



## Analisis Perencanaan Waktu Proyek Agroindustri Kopi Menggunakan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM)

Nuraini Azizah<sup>1</sup>, Kiki Yulianto<sup>2\*</sup>, Santosa<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

### ABSTRAK

Manajemen waktu merupakan salah satu aspek paling krusial dalam keberhasilan proyek agroindustri, termasuk dalam pembangunan pabrik pengolahan kopi yang kompleks dan melibatkan banyak aktivitas terintegrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) dalam merencanakan dan mengendalikan jadwal proyek secara efisien. Pendekatan studi literatur digunakan dengan menganalisis berbagai sumber ilmiah dan data stimulatif proyek, serta menghitung estimasi waktu dan jalur kritis melalui metode PERT/CPM. Hasil analisis menunjukkan bahwa jalur kritis proyek terdiri dari aktivitas desain pabrik, pembangunan fisik, instalasi mesin, dan uji coba produksi dengan estimasi total durasi 23,17 minggu. Penerapan metode ini memberikan manfaat strategis berupa identifikasi aktivitas prioritas, efisiensi sumber daya, dan mitigasi risiko keterlambatan. Dengan demikian, integrasi metode PERT dan CPM dapat meningkatkan akurasi perencanaan waktu dan efektivitas pengendalian proyek agroindustri secara keseluruhan.

### KATA KUNCI

PERT; CPM; manajemen proyek; jalur kritis; agroindustri kopi

### PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: [kikiyulianto@ae.unand.ac.id](mailto:kikiyulianto@ae.unand.ac.id)

## 1. Pendahuluan

Dalam era digital dan globalisasi industri saat ini, keberhasilan proyek sangat ditentukan oleh kemampuan perencanaan dan pengendalian yang presisi, terutama dalam aspek penjadwalan waktu dan koordinasi antar aktivitas yang saling bergantung. Hal ini menjadi semakin krusial seiring meningkatnya kompleksitas proyek dan tingginya ekspektasi *stakeholder* terhadap efisiensi waktu dan efektivitas biaya. Oleh karena itu, manajer proyek dituntut untuk menguasai berbagai teknik manajemen yang tidak hanya bersifat prediktif tetapi juga responsif terhadap dinamika pelaksanaan proyek. Salah satu pendekatan klasik namun tetap relevan hingga kini adalah penggunaan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM), yang telah banyak diterapkan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengendalikan proyek berskala besar maupun menengah di berbagai sektor industri [1].

Secara umum, PERT dan CPM merupakan pendekatan berbasis jaringan (*network-based scheduling*) yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis atau critical path, yaitu serangkaian aktivitas yang menentukan durasi total proyek, serta memperkirakan waktu penyelesaian masing-masing aktivitas secara akurat. PERT dikembangkan oleh U.S. Navy pada akhir 1950-an untuk proyek pengembangan rudal Polaris dan dikenal sebagai metode probabilistik yang sangat berguna untuk proyek-proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi karena memperhitungkan tiga estimasi waktu (optimis, realistis, dan pesimis), sedangkan CPM pertama kali dikembangkan oleh DuPont dan REMINGTON RAND, dan lebih menekankan pada pendekatan deterministik yang sesuai untuk proyek dengan estimasi waktu yang relatif pasti [2].

Penerapan metode CPM secara sistematis dapat mengurangi durasi proyek hingga 15% dalam proyek konstruksi perkotaan yang memiliki keterbatasan ruang kerja dan sumber daya [3]. Sementara itu, Metode PERT mampu memberikan keunggulan kompetitif dalam proyek skala besar di sektor energi dengan ketidakpastian tinggi melalui pendekatan estimasi waktu berbasis distribusi probabilistik. Temuan ini memperkuat relevansi metode PERT dan CPM dalam konteks industri kontemporer yang semakin dinamis dan berisiko tinggi [4].



Dalam konteks agroindustri, khususnya pada proyek pengembangan atau pembangunan fasilitas produksi seperti pabrik pengolahan kopi, penggunaan metode PERT/CPM sangat penting untuk mengidentifikasi jalur aktivitas utama dari proses perencanaan hingga tahap uji coba produksi. Misalnya, dalam proyek pembangunan pabrik pengolahan kopi, aktivitas seperti pengadaan mesin roasting, instalasi peralatan, pelatihan tenaga kerja, dan uji coba produksi harus dijadwalkan secara tepat untuk mencegah keterlambatan yang dapat berakibat pada kerugian biaya dan waktu. Oleh karena itu, PERT dan CPM tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis dalam penjadwalan, tetapi juga sebagai fondasi pengambilan keputusan strategis dalam pengelolaan proyek [5], [6].

