



**OPTIMASI WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR
GEDUNG DAN LABORATORIUM DENGAN METODE PERT DAN CPM**

Ajuj Khadlél Zamzami¹, Wachid Hasyim^{2*}, Nono Suhana³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu

*wachidhasyim@unwir.ac.id

ABSTRACT

A project is a business activity to achieve the final goal with all existing limitations such as time, quality, and cost. This study aims to optimize the construction project schedule using the Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT) methods to determine the work network, critical activities, critical paths, and analyze the optimal duration and cost. A case study was conducted on the Power House Construction Project using secondary data from the field. Based on data sourced from the field, it is known that the normal duration of the project was completed in 98 days with a total cost of Rp1,618,398,310. based on the results of the analysis and optimization activities carried out using the CPM and PERT methods, the results were in the form of critical paths for activities P1, P2, P61, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P73, P74. Furthermore, acceleration planning was carried out so that the time was accelerated to 84 days. The acceleration duration has a probability value of 62.5% for the completion of the project for 84 days and with the addition of a total cost of Rp1,621,197,326.

Keywords: Construction Project, CPM, PERT, Critical Path, Duration Acceleration

ABSTRAK

Proyek merupakan suatu kegiatan usaha untuk mencapai tujuan akhir dengan segala batasan yang ada seperti waktu, kualitas, dan biaya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi jadwal proyek konstruksi menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)* dan *Program Evaluation and Review Technique (PERT)* untuk menentukan jaringan kerja, kegiatan kritis, jalur kritis, dan menganalisis durasi maupun biaya yang optimal. Studi kasus dilakukan pada Proyek Pembangunan *Power House* menggunakan data sekunder dari lapangan. Berdasarkan data yang bersumber dari lapangan, diketahui bahwa durasi normal pada proyek tersebut diselesaikan selama 98 hari dengan total biaya sebesar Rp Rp1.618.398.310. berdasarkan hasil analisis dan kegiatan optimasi yang dilakukan menggunakan metode CPM dan PERT memberikan hasil berupa jalur kritis pada kegiatan P1, P2, P61, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P73, P74. Selanjutnya, perencanaan percepatan dilakukan sehingga menghasilkan waktu yang dipercepat hingga 84 hari. Durasi percepatan memiliki nilai probabilitas 62,5% untuk penyelesaian proyek tersebut selama 84 hari serta dengan penambahan total biaya menjadi Rp1.621.197.326.

Kata Kunci: Proyek konstruksi, CPM, PERT, Jalur Kritis, Durasi Percepatan

1. PENDAHULUAN

Keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor. Penjadwalan secara umum, dapat diartikan sebagai penerjemah suatu rencana kegiatan proyek kedalam suatu jadwal kerja yang menunjukkan urutan pelaksanaan berbagai kegiatan serta waktu dimulai dan diakhirinya setiap kegiatan yang bersangkutan.

Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan akan dapat ditepati. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek. Selain ketepatan perkiraan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan perencanaan suatu proyek.



Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat situasi di proyek, perubahan desain, pengaruh cuaca, dan kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, dan kesalahan perencanaan atau spesifikasi. Keterlambatan pengerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya.

Manajemen proyek yang baik diperlukan untuk memenuhi efisiensi dan efektifitas dalam kerja. Manajemen proyek adalah proses dimana individu, sebagai bagian dari organisasi yang berpartisipasi dalam memelihara, mengembangkan, mengendalikan dan menjalankan program yang semuanya selaras dengan tujuan yang ditetapkan dan berlangsung terus menerus seiring dengan berjalannya waktu.

Pada penelitian ini penulis akan membahas mengenai optimasi waktu dalam pembangunan infrastruktur gedung dan laboratorium kampus, untuk melanjutkan pembangunan pekerjaan struktur saja. Pendekatan atau metode, yaitu: CPM dan PERT. Dengan menggunakan teknik CPM jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. Disamping teknik CPM dapat juga menggunakan teknik PERT.

