

ANALISIS OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA TENAGA KERJA DENGAN METODE CPM PADA GEDUNG 8 LANTAI

ANALYSIS OF TIME AND LABOR COST OPTIMIZATION USING THE CPM METHOD IN 8-STOREY BUILDING

Dimas Pramuditia¹, Bukhori²

^{1,2} Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda No. 32, Sunyaragi, Kec. Kesambi, Kota Cirebon, Jawa Barat, 45132, Indonesia

Email: dimas.122130073@ugj.ac.id

Received: 14 Juli 2026 Revised: 14 Agustus 2026 Accepted: 31 Agustus 2026 Published: 31 Agustus 2026

ABSTRAK

Keterlambatan proyek konstruksi sering dipicu oleh perencanaan tenaga kerja dan penjadwalan yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan durasi dan biaya tenaga kerja pada Proyek Gedung 8 Lantai dengan mengintegrasikan CPM dan teknik crashing berbantuan Microsoft Project. Metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus digunakan untuk menganalisis data durasi, ketergantungan aktivitas, dan biaya tenaga kerja. Hasil identifikasi menunjukkan lintasan kritis meliputi pekerjaan struktur bawah, atas, arsitektur, dan MEP. Penerapan crashing (lembur dan penambahan pekerja dengan peningkatan produktivitas 1,4 kali) berhasil mempersingkat durasi proyek secara signifikan. Total biaya keseluruhan (tenaga kerja dan alat) justru menurun, misalnya pada struktur bawah dari Rp3,11 miliar menjadi Rp2,80 miliar. Integrasi CPM dan crashing terbukti efektif mengoptimalkan durasi dan efisiensi biaya proyek gedung bertingkat.

Kata kunci: Biaya Tenaga Kerja, Crashing, Critical Path Method, Optimalisasi Waktu, Proyek Konstruksi.

ABSTRACT

Construction project delays are often triggered by suboptimal workforce planning and scheduling. This research aims to optimize the duration and labor cost of the 8-Storey Building Project by integrating CPM and Microsoft Project-assisted crashing techniques. A quantitative descriptive method with a case study approach was used to analyze data on duration, activity dependence, and labor costs. The identification results showed a critical trajectory including work on the bottom, top, architecture, and MEP structures. The implementation of crashing (overtime and the addition of workers with a 1.4 times increase in productivity) succeeded in significantly shortening the duration of the project. The total overall cost (labor and equipment) actually decreased, for example in the lower structure from IDR 3.11 billion to IDR 2.80 billion. The integration of CPM and crashing has proven to be effective in optimizing the duration and cost efficiency of multi-storey building projects.

Keywords: Construction Projects, Crashing, Critical Path Method, Labor Costs, Time Optimization.

PENDAHULUAN

Keterlambatan proyek konstruksi merupakan permasalahan klasik yang hampir selalu muncul dalam pelaksanaan proyek di Indonesia (Madeppungeng dkk., 2019). Proyek konstruksi bersifat kompleks dengan keterbatasan sumber daya, waktu, dan anggaran (Antari dkk., 2023). Pengelolaan sumber daya yang meliputi tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi (Fadli dkk., 2025). Akar masalah utamanya sering kali terletak pada ketidakakuratan perencanaan tenaga kerja dan penjadwalan. Inefisiensi pengelolaan tenaga kerja dapat menurunkan produktivitas hingga 20–30% (Huynh dkk., 2025), sementara kesalahan alokasi tenaga kerja berpotensi memperpanjang durasi proyek hingga 15% (Riswan dkk., 2024).

Proyek pembangunan gedung 8 lantai dengan luas 10.161,82 m² dan target penyelesaian 10 bulan memiliki kompleksitas pekerjaan tinggi, mulai dari struktur bawah, struktur atas, arsitektur, hingga MEP. Namun, metode penjadwalan konvensional tidak mampu memetakan hubungan ketergantungan antaraktivitas secara akurat. Sedangkan, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menyatakan bahwa deviasi progres melebihi 10% perlu mendapat perhatian serius (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2017). Kurangnya pemanfaatan teknologi penjadwalan seperti *Microsoft Project* semakin memperburuk kondisi ini, padahal perangkat lunak tersebut terbukti meningkatkan akurasi penjadwalan dan pengelolaan sumber daya (Nurmeiyliandari

