3	4	4.3
38	Pekerjaan Konstruksi Baja 1	U1	1	2	2.5
39	Pekerjaan Konstruksi Baja 2	U2	2	3	3.5
40	Pekerjaan Konstruksi Baja 3	U3	2.5	3	3.5
41	Pekerjaan Canopy Motor	V	1.5	2	2.5
42	Pekerjaan Atap	W	1	2	2.5
43	Pekerjaan Waterproofing	X	0.5	1	1.5
44	Pekerjaan MEP Infrastruktur	Y	5	9	10

4.2.2. Analisis Durasi yang Diharapkan (Time Expected)

Setelah semua data telah didapatkan maka nilai expected time (TE) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$TE = \frac{a + 4m + b}{6}$$

dengan:

TE = waktu yang diharapkan

a = waktu optimistik

m = waktu paling mungkin atau most likely time

b = waktu pesimistik

Berikut ini adalah contoh perhitungan pada Pekerjaan Additional :

Diketahui:

Waktu Optimistik (a) = 0.5

Most Likely (m) = 1

Waktu Pesimistik (b) = 2

Maka waktu yang diharapkan (te) untuk pekerjaan ini adalah:

$$TE = \frac{0.5 + 4(1) + 2}{6} = 1.08$$

Berikut rekapitulasi perhitungan durasi yang diharapkan (TE) dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2. Rekapitulasi durasi yg diharapkan (TE) pada setiap pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Durasi			Time Expected (TE)
			Optimistik (a)	Most Likely (m)	Pesimistik (b)	
1	Pekerjaan Persiapan 1	A1	1	2	3	2.00
2	Pekerjaan Persiapan 2	A2	1.8	2	3.5	2.22
3	Pekerjaan Persiapan 3	A3	1.8	2	3.5	2.22
4	Pekerjaan Additional	B	0.5	1	2	1.08
5	Pekerjaan Tanah	C	1.5	2	4	2.25
6	Perubahan Pondasi	D	1	2	3	2.00
7	Pekerjaan Galian dan Urugan	E	1.8	2	4.5	2.38
8	Pekerjaan Turap 1	F1	1.3	2	2.8	2.02
9	Pekerjaan Turap 2	F2	1.3	1	2.8	1.35
10	Pekerjaan Retaining Wall 1	G1	2	3	4	3.0
11	Pekerjaan Retaining Wall 2	G2	2	3	4	3.0
12	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	H	3	4	5	4.00
13	Pekerjaan Drainase 1	I1	2.3	3	4	3.05
14	Pekerjaan Drainase 2	I2	2.3	3	4	3.05
15	Pekerjaan Pos Jaga	J	0.8	1	1.5	1.05
16	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 1	K1	1	2	2.6	1.93
17	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 2	K2	1.8	2	2.6	2.07
18	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 3	K3	1	2	2.5	1.92
19	Pekerjaan Bekisting 1	L1	0.9	1	1.3	1.03
20	Pekerjaan Bekisting 2	L2	1	2	2.5	1.92

21	Pekerjaan Bekisting 3	L3	1	2	2.5	1.92
22	Pekerjaan Bekisting 4	L4	0.5	1	1.3	0.97
23	Pekerjaan Beton Bertulang 1	M1	1	2	2.5	1.92
24	Pekerjaan Beton Bertulang 2	M2	1	2	2.5	1.92
25	Pekerjaan Beton Bertulang 3	M3	1	2	2.5	1.92
26	Pekerjaan Lantai Kerja	N	0.5	1	3	1.25
27	Pekerjaan Arsitektur 1	O1	2	3	3.3	2.88
28	Pekerjaan Arsitektur 2	O2	1	2	3.3	2.05
29	Pekerjaan Arsitektur 3	O3	3.2	4	5.4	4.10
30	Pekerjaan MEP Bangunan Showroom 1	P1	1.7	2	3	2.12
31	Pekerjaan MEP Bangunan Showroom 2	P2	2.8	3	4	3.13
32	Pekerjaan Ramp Entrance	Q	1.5	2	3.5	2.17
33	Pekerjaan Jalan Paving	R	1.5	2	3	2.08
34	Pekerjaan Pedestrian	S	1	2	2.5	1.92
35	Pekerjaan Pagar Keliling 1	T1	1	2	2.5	1.92
36	Pekerjaan Pagar Keliling 2	T2	1	2	2.5	1.92
37	Pekerjaan Pagar Keliling 3	T3	3.3	4	4.3	3.93
38	Pekerjaan Konstruksi Baja 1	U1	1	2	2.5	1.92
39	Pekerjaan Konstruksi Baja 2	U2	2	3	3.5	2.92
40	Pekerjaan Konstruksi Baja 3	U3	2.5	3	3.5	3.00
41	Pekerjaan Canopy Motor	V	1.5	2	2.5	2.00
42	Pekerjaan Atap	W	1	2	2.5	1.92
43	Pekerjaan Waterproofing	X	0.5	1	1.5	1.00
44	Pekerjaan MEP Infrastruktur	Y	5	9	10	8.50