Dengan demikian, penguasaan atas metode PERT dan CPM menjadi kompetensi esensial bagi manajer proyek profesional, terutama dalam menghadapi tekanan waktu dan target yang ketat. Di samping itu, penggabungan kedua metode ini dalam satu sistem manajemen proyek terpadu telah terbukti dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko keterlambatan, serta memperkuat pengendalian terhadap sumber daya proyek [7], [8]. Pembahasan pada subbab ini akan menguraikan secara rinci definisi, perhitungan waktu, dan penerapan metode PERT/CPM yang relevan, khususnya dalam proyek agroindustri seperti pembangunan fasilitas pengolahan kopi.

Beberapa penelitian juga telah membuktikan pentingnya penerapan metode PERT dan CPM dalam proyek pengolahan hasil pertanian untuk menghindari keterlambatan akibat ketergantungan proses yang kompleks [9]. Mengkritisi kelemahan perencanaan proyek konstruksi akibat kurang optimalnya pemanfaatan jalur kritis, sehingga pemahaman terhadap metode CPM menjadi semakin esensial [10], [11].

Adapun tujuan dari pembahasan subbab ini adalah untuk memberikan pemahaman yang mendalam mengenai konsep dasar, prinsip kerja, serta perbedaan antara metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM), serta menunjukkan bagaimana kedua metode ini dapat diterapkan secara efektif dalam perencanaan dan pengendalian proyek-proyek di sektor agroindustri, khususnya pada pembangunan fasilitas pengolahan kopi. Selain itu, pembahasan ini juga bertujuan untuk mengilustrasikan langkah-langkah perhitungan waktu aktivitas dan identifikasi jalur kritis dalam proyek, yang menjadi dasar penting dalam proses pengambilan keputusan manajerial terkait efisiensi waktu dan pengelolaan sumber daya.

## 2. Metode Penelitian

*Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) dalam konteks manajemen proyek agroindustri. Data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal nasional dan internasional, buku teks manajemen proyek, serta dokumen pedoman dari *Project Management Institute* (PMI), dengan rentang terbitan lima tahun terakhir.

Analisis dilakukan secara deskriptif-komparatif untuk menjelaskan prinsip dasar, langkah perhitungan, serta perbedaan karakteristik antara metode PERT dan CPM. Selain itu, juga dilakukan studi kasus simulatif terhadap pembangunan pabrik pengolahan kopi sebagai bentuk aplikasi praktis, yang melibatkan tahapan identifikasi aktivitas proyek, estimasi waktu, penyusunan diagram jaringan, hingga penentuan jalur kritis dan durasi total proyek. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih aplikatif mengenai efektivitas PERT dan CPM dalam merencanakan dan mengendalikan waktu pelaksanaan proyek secara efisien.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Penerapan Metode PERT & CPM dalam Proyek Agroindustri Kopi

Pengelolaan proyek dalam agroindustri kopi, seperti pembangunan pabrik pengolahan kopi, memerlukan perencanaan waktu yang akurat dan efisien. Dalam hal ini, metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) merupakan alat bantu yang sangat penting untuk membantu manajer proyek dalam merancang jadwal proyek secara sistematis dan berbasis data. Kedua metode ini dikenal luas sebagai pendekatan manajemen berbasis



jaringan (*network-based scheduling*) yang dapat menggambarkan urutan dan ketergantungan aktivitas proyek serta menghitung durasi total proyek secara akurat.

Dalam studi ini, metode PERT dan CPM digunakan untuk menyusun jadwal proyek pembangunan pabrik pengolahan kopi, yang mencakup enam aktivitas utama, yaitu:

1. Desain pabrik
2. Pengadaan mesin roasting, grinder, dan pengemas
3. Pembangunan fisik pabrik
4. Instalasi mesin dan peralatan
5. Pelatihan tenaga kerja
6. Uji coba produksi

Perhitungan Waktu PERT/CPM

Jika menggunakan metode PERT, untuk menghitung estimasi waktu aktivitas, digunakan:

$$T_e = \frac{(O + 4M + P)}{6}$$

Keterangan:

- O (*Optimistic time*): Waktu tercepat.
- M (*Most likely time*): Waktu paling realistis.
- P (*Pessimistic time*): Waktu terlama.
- Te: Estimasi waktu aktivitas.
- Angka 4 adalah bobot atau penekanan paling besar pada estimasi waktu yang paling mungkin (*Most likely time / M*), karena dianggap waktu yang paling realistis terjadi.
- Angka 6 adalah pembagi total bobot (karena  $1 + 4 + 1 = 6$ ), untuk menghasilkan rata-rata tertimbang.

