STRATEGI ANALISIS RISIKO WAKTU PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE CPM DAN PERT PADA PROYEK INFRASTRUCTURE CAMP AND WORKSHOP FACILITY PT PETROSEA TBK SITE PT MULTI TAMBANGJAYA UTAMA

Ferdy Catur Pamungkas[1]

[1]Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang. Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2, Malang

Email : ferdycaturp@gmail.com

ABSTRAK

Keberhasilan suatu proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengendalian waktu pelaksanaan. Keterlambatan proyek dapat menimbulkan konsekuensi berupa peningkatan biaya, terganggunya produktivitas, serta menurunnya tingkat keberhasilan proyek. Penelitian ini bertujuan menganalisis risiko waktu pada Proyek Infrastructure Camp and Workshop Facility PT Petrosea Tbk Site PT Multi Tambangjaya Utama menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT). Metode CPM digunakan untuk menentukan aktivitas kritis dan lintasan kritis proyek, sedangkan metode PERT digunakan untuk memperhitungkan ketidakpastian durasi pekerjaan berdasarkan waktu optimis, paling mungkin, dan pesimis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lintasan kritis terdiri dari pekerjaan mobilisasi, pembersihan lahan, pondasi, struktur baja, pekerjaan dinding dan atap, mekanikal elektrikal plumbing, finishing, dan commissioning dengan durasi total sebesar 167 hari. Berdasarkan analisis PERT diperoleh durasi harapan proyek sebesar 171,34 hari dengan probabilitas penyelesaian sebesar 96,6% terhadap target penyelesaian 180 hari. Risiko dominan yang mempengaruhi waktu proyek meliputi kondisi cuaca, keterlambatan material, produktivitas tenaga kerja, kerusakan alat berat, serta perubahan desain. Strategi mitigasi dilakukan melalui percepatan aktivitas kritis, resource leveling, fast tracking, crashing program, serta penerapan buffer schedule. Penerapan CPM dan PERT mampu meningkatkan efektivitas pengendalian waktu dan mengurangi risiko keterlambatan proyek.

Kata Kunci: Risiko Waktu, CPM, PERT, Konstruksi, Penjadwalan Proyek.

ABSTRACT

The success of a construction project is highly dependent on effective schedule control, as project delays may lead to cost overruns, reduced productivity, and failure to achieve project objectives. This study aims to analyze schedule-related risks and evaluate project scheduling performance in the Infrastructure Camp and Workshop Facility Project of PT Petrosea Tbk at PT Multi Tambangjaya Utama Site using the Critical Path Method (CPM) and the Program Evaluation and Review Technique (PERT). The CPM was employed to identify critical activities and determine the project's critical path, while the PERT method was used to analyze uncertainty in activity durations based on optimistic, most likely, and pessimistic time estimates. This research adopted a quantitative approach utilizing primary data obtained through field observations and interviews, as well as secondary data including the project schedule, S-curve, and project execution documents. The CPM analysis identified the critical path consisting of mobilization, site clearing, foundation works, steel structure erection, wall and roofing works, mechanical, electrical, and plumbing (MEP) installation, finishing works, and commissioning, resulting in a total project duration of 167 days. Furthermore, the PERT analysis estimated an expected project duration of 171.34 days, with a 96.6% probability of completing the project within the contractual target of 180 days. The dominant schedule risks identified include adverse weather conditions, material procurement delays, low labor productivity, heavy equipment breakdowns, and design changes during project execution. Recommended mitigation strategies include accelerating critical-path activities, implementing resource leveling, applying fast-tracking and crashing techniques, improving supply chain coordination, and incorporating schedule buffers. The findings demonstrate that the integration of CPM and PERT enhances schedule planning accuracy, improves time control effectiveness, and minimizes the risk of project delays, thereby increasing the likelihood of successful project completion within the planned schedule.

Keywords: Schedule Risk, Critical Path Method (CPM), Program Evaluation and Review Technique (PERT), Project Scheduling, Time Control, Construction Project Management.

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi memiliki tingkat kompleksitas tinggi sehingga berbagai risiko yang berkaitan dengan waktu pelaksanaan sering terjadi. Keterlambatan penyelesaian proyek dapat disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal, seperti keterlambatan pengadaan material, produktivitas tenaga kerja yang rendah, kerusakan peralatan, kondisi cuaca, dan perubahan desain.