4.2.3. Identifikasi Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan

Identifikasi hubungan ketergantungan antar kegiatan adalah langkah penting dalam perencanaan suatu proyek. Ketergantungan ini menunjukkan bagaimana satu kegiatan bergantung pada penyelesaian kegiatan lain sebelum kegiatan tersebut dapat dimulai. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3. Kode Kegiatan/Simbol dan Hubungan Ketergantungan.

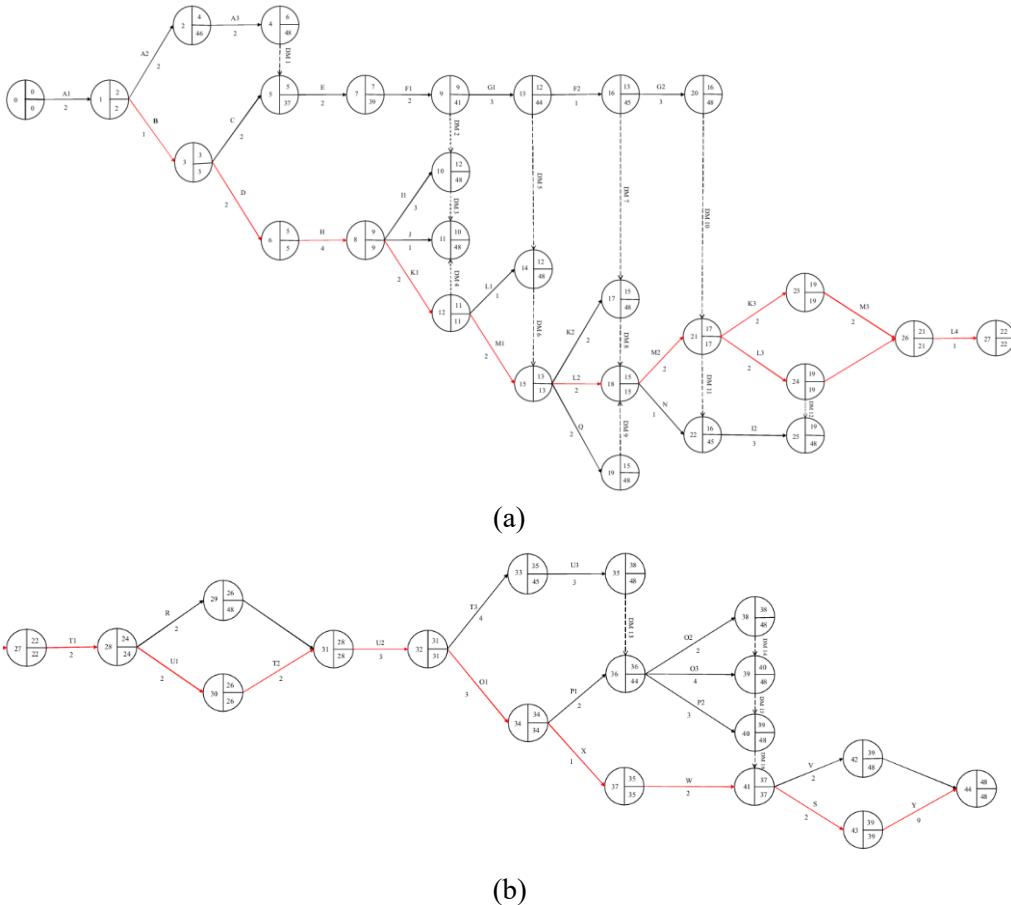
Tabel 3. Kode Kegiatan/Simbol dan Hubungan Ketergantungan