Jalur Kritis (*Critical Path*)

- Jalur aktivitas dengan durasi total terpanjang.
- Tidak boleh terlambat, karena akan mempengaruhi durasi proyek.
- Durasi proyek = total durasi jalur kritis.

Tabel 1. Estimasi waktu

Aktivitas	O (Minggu)	M (Minggu)	P (Minggu)	Te (Minggu)
Desain Pabrik	5	6	8	6,17
Pengadaan Mesin	4	5	7	5,17
Pembangunan fisik pabrik	8	10	12	10
Instalasi Mesin	3	4	5	4
Pelatihan Pekerja	1	2	3	2
Uji Coba Produksi	2	3	4	3

Setelah menghitung waktu ekspektasi dari seluruh aktivitas, hubungan antar aktivitas dianalisis untuk menyusun diagram jaringan (*network diagram*), yang menggambarkan urutan kerja dan ketergantungan logis antara aktivitas. Diagram ini juga menjadi dasar untuk analisis jalur kritis (*critical path*), yaitu jalur dengan durasi total terpanjang dalam jaringan proyek, yang menentukan durasi keseluruhan proyek. Aktivitas yang berada pada jalur kritis tidak memiliki kelonggaran waktu (*slack time*) sehingga penundaan pada aktivitas tersebut akan langsung berdampak pada keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Dari simulasi data di atas, diketahui bahwa jalur kritis terdiri dari aktivitas-aktivitas utama:



- Desain pabrik → Pembangunan fisik → Instalasi mesin → Uji coba produksi

Dengan total durasi proyek sekitar 23,17 minggu, jika diasumsikan bahwa tidak ada gangguan atau hambatan yang signifikan dalam proses pelaksanaannya. Namun, apabila terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas di jalur kritis, maka durasi proyek dapat meningkat.

Dalam metode CPM, fokus utama adalah pada estimasi waktu deterministik dari tiap aktivitas. Pendekatan ini efektif untuk proyek yang memiliki data durasi yang relatif pasti, misalnya berdasarkan proyek sebelumnya. Sedangkan PERT lebih fleksibel dan mempertimbangkan ketidakpastian, karena menggunakan pendekatan probabilistik. Oleh karena itu, kombinasi kedua metode memberikan keuntungan komplementer: CPM memberikan gambaran konkret jalur kritis, sementara PERT memungkinkan manajer proyek untuk menghitung deviasi standar dan probabilitas keterlambatan proyek berdasarkan asumsi distribusi normal.

Sebagai contoh, perhitungan standar deviasi untuk setiap aktivitas juga dapat dilakukan menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{P - O}{6}$$

Kemudian total varians jalur kritis adalah jumlah kuadrat deviasi standar tiap aktivitas kritis, dan akar dari jumlah tersebut akan menghasilkan simpangan baku jalur kritis. Ini dapat digunakan untuk menghitung probabilitas bahwa proyek selesai dalam jangka waktu tertentu menggunakan tabel distribusi normal z.

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode PERT dan CPM efektif dalam mengidentifikasi aktivitas kunci dan mengurangi risiko penundaan secara signifikan pada proyek-proyek berskala menengah. Dalam konteks penggunaan perangkat lunak, juga menekankan pentingnya bantuan tools seperti Microsoft Project dalam mengatur jadwal dan menghitung jalur kritis secara otomatis dalam proyek pertanian modern [12], [13].