Critical Path Method (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) banyak digunakan untuk mengoptimalkan jadwal proyek dan alokasi sumber daya. Metode-metode ini membantu mengidentifikasi aktivitas-aktivitas kritis, memperkirakan durasi proyek, dan menghitung probabilitas penyelesaian proyek dalam jangka waktu tertentu [1] [2]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa CPM dapat mempercepat waktu penyelesaian proyek dibandingkan dengan PERT, dengan satu kasus menunjukkan pengurangan durasi proyek hingga 34% [3]. Kedua metode ini juga dapat digunakan untuk menganalisis skenario percepatan proyek, yang berpotensi mengurangi durasi proyek dengan mempertimbangkan implikasi biaya [4]. Penerapan teknik ini telah menghasilkan peningkatan efisiensi proyek, dengan penghematan biaya yang dilaporkan hingga 1,22% dan peningkatan probabilitas keberhasilan proyek hingga 98,42% [1], [4]. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi jadwal kegiatan proyek menggunakan metode CPM dan PERT. Manfaat yang diharapkan berupa signifikansi metode optimasi jadwal proyek konstruksi yang lebih akurat dan mendekati faktual.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dimana variabel-variabel yang mempengaruhi penjadwalan proyek konstruksi dibahas untuk mencapai tujuan dari penelitian. Beberapa analisis dan perhitungan yang dilakukan berupa penentuan waktu kegiatan proyek, diagram jaringan (*network diagram*), jalur kritis, varian biaya, dan *cost slope*.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari proyek konstruksi power house gedung di daerah Bandung. Proyek tersebut direncanakan selama 98 hari dengan total biaya pembangunan mencapai Rp1.618.398.310.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan analisis waktu menggunakan PERT dan CPM yang dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Project 2019*. Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling akurat. Pendekatan yang dilakukan pada metode PERT yaitu dilakukan dengan pertimbangan unsur *probability*.

Dasar perhitungan pada analisis PERT dilakukan berulang kali, maka *actual time* akan membentuk distribusi beta dimana *optimistic duration* (waktu optimis) dan *pessimistic duration* (waktu pesimis) merupakan buntut (*tail*), sedangkan *most likely duration* (waktu realistik) adalah mode dari distribusi beta tersebut.

Selanjutnya, pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* (*te*) dihitung dengan persamaan berikut.[5], [6], [7]



$$T_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

Keterangan:

T_e = *expected duration*

a = waktu optimis

m = waktu realistis

b = waktu pesimis

Dengan menggunakan konsep T_e , maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku *slack* = 0 [8]. Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b , dirumuskan seperti berikut: [5], [9]

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

Dimana,

σ = Standar deviasi

b = Waktu optimis

a = Waktu pesimis

Untuk varian kegiatan dapat dirumuskan seperti berikut: [5], [9], [7]

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{6} \quad (3)$$

Keterangan:

σ^2 = varians kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk mengetahui kemungkinan pencapaian target maka penjadwalan dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (T_e) dengan target $T(d)$ yang dinyatakan dengan persamaan berikut. [5], [6], [9]

$$Z = \frac{T(d)-T_e}{s} \quad (4)$$

Z = angka kemungkinan mencapai target

$T(d)$ = target jadwal

T_e = jumlah Waktu Kegiatan Kritis

S = simpangan baku kegiatan

Angka Z merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z .

Cost slope

Kemiringan biaya dapat dihitung dengan persamaan berikut. [6] [10]

$$CS = \frac{B'-B}{D-D'} \quad (5)$$

Dimana

B = biaya normal

B' = biaya hasil percepatan

D = durasi normal

D' = durasi hasil percepatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Waktu Kegiatan Proyek

Waktu kegiatan proyek yang dimaksud adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan. Penentuan waktu ini dapat membantu menekan tingkat ketidakpastian dalam pelaksanaan kegiatan proyek [11] [12]. Selain itu, penentuan waktu ini dapat membantu para manajer untuk mengawasi jalannya proyek agar sesuai dengan waktu yang telah dijadwalkan dalam sebuah *network planning* (jaringan kerja).

Metode PERT menggunakan 3 estimasi waktu yaitu : waktu optimis, waktu normal, dan waktu pesimis [13]



[14]. Secara umum, kegiatan yang akan dicari nilai-nilai optimis dan pesimis dapat dihitung berdasarkan standar waktu menggunakan persamaan 2. Adapun estimasi durasi pekerjaan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Durasi Normal Pekerjaan

Simbol	Unit	Volume	Koefisien	Estimasi Pekerja	Estimasi Durasi Pekerjaan	Pembulatan
P3	m ³	4.891275	0.2500	1	1.2228	1

Selanjutnya dihitung durasi rata-rata harapan atau *expected return* (T_e), berdasarkan standar waktu dari masing-masing kegiatan. Selanjutnya nilai *expected return* atau ekspektasi waktu harapan (T_e) dari masing-masing kegiatan dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai rata-rata waktu yang diharapkan (T_e) dalam lintasan kritis adalah sebesar $28,23 + 21,18 + 1,01 + 2,02 + 5,04 + 1,01 + 1,01 + 2,02 + 2,02 + 6,05 + 13,11 + 1,01 = 83,69$ hari.