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Pendahulu
1	Pekerjaan Persiapan 1	A1	-
2	Pekerjaan Persiapan 2	A2	A1
3	Pekerjaan Persiapan 3	A3	A2
4	Pekerjaan Additional	B	A1
5	Pekerjaan Tanah	C	B
6	Perubahan Pondasi	D	B
7	Pekerjaan Galian dan Urugan	E	C
8	Pekerjaan Turap 1	F1	E
9	Pekerjaan Turap 2	F2	G1
10	Pekerjaan Retaining Wall 1	G1	F1
11	Pekerjaan Retaining Wall 2	G2	F2
12	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	H	D
13	Pekerjaan Drainase 1	I1	H
14	Pekerjaan Drainase 2	I2	N
15	Pekerjaan Pos Jaga	J	H
16	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 1	K1	H
17	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 2	K2	M1
18	Pekerjaan Pembesian/Tulangan 3	K3	M2
19	Pekerjaan Bekisting 1	L1	K1
20	Pekerjaan Bekisting 2	L2	M1
21	Pekerjaan Bekisting 3	L3	M2
22	Pekerjaan Bekisting 4	L4	M3
23	Pekerjaan Beton Bertulang 1	M1	K1
24	Pekerjaan Beton Bertulang 2	M2	L2
25	Pekerjaan Beton Bertulang 3	M3	L3, K3
26	Pekerjaan Lantai Kerja	N	L2
27	Pekerjaan Arsitektur 1	O1	U2
28	Pekerjaan Arsitektur 2	O2	P1
29	Pekerjaan Arsitektur 3	O3	P1
30	Pekerjaan MEP Bangunan Showroom 1	P1	O1

31	Pekerjaan MEP Bangunan Showroom 2	P2	P1
32	Pekerjaan Ramp Entrance	Q	M1
33	Pekerjaan Jalan Paving	R	T1
34	Pekerjaan Pedestrian	S	W
35	Pekerjaan Pagar Keliling 1	T1	L4
36	Pekerjaan Pagar Keliling 2	T2	U1, R1
37	Pekerjaan Pagar Keliling 3	T3	U2
38	Pekerjaan Konstruksi Baja 1	U1	T1
39	Pekerjaan Konstruksi Baja 2	U2	T2
40	Pekerjaan Konstruksi Baja 3	U3	T3
41	Pekerjaan Canopy Motor	V	W
42	Pekerjaan Atap	W	X
43	Pekerjaan Waterproofing	X	O1
44	Pekerjaan MEP Infrastruktur	Y	S

4.2.4. Diagram Jaringan Kerja

Diagram jaringan kerja merupakan visualisasi jadwal proyek untuk menggambarkan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Berdasarkan uraian diatas, diagram jaringan kerja dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Jaringan Kerja

4.2.5. Analisis Jalur Kritis

Aktivitas kritis memiliki nilai Slack = 0 yang berarti aktivitas tersebut tidak memiliki waktu bebas. Aktivitas kritis tersebut tidak dapat ditunda dan harus segera dilaksanakan setelah aktivitas sebelumnya dilakukan. Sehingga aktivitas kritis dapat menyelesaikan waktunya tanpa harus mengganggu atau memperlambat seluruh waktu proyek. Berikut ini adalah urutan jalur kritis berdasarkan diagram jaringan kerja Proyek Pembangunan Bengkel, Showroom dan Office PT. Astra Internasional, Tbk Daihatsu-Cabang Boulevard Manado.