### 3.2. Implikasi Penggunaan PERT & CPM dalam Proyek Agroindustri Kopi

Penerapan metode PERT dan CPM dalam proyek agroindustri, seperti pembangunan pabrik pengolahan kopi, memberikan berbagai manfaat strategis dalam aspek perencanaan, pengendalian, dan evaluasi proyek. Pertama, melalui identifikasi jalur kritis, manajer proyek dapat mengetahui aktivitas yang paling menentukan durasi total proyek, sehingga pengawasan dapat difokuskan pada aktivitas tersebut. Kedua, dengan estimasi waktu probabilistik melalui PERT, manajer proyek dapat memperkirakan kemungkinan keterlambatan proyek dan mengambil langkah mitigasi risiko lebih awal. Metode ini juga memungkinkan pengalokasian sumber daya yang lebih efisien, karena dapat diidentifikasi aktivitas mana yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi durasi proyek (*float time*), dan mana yang membutuhkan perhatian penuh. Keempat, dalam lingkungan agroindustri yang rentan terhadap faktor eksternal seperti cuaca, pasokan bahan baku, dan tenaga kerja musiman, pendekatan PERT yang fleksibel menjadi sangat relevan untuk menyesuaikan jadwal secara adaptif.

Penggabungan logika fuzzy dengan metode PERT dapat memberikan estimasi waktu yang lebih fleksibel dalam lingkungan proyek yang tidak pasti, seperti sektor agroindustri. Di sisi lain, penerapan metode CPM sangat mendukung pembangunan berbasis ketahanan pangan dengan efisiensi tinggi pada tahap pelaksanaan. Terakhir, integrasi metode PERT dan CPM dalam sistem manajemen proyek dapat ditingkatkan melalui dukungan software seperti Microsoft Project, Primavera, atau aplikasi berbasis cloud yang kini tersedia luas. Dengan demikian, implementasi metode ini dapat dilakukan secara lebih efisien dan akurat [13], [14].

### 3.3 Evaluasi dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, dapat disimpulkan bahwa metode PERT dan CPM mampu memberikan gambaran menyeluruh terhadap rencana pelaksanaan proyek dari sisi waktu. Namun, penerapannya membutuhkan data estimasi yang akurat dan komitmen tinggi dalam proses pemantauan aktivitas proyek secara berkala. Oleh karena itu, disarankan agar dalam pelaksanaan nyata, manajer proyek membekali diri dengan pelatihan penggunaan software



penjadwalan dan manajemen risiko proyek, serta menyusun baseline project schedule yang jelas dan disepakati oleh seluruh tim proyek.

Untuk mengoptimalkan pengambilan keputusan dalam proyek yang kompleks dan melibatkan lokasi geografis yang tersebar, integrasi metode CPM dan PERT dengan sistem informasi geografis (SIG), yang dapat meningkatkan akurasi perencanaan dan distribusi sumber daya [15]. Oleh karena itu, pendekatan terintegrasi berbasis teknologi juga dapat menjadi langkah strategis untuk proyek-proyek agroindustri modern

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian dan simulasi penerapan metode PERT dan CPM, dapat disimpulkan bahwa kedua metode ini sangat efektif dalam merencanakan dan mengendalikan durasi pelaksanaan proyek pembangunan pabrik pengolahan kopi. Identifikasi jalur kritis memungkinkan manajer proyek untuk lebih fokus dalam mengawasi aktivitas yang berdampak langsung pada keseluruhan jadwal proyek. Metode PERT memberikan fleksibilitas dalam menghadapi ketidakpastian waktu dengan pendekatan probabilitas, sementara CPM memberikan ketegasan pada estimasi waktu deterministik. Keduanya dapat saling melengkapi dalam menghasilkan perencanaan yang lebih realistis dan pengendalian proyek yang lebih presisi. Namun, penerapan metode ini membutuhkan data estimasi yang akurat, pemahaman teknis yang memadai, serta dukungan perangkat lunak penjadwalan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Oleh karena itu, disarankan agar metode PERT dan CPM dijadikan alat bantu utama dalam perencanaan proyek agroindustri yang kompleks dan dinamis, untuk meningkatkan efisiensi, ketepatan waktu, dan keberhasilan keseluruhan proyek.