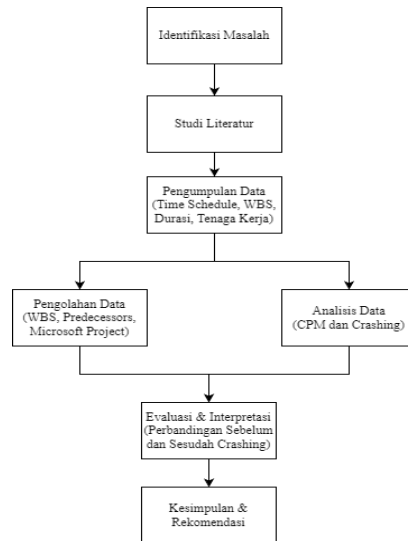
dkk., 2023). Penelitian ini menawarkan solusi melalui integrasi *Critical Path Method* (CPM) untuk mengidentifikasi jalur kritis dan durasi optimal (Perdana dan Sari, 2022), serta teknik *crashing* yang dikombinasikan dengan *Microsoft Project*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada Proyek Pembangunan Gedung 8 Lantai di Kota Surakarta, Jawa Tengah (Sugiyono, 2021). Subjek penelitian ini adalah seluruh aktivitas pekerjaan proyek yang meliputi pekerjaan struktur bawah, struktur atas, arsitektur, serta mekanikal, elektrik, dan *plumbing* (MEP), dengan data yang diteliti berupa durasi masing-masing aktivitas, hubungan ketergantungan antar aktivitas (*predecessor*), biaya tenaga kerja, serta biaya sewa alat berat.

1. Desain Penelitian

Desain penelitian dalam studi ini disusun secara sistematis melalui serangkaian tahapan yang saling terkait dan berurutan, dimulai dari identifikasi masalah untuk menentukan fokus penelitian, dilanjutkan dengan studi literatur guna memperkuat landasan teori, kemudian pengumpulan data proyek yang diperlukan, selanjutnya penyusunan penjadwalan proyek menggunakan *Microsoft Project* berdasarkan *Work Breakdown Structure* (WBS), setelah itu dilakukan analisis data dengan metode *Critical Path Method* (CPM) dan teknik *crashing*, kemudian evaluasi dan interpretasi hasil analisis, dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan serta pemberian saran. Adapun tahapan penelitian tersebut dapat dilihat secara visual yang dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Desain Penelitian

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dokumentasi dengan mengkaji dokumen proyek seperti kurva-S, laporan harian, laporan mingguan, dan *time schedule*, serta studi literatur dengan menelaah jurnal ilmiah dan buku terkait manajemen proyek, metode CPM, dan teknik *crashing* (Sugiyono, 2021). Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi durasi waktu proyek yang dinyatakan dalam satuan hari, lintasan kritis yang diidentifikasi berdasarkan aktivitas dengan total *float* sama dengan nol (Kerzner, 2022), biaya tenaga kerja dalam satuan rupiah baik pada kondisi normal maupun setelah percepatan (Project Management Institute, 2021), produktivitas tenaga kerja yang dihitung sebagai perbandingan antara bobot harian dengan jumlah pekerja (Sinungan, 2018), serta *cost slope* yang dihitung menggunakan rumus (biaya dipercepat dikurangi biaya normal) dibagi (waktu normal dikurangi waktu dipercepat) (Perdana dan Sari, 2022).

3. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui enam tahapan. Tahap pertama adalah penyusunan jaringan kerja (*network planning*) menggunakan *Microsoft Project* dalam bentuk *Gantt Chart* dan *network diagram* (Farida dan Anenda, 2022). Tahap kedua

adalah analisis *Critical Path Method* (CPM) melalui perhitungan *forward pass* untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), serta *backward pass* untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF), kemudian total *float* dihitung dengan rumus LS dikurangi ES atau LF dikurangi EF, di mana aktivitas dengan nilai *float* sama dengan nol merupakan aktivitas kritis (Nugraha dan Titisari, 2024). Tahap ketiga adalah analisis *crashing* yang difokuskan pada aktivitas lintasan kritis dengan penambahan jam kerja lembur maksimal 4 jam per hari sesuai (Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 2021) serta penambahan jumlah pekerja hingga target peningkatan produktivitas 1,4 kali dari kondisi normal. Tahap keempat adalah perhitungan upah lembur dengan ketentuan jam pertama dibayar 1,5 kali upah lembur, jam kedua dibayar upah jam pertama ditambah 2 kali upah lembur, jam ketiga dibayar upah jam pertama ditambah 4 kali upah lembur, dan jam keempat dibayar upah jam pertama ditambah 6 kali upah lembur. Tahap kelima adalah simulasi percepatan proyek menggunakan *Microsoft Project* dengan mengubah durasi aktivitas kritis sesuai hasil analisis *crashing*. Tahap keenam adalah evaluasi hasil analisis dengan membandingkan kondisi proyek sebelum dan sesudah percepatan dari segi waktu dan

biaya tenaga kerja, mengacu pada prinsip manajemen proyek dalam PMBOK serta standar nasional SNI 2833:2016 tentang tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi.

