



# Analisis Optimalisasi Waktu Proses Kerja pada Divisi Welding Menggunakan Metode Jalur Kritis

Indila Mayrosa<sup>1</sup>, Harun Indra Kusuma<sup>1✉</sup>, Dewi Rahmawati<sup>1</sup>, Yulizan Rizki<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Department of Industrial Engineering Universitas Teknologi Nusantara, Jl. Raya Pemda Pangkalan II no 66, Bogor

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.52633

✉ Corresponding author:  
[harunindrakusuma6@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p><b>Kata kunci:</b> <i>Project Management; Production Process; Critical Path Method; Slack Time;</i></p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis optimalisasi waktu proses kerja pada divisi welding dengan menggunakan metode <i>Critical Path Method</i> (CPM). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis serta menghitung variabel slack dari setiap aktivitas produksi. Data yang digunakan berupa urutan kegiatan, hubungan ketergantungan, dan waktu proses produksi pada tahun 2024. Proses analisis dilakukan melalui penyusunan network diagram, perhitungan <i>forward pass</i> dan <i>backward pass</i>, hingga penentuan nilai slack. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur kritis terdapat pada rangkaian aktivitas A–B–C–D–E–F–G–H dengan total durasi 17 menit. Seluruh aktivitas memiliki nilai slack sebesar 0, sehingga setiap keterlambatan berpotensi menunda keseluruhan proses. Temuan ini menegaskan bahwa proses produksi pada divisi welding telah berjalan optimal. Perusahaan disarankan mempertahankan pola kerja yang ada serta memastikan kesesuaian durasi tiap aktivitas untuk menjaga efisiensi produksi.</p>
<p><b>Keywords:</b> <i>Project Management; Production Process; Critical Path Method; Slack Time;</i></p>	<p><b>Abstract</b></p> <p><i>This study aims to analyze the optimization of work process time in the welding division using the Critical Path Method (CPM). This method is used to identify the critical path and calculate the slack variable for each production activity. The data used are the sequence of activities, dependency relationships, and production process time in 2024. The analysis process is carried out through the preparation of a network diagram, forward pass and backward pass calculations, and determining the slack value. The results show that the critical path is found in the series of activities A–B–C–D–E–F–G–H with a total duration of 17 minutes. All activities have a slack value of 0, so any delay has the potential to delay the entire process. These findings confirm that the production process in the welding division has been running optimally. The company is advised to maintain the existing work pattern and ensure the appropriate duration of each activity to maintain production efficiency.</i></p>

## 1. PENDAHULUAN

Manajemen proyek merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, pengendalian, serta evaluasi aktivitas untuk mencapai tujuan proyek dalam batasan waktu, biaya, dan sumber daya tertentu (Kerzner, 2023). Proyek sendiri memiliki karakteristik unik, bersifat sementara, dan terdiri dari serangkaian aktivitas yang saling bergantung. Oleh karena itu, manajemen proyek membutuhkan pendekatan sistematis untuk memastikan penyelesaian tepat waktu dan sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Menurut *Project Management Institute* (2021), manajemen proyek mencakup 10 area pengetahuan, antara lain manajemen waktu, biaya, risiko, kualitas, sumber daya, dan komunikasi. Di antara area tersebut, manajemen waktu menjadi aspek kritis karena keterlambatan satu aktivitas dapat memengaruhi keseluruhan durasi proyek. Penjadwalan memiliki peran sentral dalam menentukan aktivitas, durasi, ketergantungan, serta estimasi penyelesaian proyek. Perkembangan penelitian terbaru menunjukkan bahwa manajemen proyek telah mengalami transformasi signifikan melalui penggunaan teknologi modern seperti *Building Information Modelling* (BIM), *digital twin*, dan perangkat lunak seperti Microsoft Project dan Primavera (Alman et al., 2024). Teknologi tersebut memungkinkan analisis penjadwalan yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan selama pelaksanaan proyek.

Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu teknik penjadwalan proyek yang paling banyak digunakan untuk mengestimasi durasi minimum penyelesaian proyek melalui identifikasi jalur kritis, yaitu rangkaian aktivitas tanpa kelonggaran (*float*) yang apabila tertunda akan langsung menunda waktu selesai proyek secara keseluruhan (Tohari & Suhasto, 2023). CPM menyediakan pendekatan deterministik dalam menganalisis jaringan aktivitas proyek melalui proses *forward pass* dan *backward pass* yang menghasilkan nilai *earliest start*, *earliest finish*, *latest start*, dan *latest finish* (Puji et al., 2025). Dengan demikian, CPM memungkinkan manajer proyek memfokuskan perhatian dan sumber daya pada aktivitas kritis sehingga efisiensi eksekusi proyek dapat ditingkatkan.

Metode CPM adalah teknik penjadwalan proyek yang digunakan untuk menentukan durasi minimum proyek dengan mengidentifikasi jalur kritis—rangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang tanpa *slack*—sehingga setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan secara langsung menunda penyelesaian proyek. Dalam penerapannya, CPM melibatkan pembuatan diagram jaringan aktivitas (*network diagram*), kemudian melakukan perhitungan *forward pass* dan *backward pass* untuk memperoleh nilai *earliest start/finish* (ES/EF) dan *latest start/finish* (LS/LF), serta menghitung *slack/float* untuk tiap aktivitas. Aktivitas dengan *float* = 0 merupakan bagian dari jalur kritis. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa CPM tetap relevan dalam berbagai jenis proyek, terutama untuk kontrol waktu dan identifikasi risiko keterlambatan (Zunaidah et al., 2025).

Critical Path Method (CPM) tetap menjadi salah satu metode paling populer dalam manajemen penjadwalan proyek karena kemampuannya mengidentifikasi jalur kritis — yaitu rangkaian aktivitas dengan *float* = 0 yang memiliki pengaruh langsung terhadap durasi total proyek. Zunaidah et al (2025) menjelaskan bahwa dalam proyek pembangunan gedung Chandra Tanjung Karang menunjukkan bahwa CPM mampu menetapkan durasi proyek hingga 24 minggu dengan identifikasi dua jalur kritis yang sangat spesifik. Studi ini menegaskan bahwa CPM bukan hanya teori jaringan, tetapi sangat aplikatif dalam praktik konstruksi modern.

Manfaat CPM dalam optimasi waktu proyek telah diilustrasikan dalam berbagai konteks konstruksi lokal. Misalnya, di perumahan Gunung Empat Balikpapan, CPM diterapkan untuk menghitung durasi optimal proyek dan mengidentifikasi aktivitas kritis seperti fondasi, struktur, dan penyelesaian, menghasilkan estimasi durasi 336 hari. Begitu pula, Nasrullah (2024) dalam proyek Plaza Kuliner Rest Area Maiwa menggunakan CPM untuk menyusun ulang jadwal kegiatan dan memperoleh perhitungan durasi paling efisien yang sebelumnya belum tercapai dengan metode konvensional. Hal ini menunjukkan fleksibilitas CPM dalam aplikasi proyek skala lokal dan menengah.

Selain perencanaan waktu, CPM juga berperan penting dalam pengendalian biaya dan kualitas proyek. Dalam sebuah studi pada proyek pembangunan gedung MTS, Raranta et al (2020) mengevaluasi strategi percepatan proyek dengan *crashing*, memanfaatkan CPM untuk menemukan *trade-off* antara waktu dan biaya proyek. Sementara itu, kombinasi CPM dengan *Earned Value Method* (EVM) digunakan oleh Akbar (2022) untuk mengendalikan waktu dan anggaran proyek gedung di Kalimantan Tengah, memperlihatkan bahwa CPM memberikan fondasi yang kuat untuk analisis kinerja proyek yang lebih lanjut.