Tabel 4. Analisis Kegiatan Kritis dan Tidak Kritis

Kode	Durasi (Minggu)	ES	EF	LS	LF	Total Float	KET
A1	2	0	2	0	2	0	KRITIS
A2	2	2	4	44	46	42	TIDAK KRITIS
A3	2	4	6	46	48	42	TIDAK KRITIS
B	1	2	3	2	3	0	KRITIS
C	2	3	5	35	37	32	TIDAK KRITIS
D	2	3	5	3	5	0	KRITIS
E	2	5	7	37	39	32	TIDAK KRITIS
F1	2	7	9	39	41	32	TIDAK KRITIS
F2	1	12	13	44	45	32	TIDAK KRITIS
G1	3	9	12	41	44	32	TIDAK KRITIS
G2	3	13	16	45	48	32	TIDAK KRITIS
H	4	5	9	5	9	0	KRITIS
I1	3	9	12	45	48	36	TIDAK KRITIS
I2	3	16	19	45	48	29	TIDAK KRITIS
J	1	9	10	47	48	38	TIDAK KRITIS
K1	2	9	11	9	11	0	KRITIS
K2	2	13	15	46	48	33	TIDAK KRITIS
K3	2	17	19	17	19	0	KRITIS
L1	1	11	12	47	48	36	TIDAK KRITIS
L2	2	13	15	13	15	0	KRITIS
L3	2	17	19	17	19	0	KRITIS
L4	1	21	22	21	22	0	KRITIS
M1	2	11	13	11	13	0	KRITIS
M2	2	15	17	15	17	0	KRITIS
M3	2	19	21	19	21	0	KRITIS
N	1	15	16	44	45	29	TIDAK KRITIS
O1	3	31	34	31	34	0	KRITIS
O2	2	36	38	46	48	10	TIDAK KRITIS
O3	4	36	43	44	48	8	TIDAK KRITIS
P1	2	34	36	42	44	8	TIDAK KRITIS
P2	3	36	42	45	48	9	TIDAK KRITIS
Q	2	13	15	46	48	33	TIDAK KRITIS
R	2	24	26	46	48	22	TIDAK KRITIS
S	2	37	39	37	39	0	KRITIS
T1	2	22	24	22	24	0	KRITIS
T2	2	26	28	26	28	0	KRITIS
T3	4	31	35	41	45	10	TIDAK KRITIS
U1	2	24	26	24	26	0	KRITIS
U2	3	28	31	28	31	0	KRITIS
U3	3	35	38	45	48	10	TIDAK KRITIS
V	2	37	39	46	48	9	TIDAK KRITIS
W	2	35	37	35	37	0	KRITIS
X	1	34	35	34	35	0	KRITIS
Y	9	39	48	39	48	0	KRITIS

4.3. Analisis Standar Deviasi, Varians Kegiatan dan Probabilitas Target Proyek

Analisis standar deviasi, varians kegiatan dan probabilitas target proyek sangat terkait dengan metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) karena berfungsi untuk mengukur ketidakpastian dalam durasi kegiatan. Keduanya membantu dalam menentukan probabilitas penyelesaian proyek sesuai target waktu yang diharapkan.

4.3.1. Perhitungan Nilai Standar Deviasi (S)

Dalam metode PERT, standar deviasi digunakan untuk mengukur seberapa besar variasi atau ketidakpastian dalam estimasi waktu penyelesaian suatu kegiatan/aktivitas dari nilai rata-ratanya *expected time* (e). Rumus yang digunakan:

$$S = \frac{b - a}{6}$$

dengan:

S = Standar deviasi

a = waktu optimistik

b = waktu pesimistik

Berikut ini contoh perhitungan standar deviasi pada Pekerjaan Persiapan 1:

Diketahui:

Waktu Optimistik (a) = 1 minggu

Waktu Pesimistik (b) = 3 minggu

Penyelesaian:

$$S = \frac{b - a}{6}$$

$$S = \frac{3 - 1}{6}$$

$$S = 0.33$$

4.3.2. Perhitungan Nilai Varians Kegiatan ($V(te)$)

Konsep ini digunakan untuk mengevaluasi risiko dan kemungkinan penyimpangan dari waktu yang diharapkan. Varians kegiatan juga adalah ukuran kuadrat dari standar deviasi, menggambarkan seberapa besar penyimpangan data dari rata-rata secara kuadrat. Varians kegiatan dihitung menggunakan rumus:

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

dengan:

V = Varians kegiatan

a = waktu optimistik

b = waktu pesimistik

Berikut ini adalah contoh perhitungan varians kegiatan pada Pekerjaan Persiapan 1:

$$V(te) = S^2 = [(b-a)/6]^2$$

$$V(te) = 0.33^2 = [(3-1)/6]^2$$

$$= 0.11 \text{ minggu}$$

Berikut ini adalah nilai standar deviasi (S) dan nilai varians kegiatan ($V(te)$) dari kegiatan jalur kritis.