Diagram Network (Jaringan Kerja)

Penggambaran diagram *network* dilakukan setelah hubungan keterkaitan dan waktu antar masing-masing kegiatan diketahui. Diagram *network* ini menunjukkan hubungan keterkaitan antar kegiatan satu dengan kegiatan lainnya. [15] [16]. Pembuatan diagram *network* dimaksudkan untuk memperinci kegiatan mana yang harus dikerjakan terlebih dahulu dan kegiatan mana yang selanjutnya dapat dikerjakan.

Jalur Kritis (CPM)

Maka langkah selanjutnya adalah menentukan lintasan kritis. Lintasan kritis merupakan lintasan yang memiliki waktupelaksanaan yang paling lama. Lintasan kritis dari proyek Pembangunan *Power House* dihitung menggunakan diagram kegiatan Pembangunan *Power House* dengan memperhatikan nilai *slack time* dari masing-masing kegiatan. Sementara itu, *Slack time* terbagi menjadi dua, yakni *free slack* dan *total slack*. *Free slack* merupakan sejumlah waktu dimana penyelesaian aktivitas tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja. *Total slack* sendiri adalah jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda tanpa mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan, artinya jika aktivitas tersebut berada pada jalur kritis, maka nilai *total slack* sama dengan nol. Dari hasil dapat disimpulkan bahwa, kegiatan yang meliputi jalur kritis adalah kegiatan P₁, P₂, P₆₁, P₆₆, P₆₇, P₆₈, P₆₉, P₇₀, P₇₁, P₇₂, P₇₃, P₇₄ Sedangkan kurun waktu penyelesaian proyek adalah selama 98 hari dan dapat dipercepat selama 84 hari.

Penentuan Varians Berdasarkan Perkiraan Waktu

Varians dari masing-masing kegiatan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 3. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai varians waktu dalam lintasan kritis adalah sebesar $0,49 + 0,28 + 0,00 + 0,00 + 0,02 + 0,00 + 0,00 + 0,00 + 0,02 + 0,11 + 0,00 = 0,92$ dengan standar deviasi = $\sqrt{0,92} = 0,96$.

Penentuan Probabilitas Waktu

Berdasarkan perhitungan nilai varians, maka waktu penyelesaian kegiatan yang melewati jalur kritis dapat ditentukan probabilitas waktu penyelesaiannya menggunakan persamaan 4. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai Z sebesar 0.32 dimana apabila diplotkan kedalam kurva probabilitas maka akan didapatkan nilai sama dengan 0,625 atau 62,5%. Dengan demikian, nilai probabilitas proyek dapat terselesaikan dalam waktu 84 hari adalah sebesar 62,5 %.

Penentuan Cost Slope

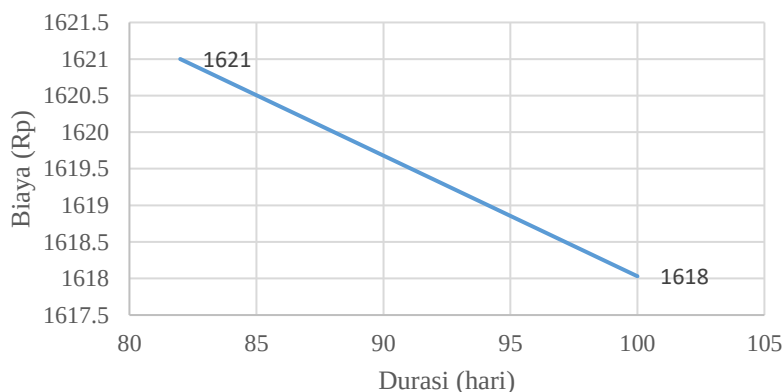
Kenaikan biaya akibat percepatan (*cost slope*) dapat ditentukan dengan perhitungan yang sesuai dengan

persamaan 5. Berdasarkan asumsi waktu dipercepat sebesar 84 hari dan dengan mengurangi masing-masing 7 hari pada kegiatan P_1 dan P_2 dari waktu normal, maka didapatkan beberapa nilai seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai hasil percepatan biaya dan waktu

Uraian	Normal	Percepatan	Selisih
Waktu (hari)	98	84	14
Biaya (Rp)	1.618.398.310	1.621.197.326	2.799.016

Berdasarkan hasil perhitungan biaya dan waktu, maka diperoleh kenaikan biaya akibat percepatan (*cost slope*). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapatkan hubungan antara biaya dan waktu yang dipercepat dan waktu normal pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik hubungan waktu normal dan dipercepat