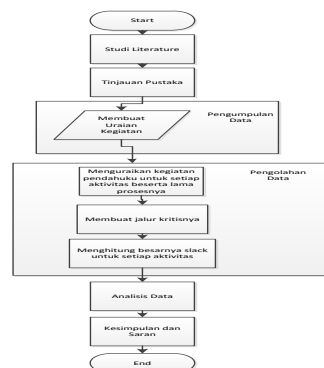
Meski demikian, literatur juga melaporkan tantangan dalam penerapan CPM. Sebuah studi oleh Gumilar & Koswara (2023) mengkaji peran CPM dalam manajemen mutu (ISO 9001) di perusahaan konstruksi dan

menemukan bahwa meskipun CPM dapat memperpendek durasi proyek secara signifikan (dari 825 hari menjadi 604 hari), diperlukan integrasi dengan manajemen kualitas agar manfaatnya maksimal. Di sisi lain, Pratama & Lubis (2025) menjelaskan bahwa pada proyek pembangunan laboratorium SMKS menyebutkan bahwa kendala muncul ketika ketergantungan aktivitas kompleks dan estimasi durasi yang kurang realistis menyebabkan risiko kesalahan identifikasi jalur kritis. Hal-hal ini menegaskan bahwa CPM bukanlah solusi tanpa kompromi melainkan keberhasilan sangat bergantung pada kualitas data, pengalaman manajer proyek, dan validitas logika kerja.

Dalam analisis jaringan CPM, setiap aktivitas memiliki waktu mulai paling awal (*earliest start/ES*) dan paling lambat (*latest start/LS*), serta waktu selesai paling awal (*earliest finish/EF*) dan paling lambat (*latest finish/LF*) (Kerzner, 2022). Variabel *slack* adalah jumlah waktu yang dapat digunakan suatu aktivitas untuk mengalami keterlambatan tanpa memengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Heizer & Rander, 2015). Slack menunjukkan tingkat fleksibilitas aktivitas dalam jaringan proyek. Aktivitas dengan nilai slack nol termasuk dalam jalur kritis (*critical path*), yaitu rangkaian aktivitas yang tidak boleh mengalami keterlambatan. Jalur kritis adalah urutan aktivitas yang memiliki slack nol dan menentukan total durasi proyek. Keterlambatan sekecil apa pun pada aktivitas kritis akan menyebabkan keterlambatan keseluruhan proyek (Larson & Gray, 2018). Sebaliknya, aktivitas non-kritis memiliki slack positif sehingga dapat mengalami penundaan dalam batas tertentu tanpa memengaruhi penyelesaian proyek. Slack memiliki peran penting yaitu Pemanfaatan sumber daya secara efisien, Penjadwalan ulang aktivitas jika terjadi perubahan kondisi proyek, Analisis risiko dan pengendalian waktu, dan Keputusan percepatan proyek (*crashing*) serta optimasi biaya (Utari et al., 2025).

## 2. METHODS

Optimalisasi waktu kerja dengan menggunakan metode jalur kritis terdiri dari 6 tahap yaitu studi literature, tinjauan pustaka, mengumpulkan data, pengolahan data, menganalisis data, dan kesimpulan dan saran.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

Langkah awal yang penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah melakukan studi *literature* yang berhubungan dengan topik penelitian yang diteliti. Adapun literature yang peneliti cari yaitu literature mengenai *project management* beserta metode jalur kritis.. Pada penelitian ini, peneliti mencari literature mengenai metode peramalan moving average. Setelah melakukan pencarian literature mengenai metode jalur kritis beserta menentukan nilai slack untuk masing – masing kegiatan

Langkah selanjutnya adalah menentukan tinjauan pustaka yaitu mengenai project management dari berbagai sumber baik jurnal nasional maupun internasional. Selain itu, peneliti menentukan tinjauan pustaka mengenai metode jalur kritis beserta penentuan slack dari masing – masing kegiatan.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengumpulan data yaitu uraian kegiatan pekerjaan pada divisi welding. Setelah disusun uraian kegiatan pada divisi welding, peneliti menentuka aktivitas terdahulu untuk masing – masing kegiatan tersebut beserta waktu yang diperlukannya. Langkah selanjutnya yang dilakukan oleh peneliti adalah menentukan jalur kritis beserta nilai variable slacknya. Slack dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Slack = LS - ES \text{ atau } LF - EF \quad (1)$$