Tabel 5. Nilai Standar Deviasi (S) dan Nilai Varians Kegiatan ($V(te)$) dari Kegiatan Jalur Kritis

Kode	Deviasi Standar Kegiatan (S)	Varians Kegiatan (V)
A1	0.33	0.11
B	0.25	0.06
D	0.33	0.11
H	0.33	0.11
K1	0.27	0.07
K3	0.25	0.06
L2	0.25	0.06
L3	0.25	0.06
L4	0.13	0.02
M1	0.25	0.06
M2	0.25	0.06
M3	0.25	0.06
O1	0.22	0.05
S	0.25	0.06
T1	0.25	0.06
T2	0.25	0.06
U1	0.25	0.06
U2	0.25	0.06
W	0.25	0.06
X	0.17	0.03
Y	0.83	0.69

4.3.3. Perhitungan Probabilitas Target Pelaksanaan Proyek

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

$$Deviasi (z) = \frac{T(d) - Te}{S}$$

Dengan:

Target waktu penyelesaian $T(d)$ = 48 minggu

Waktu yang diharapkan (te) = 48.37 minggu

Varians jalur kritis (V) = 1.89 minggu

Deviasi standar (S) = \sqrt{V}

$$\begin{aligned} Deviasi (z) &= \frac{T(d) - te}{S} \\ Deviasi (z) &= \frac{48 - 48.37}{1.37} \\ Deviasi (z) &= -0.27 \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk mencari probabilitas dari nilai $z = -0.27$ dapat dilihat pada tabel distribusi normal kumulatif z. Pada tabel tersebut menunjukkan probabilitas dari $z = -0.27$ adalah 0.3936, angka probabilitas tersebut menunjukkan bahwa terdapat peluang sebesar 39.36% untuk menyelesaikan target pelaksanaan proyek selama 48 minggu.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan analisis, didapat jalur kritis yang terdiri dari beberapa pekerjaan, yaitu: Pekerjaan Persiapan 1 (A1), Pekerjaan Additional (B), Perubahan Pondasi (D), Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang (H), Pekerjaan Pembesian/Tulangan 1 (K1), Pekerjaan Pembesian/Tulangan 3 (K3), Pekerjaan Bekisting 2 (L2), Pekerjaan Bekisting 3 (L3), Pekerjaan Bekisting 4 (L4), Pekerjaan Beton Bertulang 1 (M1), Pekerjaan Beton Bertulang 2 (M2), Pekerjaan Beton Bertulang 3 (M3), Pekerjaan Arsitektur 1 (O1), Pekerjaan Pedestrian (S), Pekerjaan Pagar Keliling 1 (T1), Pekerjaan Pagar Keliling 2 (T2), Pekerjaan Konstruksi Baja 1 (U1), Pekerjaan Konstruksi Baja 2 (U2), Pekerjaan Atap (W), Pekerjaan Waterproofing (X) dan Pekerjaan MEP Infrastruktur (Y).
2. Setelah melakukan analisis penjadwalan proyek menggunakan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT), dihasilkan durasi total proyek 48.37 minggu dengan probabilitas sebesar 50%.