4. Alat Penelitian

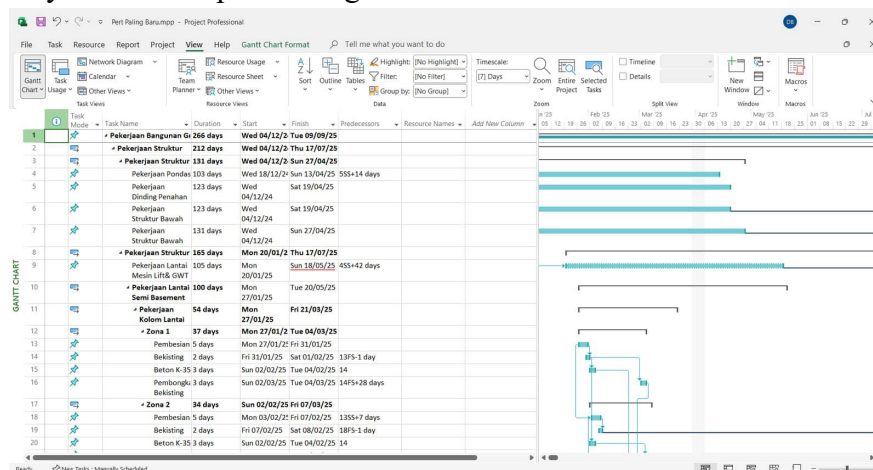
Penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) sebagai instrumen utama karena fokus penelitian berada pada analisis manajemen konstruksi yang tidak memerlukan pengujian laboratorium maupun survei lapangan secara langsung. Perangkat lunak utama yang digunakan adalah *Microsoft Project*. Perangkat lunak ini berfungsi untuk menyusun jadwal proyek, menghasilkan *Gantt Chart* dan *network diagram*, menentukan lintasan kritis secara otomatis, serta melakukan simulasi percepatan proyek (*crashing*) melalui perubahan durasi aktivitas pada lintasan kritis. Perangkat lunak pendukung yang digunakan adalah *Microsoft Excel* untuk mengolah data numerik seperti perhitungan biaya tenaga kerja, biaya alat berat, *cost slope*, serta menyusun tabel perbandingan

dan grafik pendukung. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan dokumen proyek sebagai data pendukung, meliputi *time schedule*, kurva-S, *Work Breakdown Structure* (WBS), data biaya tenaga kerja, serta data sewa alat berat yang mengacu pada AHSP PUPR dan tarif sewa DPU PR Jawa Tengah. Dengan kombinasi instrumen tersebut, proses analisis data dapat dilakukan secara terstruktur dan akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penggunaan *Microsoft Project* dalam Mengidentifikasi Lintasan Kritis

Seluruh aktivitas proyek diidentifikasi berdasarkan *Work Breakdown Structure* (WBS) ke dalam lima kelompok utama (struktur bawah, struktur atas, arsitektur, MEP, dan infrastruktur), kemudian dimasukkan ke dalam *Gantt Chart* *Microsoft Project* menggunakan fitur *Indent/Outdent* sesuai hierarki WBS dengan durasi setiap aktivitas mengacu pada kurva-S proyek yang dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Tampilan *Microsoft Project* yang Telah Diinput Data

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *Microsoft Project*, berhasil diidentifikasi lintasan kritis (*critical path*) pada Proyek Pembangunan Gedung 8 Lantai. Lintasan kritis merupakan rangkaian aktivitas yang memiliki total durasi terpanjang dan tidak memiliki

kelonggaran waktu (*float* = 0), sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas akan langsung berdampak pada keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan (Perdana dan Sari, 2022). Rangkuman aktivitas lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Aktivitas Lintasan Kritis