Persamaan diatas digunakan setelah jalur kritis dibentuk yang tujuannya agar mengenai besarnya perubahan antara titik awal dan titik akhir suatu jalur kritis. Jika Slack = 0, aktivitas berada pada jalur kritis; jika Slack > 0, aktivitas memiliki fleksibilitas. Ketepatan perhitungan slack sangat penting, karena kesalahan perhitungan dapat mengakibatkan salah pengambilan keputusan penjadwalan (Boffelli et al., 2021).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

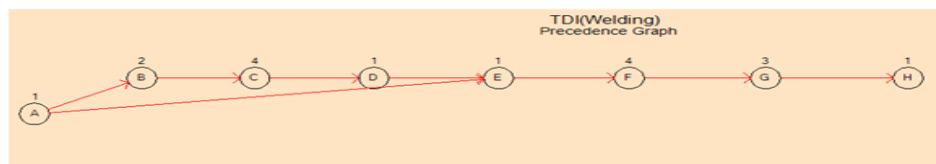
Data yang digunakan penelitian ini adalah data proses produksi beserta aktivitas terdahulu dan waktu proses produksi pada divisi welding yang dilakukan penelitian pada tahun 2024. Metode yang digunakan adalah metode jalur kritis beserta penentuan besaran slack dari masing – masing aktivitas tersebut. Tabel dibawah ini adalah tabel proses produksi pada divisi welding.

**Tabel 1. Data Proses Produksi Pada Divisi Welding**

No	Kode	Uraian Kegiatan
1	A	Persiapan
2	B	Tig Triangle
3	C	Las Triangle
4	D	Setting Triangle
5	E	Tig Backstay
6	F	Las Backstay
7	G	Setting Backstay
8	H	Reamering

**Tabel 2. Data Uraian Kegiatan Metode CPM**

No	Kode	Uraian Kegiatan	Aktivitas Terdahulu	Waktu (menit)	Proses
1	A	Persiapan	-	1	
2	B	Tig Triangle	A	2	
3	C	Las Triangle	B	4	
4	D	Setting Triangle	C	1	
5	E	Tig Backstay	A,D	1	
6	F	Las Backstay	E	4	
7	G	Setting Backstay	F	3	
8	H	Reamering	G	1	



**Gambar 2. Metode Jalur Kritis**

Berdasarkan data penelitian mengenai uraian kegiatan proses produksi pada divisi welding. Peneliti melakukan proses perhitungan waktu proses produksi menggunakan metode jalur kritis. Dari metode jalur kritis didapatkan bahwa besarnya waktu produksi pada divisi welding sebesar 17 menit sesuai dengan Gumilar & Koswara (2023) bahwa metode jalur kritis dapat mempersingkat waktu proses produksi secara signifikan.

**Tabel 3. Data Uraian Kegiatan Metode CPM Beserta Waktu Slack**

No	Kode	Uraian Kegiatan	Waktu Proses (menit)	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
1	A	Persiapan	1	0	1	0	1	0
2	B	Tig Triangle	2	1	3	1	3	0
3	C	Las Triangle	4	3	7	3	7	0
4	D	Setting Triangle	1	7	8	7	8	0
5	E	Tig Backstay	1	8	9	8	9	0
6	F	Las Backstay	4	9	13	9	13	0
7	G	Setting Backstay	3	13	16	13	16	0
8	H	Reamering	1	16	17	16	17	0

Berdasarkan proses perhitungan waktu produksi menggunakan metode jalur kritis didapatkan bahwa jalur kritis dilalui yaitu A-B-C-D-E-F-G-H dengan waktu total sebesar 17 menit. Setelah melakukan perhitungan waktu proses produksi menggunakan metode jalur kritis, peneliti melakukan perhitungan besarnya slack untuk

masing – masing kegiatan. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan bahwa besarnya slack untuk semua kegiatan yaitu 0 sesuai dengan (Boffelli et al., 2021) yaitu Jika Slack = 0, aktivitas berada pada jalur kritis; jika Slack > 0, aktivitas memiliki fleksibilitas. Ketepatan perhitungan slack sangat penting, karena kesalahan perhitungan dapat mengakibatkan salah pengambilan keputusan penjadwalan (Boffelli et al., 2021).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan bahwa besarnya waktu jalur kritis dalam proses produksi pada divisi welding sebesar 17 menit dan tidak ada slack untuk setiap kegiatan yang dilakukan. Dari penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan proses produksi sudah optimal dan perusahaan harus mempertahankan cara kerjanya agar bisa berkesinambungan