#### 5. Referensi

- [1] D. Santika, S. P. Lestari, and B. Barlian, "Project Scheduling Analysis With CPM PERT Method (Case Study on Tasikmalaya City Swasana Village Restaurant Project)," *Journal of Indonesian Management*, vol. 2, no. 3, pp. 1–11, Sep. 2022, doi: 10.53697/jim.v2i3.909.
- [2] D. M. Aziz, M. Sayuti, and S. Suryadi, "Analisis Faktor Risiko Keterlambatan pada Proyek HRSG di PT XYZ dengan Menerapkan Metode PERT, CPM, dan HOR," *Journal of Integrated System*, vol. 7, no. 2, pp. 223–237, Jan. 2025, doi: 10.28932/jis.v7i2.10222.
- [3] A. I. Nugraha, "Service Quality Analysis to Increase Customer Satisfaction in Minimarket Networks in Cities Around Jakarta," *Journal of Current Research in Business and Economics*, vol. 2, no. 1, pp. 115–148, 2023, Accessed: Dec. 25, 2025. [Online]. Available: <https://jcrbe.org/index.php/rbe/article/view/37>
- [4] T. E. J. Amu, J. Tjakra, and P. A. K. Pratasis, "Penerapan Metode PERT Dan CPM dalam Pembangunan Christian Center," *TEKNO*, vol. 21, no. 83, pp. 409–419, Mar. 2023, doi: 10.35793/JTS.V21i83.47507.
- [5] R. A. Ningtyas *et al.*, "Tinjauan Penerapan Critical Path Method (CPM) dan Program Evaluation and Review Technique (PERT) dalam Pembangunan Proyek Gedung," *Construction and Material Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 65–71, May 2025, doi: 10.32722/cmj.v7i1.6562.
- [6] R. Ekawati, I. Bashirudin, M. A. Muhyi, A. Kurnia, A. B. Panuntun, and A. Muliana, "Penerapan Metode CPM-PERT Berbasis MS Project dan Analisis Kausalitas pada Proyek Pembangunan Poliklinik ABC," *Journal of Systems Engineering and Management*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2025, doi: 10.62870/joseam.v4i1.32227.
- [7] M. A. Nathanael, "Service Quality Analysis to Increase Customer Satisfaction at Government-Owned Fuel Filling Stations in Indonesia," *Journal of Current Research in Business and Economics*, vol. 2, no. 1, pp. 46–79, 2023, Accessed: Dec. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.jcrbe.org/index.php/rbe/article/view/35>



- [8] N. F. Lauriska, Y. P. Negoro, and E. D. Priyana, "Analisis Waktu dan Biaya Proyek Sistem Sie Water Menggunakan Metode CPM dan PERT," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 4, no. 4, pp. 1550–1558, Oct. 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i4.1194.
- [9] S. Butarbutar, F. P. Y. Sumanti, and A. K. T. Dundu, "Penjadwalan Waktu Pembangunan Pabrik Corn, Lolak, Bolaang Mongondow dengan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)," *TEKNO*, vol. 23, no. 91, pp. 361–372, Mar. 2025, doi: 10.35793/JTS.V23I91.61048.
- [10] M. Akram and A. Habib, "A Novel Pythagorean Fuzzy PERT Approach to Measure Criticality with Multi-Criteria in Project Management Problems," *Granular Computing*, vol. 9, no. 2, p. 36, Jun. 2024, doi: 10.1007/s41066-024-00461-x.
- [11] C. A. Nathasia, N. Nabilah, and S. Juhara, "Analisa Penjadwalan Proyek Pembangunan Apartemen Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)," *Structure*, vol. 6, no. 2, p. 66, Dec. 2024, doi: 10.31000/civil.v6i2.12566.
- [12] H. N. Yaqin, H. T. Tjendani, and B. Witjaksana, "Analysis of The Acceleration of Time and Cost of Implementing Building Construction Projects Using The Critical Path Method (CPM) Method," *Devotion : Journal of Research and Community Service*, vol. 4, no. 2, pp. 336–346, Feb. 2023, doi: 10.36418/dev.v4i2.388.
- [13] Y. Farida and L. P. Anenda, "Network Planning Analysis on Road Construction Projects by CV. X Using Evaluation Review Technique (PERT)-Critical Path Method (CPM) and Crashing Method," *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 14, no. 4, pp. 377–390, Jun. 2022, doi: 10.30880/ijie.2022.14.04.029.
- [14] D. Sarkar, K. N. Jha, and S. Patel, "Critical Chain Project Management for a Highway Construction Project with a Focus on Theory of Constraints," *International Journal of Construction Management*, vol. 21, no. 2, pp. 194–207, Feb. 2021, doi: 10.1080/15623599.2018.1512031.
- [15] J. C.-W. Lin, Q. Lv, D. Yu, G. Srivastava, and C.-H. Chen, "Optimized Scheduling of Resource-Constraints in Projects for Smart Construction," *Inf Process Manag*, vol. 59, no. 5, p. 103005, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.ipm.2022.103005.