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka beberapa hal yang dapat disimpulkan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis jaringan kerja dengan metode PERT dan CPM didapat jalur kritis dari jaringan kerja proyek yaitu $P_1, P_2, P_{61}, P_{66}, P_{67}, P_{68}, P_{69}, P_{70}, P_{71}, P_{72}, P_{73}, P_{74}$.
2. Berdasarkan rencana normal pengerjaan proyek pembangunan Bangunan *Power House* dapat diselesaikan dengan durasi 98 hari dengan biaya normal sebesar Rp1.618.398.310. Hasil optimasi jadwal menggunakan metode CPM dan PERT memungkinkan proyek dapat diselesaikan selama 84 hari dan dengan biaya Rp1.621.197.326 serta selisih waktu penyelesaian sebesar 14 hari.
3. Berdasarkan hasil perhitungan PERT maka dihasilkan probabilitas sebesar 62,5%. Dengan demikian, peluang pencapaian target waktu penyelesaian proyek selama 84 hari adalah 62,5%.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Safi'i and H. B. Santoso, "Analisis Optimasi Pelaksanaan Proyek Revitalisasi Integrasi Jaringan Universitas Kediri Menggunakan Metode PERT Dan CPM," *J. Teknol. DAN Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 12–18, Aug. 2017, doi: 10.36040/jtmi.v3i2.178.
- [2] K. Arrumih and Y. P. Astuti, "Optimalisasi Masalah Penjadwalan Proyek Pembangunan Menggunakan Metode PERT CPM," *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 110–119, Jun. 2020, doi: 10.26740/mathunesa.v8n2.p110-119.
- [3] A. Angelin and S. Ariyanti, "Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode PERT DAN CPM," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i1.3025.
- [4] A. H. Muhammad, "Optimasi Pelaksanaan Proyek Dengan Menggunakan PERT dan CPM," *J. Univ. Atma Jaya Yogyakarta*, 2012.
- [5] I. Widowati, A. Kurniawan, D. A. R. Diem, and A. Hermawan, "Optimasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan Pada Tol Jakarta-Cikampek II Selatan Paket III Dengan Metode PERT (Program Evaluation And Review Technique)(Studi Kasus PT. XYZ)," *J. Teknol.*, vol. 14, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [6] T. Iluk, A. Ridwan, and S. Winarto, "Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 162, Oct. 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1054.
- [7] A. Abdurrasyid, L. Luqman, A. Haris, and I. Indrianto, "Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 28–36, Jun. 2019, doi: 10.23917/khif.v5i1.7066.
- [8] R. Sofiah and S. Siswoyo, "Optimalisasi Waktu Pada Pelaksanaan Proyek Gedung Dengan Menggunakan Metode CPM DAN PERT (Studi Kasus Gedung Laboratorium School Internasional Unesa Surabaya)," *axial J. rekayasa dan Manaj. Konstr.*, vol. 12, no. 1, pp. 23–28, 2024.
- [9] P. Endah Suwarni, "Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Metode CPM DAN PERT DI Proyek ABC Condotel," *Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, Mar. 2019, doi: 10.37090/indstrk.v3i1.125.
- [10] S. Gunawan, F. S. Handayani, and S. Setiono, "Analisis Optimasi Waktu dan Biaya pada Proyek JDU SPAM Regional Wosusokas Segmen 3 dengan Metode Time Cost Trade Off menggunakan Software Primavera 6.0," *Sustain. Civ. Build. Manag. Eng. J.*, vol. 1, no. 2, p. 8, Jul. 2024, doi: 10.47134/scbmej.v1i2.2977.
- [11] R. Marpaung, I. N. Daulay, and V. Tambunan, "Optimalisasi penjadwalan proyek pembangunan pabrik kelapa sawit dengan menggunakan metode PERT dan CPM pada PT. Bintang Riski Abadi," *SOROT*, vol. 17, no. 2, pp. 117–127, 2022.
- [12] H. Fauzan, "Sistem Pengendalian Manajemen," 2024, *Tangerang: INDOGO MEDIA*.
- [13] F. I. Wiranda and H. Murnawan, "Manajemen Proyek Pengerjaan Pipa Air pada PT. X Menggunakan Metode CPM dan PERT," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 2, pp. 1139–1146, Apr. 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i2.28508.
- [14] S. Y. Bkti, H. Siswanto, and P. Pranoto, "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) Pada Ruas Jalan Samarinda-Tenggarong," *J. Inov. Teknol. dan*



Edukasi Tek., vol. 4, no. 7, p. 2, Jul. 2024, doi: 10.17977/um068.v4.i7.2024.2.

- [15] F. Fadillah and V. Abma, “Metode critical chain project management (CCPM) dalam upaya optimalisasi penjadwalan,” 2024.
- [16] I. H. Khotimah, M. Sholahuddin, N. N. Rodhi, and A. Tjandra, “Analisis Pengendalian Waktu Proyek Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM),” *J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 60–69, 2024.