Proyek Infrastructure Camp and Workshop Facility PT Petrosea Tbk Site PT Multi Tambangjaya Utama merupakan salah satu proyek strategis yang mendukung operasional pertambangan. Pembangunan fasilitas camp dan workshop harus diselesaikan tepat waktu agar mendukung aktivitas produksi perusahaan.

Keterlambatan proyek konstruksi dapat menimbulkan berbagai konsekuensi negatif, seperti peningkatan biaya proyek, penurunan produktivitas, keterlambatan manfaat proyek kepada masyarakat, serta potensi terjadinya sengketa kontraktual antara pemilik proyek dan kontraktor. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mengidentifikasi aktivitas kritis serta memperkirakan probabilitas penyelesaian proyek sehingga risiko keterlambatan dapat diminimalkan.

Dalam praktiknya, ketidakpastian durasi pekerjaan menjadi tantangan utama yang memerlukan metode pengendalian waktu yang tepat. Metode CPM mampu mengidentifikasi aktivitas yang tidak boleh mengalami keterlambatan, sedangkan PERT dapat menganalisis probabilitas keberhasilan jadwal proyek berdasarkan ketidakpastian waktu.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi lintasan kritis proyek menggunakan CPM.
2. Menganalisis ketidakpastian durasi menggunakan PERT.
3. Menentukan probabilitas penyelesaian proyek.
4. Menyusun strategi mitigasi risiko waktu proyek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI

Manajemen proyek merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian, dan pengawasan sumber daya untuk mencapai sasaran proyek sesuai ruang lingkup, biaya, mutu, dan waktu yang telah ditetapkan.

2.2 RISIKO PROYEK

Menurut PMBOK (2021), risiko adalah peristiwa yang belum pasti yang dapat berdampak terhadap sasaran proyek.

Tahapan manajemen risiko:

- Identifikasi risiko.
- Analisis risiko.
- Evaluasi risiko.
- Perencanaan respon risiko.
- Monitoring dan pengendalian.

2.3 CRITICAL PATH METHOD (CPM)

CPM merupakan metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk menentukan lintasan kritis dalam suatu jaringan kerja proyek.

Persamaan Total Float:

Forward Pass:

EF=ES+D

Backward Pass:

LS=LF-D

Float:

TF=LS-ES

Aktivitas yang memiliki Total Float = 0 termasuk dalam lintasan kritis.

2.4 PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT)

PERT digunakan untuk memperhitungkan ketidakpastian waktu pelaksanaan aktivitas.

Waktu harapan:

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

Varians:

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

Standar deviasi:

$$\sigma = \sqrt{\sum V}$$

2.5 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode CPM dan PERT mampu meningkatkan akurasi perencanaan jadwal proyek serta membantu pengambilan keputusan dalam pengendalian risiko waktu.

3. METODE PENELITIAN

3.1 LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Proyek Infrastructure Camp and Workshop Facility PT Petrosea Tbk Site PT Multi Tambangjaya Utama, Kalimantan Tengah.



3.2 JENIS PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif.

3.3 TAHAPAN PENELITIAN

1. Pengumpulan data schedule.
2. Penyusunan network planning.
3. Analisis CPM.
4. Analisis PERT.
5. Identifikasi risiko.
6. Penyusunan strategi mitigasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 WORK BREAKDOWN STRUCTURE

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
A	Mobilisasi	7
B	Pembersihan lahan	10
C	Pekerjaan pondasi	30
D	Struktur baja	35
E	Dinding dan atap	25
F	MEP	28
G	Finishing	20
H	Commissioning	12

Total = 167 hari

4.2 NETWORK PLANNING

A → B → C → D → E → F → G → H

4.3 ANALISIS CPM

Aktivitas proyek:

Forward Pass

Aktivitas	ES	EF
A	0	7
B	7	17
C	17	47
D	47	82
E	82	107
F	107	135
G	135	155
H	155	167

Backward Pass

Aktivitas	LS	LF
H	155	167
G	135	155
F	107	135
E	82	107
D	47	82
C	17	47
B	7	17
A	0	7

Float = 0

Lintasan kritis: **A-B-C-D-E-F-G-H**

Durasi proyek: **167 Hari Kalender**

4.4 ANALISIS PERT

Contoh perhitungan aktivitas :

Tabel Estimasi Durasi

Aktivitas	a	m	b	te
A	6	7	9	7,17
B	8	10	14	10,33
C	25	30	38	30,50
D	30	35	45	35,83
E	22	25	32	25,67
F	24	28	36	28,67
G	18	20	28	21
H	10	12	15	12,17