5.2 Saran

1. Penelitian lain selanjutnya dapat dilakukan dengan metode lain agar dapat dibandingkan dengan metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT).
2. Untuk meningkatkan probabilitas pencapaian target durasi proyek, diperlukan peningkatan akurasi dalam estimasi waktu, hal ini dapat dicapai dengan menggunakan data historis dari proyek sejenis dan melakukan wawancara dengan ahli atau pihak yang berpengalaman untuk membuat estimasi waktu optimistik (a), *most likely* (m), dan waktu pesimistik (b) lebih realistik.
3. Apabila dalam pelaksanaan proyek terjadi keterlambatan, maka sebaiknya dilakukan perhitungan percepatan durasi dengan alternatif penambahan jam kerja lembur, penambahan tenaga kerja, dan inovasi metode pelaksanaan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis sehingga durasi pekerjaan menjadi lebih cepat.
4. Setelah kegiatan proyek ada baiknya kontraktor harus mengevaluasi kegiatan proyek sebelumnya untuk memperbaiki dan dapat menjadi bahan acuan dalam penggeraan proyek selanjutnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Butarbutar, S., Sumanti, F. P. Y., Dundu, A. K. T., & Belakang, L. (2025). Penjadwalan Waktu Pembangunan Pabrik COrn, Lolak, Bolaang Mongondow Dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method). *Tekno*, 23(91), 361–372.
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi Edisi - Revisi. In *Manajemen Proyek*

- Konstruksi-Edisi Revisi.
http://katalog.kemdikbud.go.id/index.php?p=show_detail&id=91316
- Eto, A., Tuloli, M. Y., & Rachman, H. A. (2017). Perencanaan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Pert Pada Pekerjaan Pemeliharaan Berkala Jalan Sawah Besar. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 5(2), 221–229.
- Fahrezi, M. A. (2023). ANALISIS JALUR KRITIS PADA PENjadwalan PROYEK PEMBANGUNAN ATAP UTILITY HUB E-COMMERCE BOGOR DENGAN METODE CPM DAN PERT CRITICAL PATH ANALYSIS OF BOGOR UTILITY HUB E-COMMERCE ROOF DEVELOPMENT PROJECT SCHEDULING USING CPM AND PERT METHODS. 8(2), 95–102.
- Fazis, M., & Tugiah, T. (2022). Perencanaan Proyek dan Penjadwalan Proyek. *Jurnal Sosial Teknologi*, 2(12), 1365–1377. <https://doi.org/10.5918/jurnalsostech.v2i12.517>
- Hartati, G., Suryadi, D., & Maskur, A. (2023). Analisis Perencanaan Dan Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Sederhana Menggunakan Network Planning Di Desa Sukahurip Kecamatan Cisaga Kabupaten Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 10(01), 29–39. <https://doi.org/10.25157/jmt.v10i01.3322>
- Langkun, C. N. V. Mangare, J. B., Tjakra, J., & Belakang, L. (2025). Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Puskesmas Kakaskasen, Tomohon Dengan Menggunakan Metode PERT (Program Evaluation and Review Technique). 23(91), 1–12.
- Melly, S., Haryono, I., Mulyati, E., Setyawati, D., Yunus, A. I., Hidayanto, Saptadi, N. T. S., Rela, I. Z., & Tiawan. (2024). Manajemen Proyek. In 2024.
- Monica, V. A. (2013). Praktek Perencanaan dan Pengendalian Biaya Proyek pada Kontraktor di Nunukan Kalimantan Timur. *E-Jurnal Unoversitas Atma Jaya Yogyakarta*, 22.
- Ralahallo, F. N., Jaya, F. H., & Tukimun. (2024). Manajemen Proyek.
- Rani, H. A. (2016). Manajemen Proyek Konstruksi. https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi
- S, I. K. N. (2015). Rencana Waktu Yang Paling Mungkin Pada Proyek Konstruksi Dengan Bantuan Program @Risk. *Paduraksa*, 4(2), 13–21.
- Tulandi, G. P., Dundu, A. K. ., & Walangitan, D. R. . (2024). Analisis Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode Project Evaluation And Review Technique Pada Proyek Pembangunan Manado Outer Ringroad 3 Tahap III. *Tekno*, 22(88), 12.
- Yuwono, W., Kaukab, M. E., & Mahfud, Y. (2021). Kajian Metode PERT-CPM dan Pemanfaatannya dalam Manajemen Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek. *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology*, 4(2), 192–214. <https://doi.org/10.32500/jematech.v4i2.1925>