#### 5. REFERENSI

- Akbar, Y. R. (2022). *Penentuan Jalur Kritis untuk Manajemen Proyek ( Studi Kasus Pembangunan Jalan Selensen-Kota Baru- Bagan Jaya )*. 2(2), 6–13.
- Alman, A., Cohen, I., Gal, A., Maggi, F. M., & Montali, M. (2024). *Discovering Process Framing for AI-Augmented BPM Systems in a Multi-Process Setting*. 6896, 0–11.
- Boffelli, A., Kalchschmidt, M., & Shtub, A. (2021). *Simulation-Based Training: From a Traditional Course to Remote Learning - the COVID-19 Effect*. 11(1), 8–17. <https://doi.org/10.5539/hes.v11n1p8>
- Gumilar, G. (2023). Analisis Critical Path Model yang Digunakan Dalam Manajemen Proyek dan Kontribusinya Terhadap Manajemen Mutu ISO 9001 Critical Path Model Analysis Used in Project Management and Its Contribution to ISO. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, 33(2), 16–25.
- Heizer, J., & Rander, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*, Buku 1, Edisi 11. Jakarta: Salemba Empat.
- Kerzner, B. H. (2022). *The Connected Future Business Culture: The Great Project Management Accelerator The Reinvention of the Project Manager 1. XI(Xi)*, 1–11.
- Kerzner, B. H. (2023). *Building Program and Project Management Muscles: The Key to Excellent Operating Models 1 The Strategic Benefits of Good Project / Program Management* \_\_\_\_\_. XII(lii), 1–9.
- Larson, E. W., & Gray, C. F. (2018). *THE MANAGERIAL PROCESS 7E PROJECT* (Seventh Ed). McGraw-Hill.
- Melliya, Anggela, P., & Djanggu, N. H. (2023). Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Mental Dengan Metode Cvl, Brouha Dan Nasa-Tlx Pada Operator Spbu Pertamina 64.783.14. *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 7(1), 95–100.
- Nasrullah. (2024). *TESIS MODEL PENGUKURAN MATURITY LEVEL K3 BERBASIS MODEL PENGUKURAN MATURITY LEVEL K3 BERBASIS*. Tesis, 188.
- PMI. (2021). *A ide to the Project M n gement Bod of nowledge* (Seventh Ed). Project Management Institute.
- Pratama, N. F., & Lubis, K. (2025). *Evaluasi Penerapan Manajemen Waktu pada Proyek Pembangunan Jembatan Pancurbatu Menggunakan Metode Critical Path Method ( CPM )*. 17(1).
- Puji, B., Samodra, D., Santoso, A., & Wardhana, E. M. (2025). *Critical Chain Project Management and Buffer Planning: Study Case at Security Accommodation Vessel Construction*. 10(1), 137–145.
- Raranta, M. E., Manoppo, F. J., Malingkas, G. Y., Pascasarjana, P., & Ratulangi, U. S. (2020). *Implementation of the Critical Path Method ( CPM ) in Web Applications for Project Scheduling with Python Programming*. 1844–1854.
- Tohari, H., & Suhasto, R. I. N. (2023). *JURNAL AKSI Akuntansi dan Sistem Informasi. Jurnal Akuntansi dan Sistem Informasi*, 8(2), 175–182.
- Utari, R. P., Wahyudiono, S., Amal, A. S., & Ardian, L. (2025). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan Cost and Time Control Using The Earned Value Concept ( EVM ) Method*: 9(4), 2229–2239.
- Zunaidah, U., Qumairo, E. L., Nurhalizah, S., & Tambing, W. (2025). *Enrichment: Journal of Management Application of project management using the critical path method ( CPM ) in residential construction projects*. 15(2).