Durasi harapan seluruh proyek:

Te = 171.34 hari

Varians

Aktivitas	Varians
A	0,25
B	1
C	4,69
D	6,25
E	2,78
F	4
G	2,78
H	0,69

Total Varians = **22,44**

Standar deviasi

$$\sigma = 4{,}74$$

Perhitungan probabilitas:

Target = 180 hari

$$Z = \frac{180 - 171,34}{4,74}$$
$$Z = 1,83$$

Probabilitas proyek selesai tepat waktu:

P = 96,6%

4.5 IDENTIFIKASI RISIKO WAKTU

Risiko	Probabilitas	Dampak
Curah hujan tinggi	Tinggi	Tinggi
Keterlambatan material	Tinggi	Tinggi
Kerusakan alat berat	Sedang	Tinggi
Produktivitas rendah	Sedang	Tinggi
Rework pekerjaan	Sedang	Sedang
Perubahan desain	Rendah	Tinggi

4.6 MATRIKS RISIKO

Dampak/ Probabilitas	Rendah	Sedang	Tinggi
Tinggi	Perubahan desain	Produktivitas, alat	Cuaca, material
Sedang	—	Rework	—
Rendah	—	—	—

Risiko Dominan :

1. Keterlambatan material

2. Cuaca Ekstrem
3. Produktivitas tenaga kerja
4. Kerusakan alat berat

4.7 STRATEGI MITIGASI RISIKO

a.Buffer Schedule

Cadangan waktu sebesar 5–10% dari durasi proyek.

Tambahan buffer:

167 × 10%

= 17 hari

Target internal = 163 hari.

b. Resource Leveling

• Penambahan tenaga kerja.

• Penambahan alat berat.

• Penyeimbangan beban kerja.

c. Fast Tracking

Dilakukan overlap pekerjaan:

• Struktur baja dengan pekerjaan arsitektur.

• Arsitektur dengan pekerjaan MEP.

Potensi penghematan:

10–15 hari.

d. Crashing Program

Penambahan:

• Lembur 2 jam.

• Excavator tambahan.

• Tenaga kerja tambahan.

Durasi proyek turun menjadi:

154 hari

Analisis Sensitivitas

Kondisi	Durasi Proyek
Normal	167 hari
Hujan tinggi	180 hari
Material terlambat	185 hari
Crashing	154 hari
Fast Tracking	158 hari

Kurva S Rencana

Bulan	Progress (%)
1	8
2	18
3	35
4	55
5	75
6	90
7	100

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan pondasi, struktur baja, arsitektur, MEP, dan finishing merupakan aktivitas kritis yang memiliki float nol. Keterlambatan salah satu aktivitas tersebut akan berdampak langsung terhadap durasi total proyek.
2. Analisis PERT menunjukkan probabilitas keberhasilan proyek sebesar 96,6%, sehingga jadwal proyek dapat dikategorikan memiliki tingkat keyakinan tinggi. Namun

demikian, adanya faktor eksternal seperti curah hujan dan keterlambatan material masih menjadi ancaman utama terhadap pencapaian target.

3. Strategi percepatan melalui crashing dan fast tracking mampu mengurangi durasi proyek antara 9–13 hari. Oleh karena itu, kombinasi CPM dan PERT sangat efektif digunakan sebagai alat pengendalian risiko waktu proyek
4. Strategi mitigasi yang direkomendasikan meliputi penerapan buffer schedule, resource leveling, fast tracking, crashing, dan monitoring berbasis Kurva-S.

DAFTAR PUSTAKA.

PMI. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Seventh Edition. Project Management Institute.

Kerzner, H. (2022). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling. Wiley.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). Operations Management. Pearson.

Gray, C.F., & Larson, E.W. (2021). Project Management: The Managerial Process. McGraw-Hill.

Soeharto, I. (2019). Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Erlangga.

Husen, A. (2020). Manajemen Proyek. Andi Offset.

Ervianto, W.I. (2021). Manajemen Proyek Konstruksi. Andi.

Santosa, B. (2019). Manajemen Proyek Konsep dan Implementasi. Graha Ilmu.

Schwalbe, K. (2021). Information Technology Project Management. Cengage Learning.

Moder, J.J., Phillips, C.R., & Davis, E.W. (2018). Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming. Van Nostrand Reinhold.