No.	Uraian Pekerjaan	Aktivitas Kritis
1.	Struktur Bawah	Pondasi dalam, dinding penahan tanah, struktur bawah lantai mesin <i>lift</i> & GWT, struktur bawah lantai <i>semi basement</i>
2.	Struktur Atas	Lantai mesin <i>lift</i> & GWT, lantai <i>semi basement</i> , lantai 1, lantai 2
3.	Arsitektur	Lantai <i>semi basement</i> , lantai 1, lantai 2
4.	MEP	Pekerjaan <i>plumbing</i> , pekerjaan listrik & proteksi petir

Durasi normal untuk pekerjaan struktur bawah, struktur atas, arsitektur, dan MEP disajikan pada Tabel 2 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 2. Durasi Normal

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal (hari)
1.	Struktur Bawah	161
2.	Struktur Atas	105
3.	Arsitektur	102
4.	MEP	112

2. Penggunaan Metode *Crashing* pada *Critical Path Method* untuk Optimalisasi Durasi dan Biaya

Dasar perhitungan biaya tak langsung dan lembur biaya tak langsung (per orang per hari) adalah sebagai berikut.

- Mandor = Rp110.000,00
- Kepala Tukang = Rp103.000,00

- Tukang = Rp96.000,00
- Pekerja = Rp91.000,00

Upah lembur dihitung berdasarkan PP No. 35 Tahun 2021 dengan rumus $1/173 \times$ upah bulanan, kemudian dikalikan koefisien lembur per jam. Hasil analisis upah lembur ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Upah Lembur per Jam

Jam Lembur	Mandor (Rp)	Kepala Tukang (Rp)	Tukang (Rp)	Pekerja (Rp)
0 jam pertama	26.705,00	25.006,00	23.306,00	22.092,00
Jam kedua	62.312,00	58.347,00	54.381,00	51.549,00
Jam ketiga	97.919,00	91.688,00	85.457,00	81.006,00
Jam keempat	133.526,00	125.029,00	116.532,00	110.462,00

Selanjutnya, untuk jumlah pekerja, tambahan pekerja, beserta jumlah setelah *crashing* untuk pekerjaan struktur bawah,

struktur atas, arsitektur, dan MEP ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 4. Perubahan Jumlah Pekerja

Jenis Pekerjaan	Jumlah Pekerja (hari)	Tambahan Pekerja (hari)	Jumlah Setelah <i>Crashing</i> (hari)
Struktur Bawah	91	37	128
Struktur Atas	82	33	115
Arsitektur	81	33	114
MEP	36	15	51

Analisis Optimalisasi Waktu (Pramuditia/ hal. 40-47)

Selanjutnya, untuk jumlah pekerja, tambahan pekerja, beserta jumlah setelah crashing untuk pekerjaan struktur bawah,

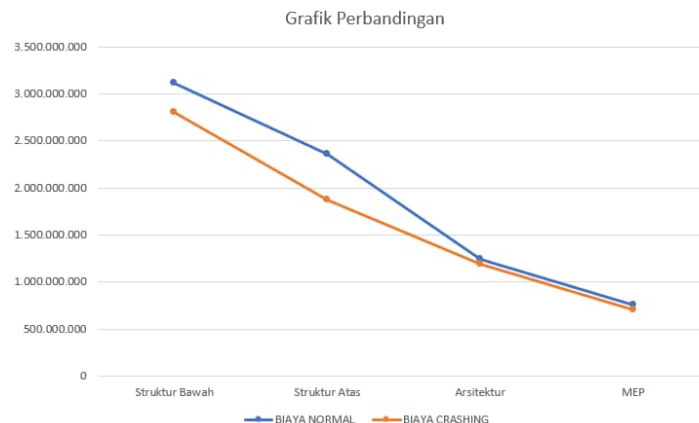
struktur atas, arsitektur, dan MEP ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 5. Perubahan Biaya Tenaga Kerja dan Alat Berat Seluruh Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Komponen	Biaya Awal (Rp)	Biaya <i>Crashing</i> (Rp)	Selisih (Rp)
Struktur Bawah	Tenaga Kerja	1.846.107.627,00	1.849.244.209,00	+3.136.582,00
	Alat Berat	1.265.460.000,00	951.460.000,00	-314.000.000,00
Struktur Atas	Tenaga Kerja	1.104.426.435,00	1.027.784.782,00	-76.641.653,00
	Alat Berat	1.250.550.000,00	845.610.000,00	-404.940.000,00
Arsitektur	Tenaga Kerja	985.706.172,00	1.006.465.416,00	+20.759.244,00
	Alat Berat	255.000.000,00	185.000.000,00	-70.000.000,00
MEP	Tenaga Kerja	481.041.792,00	498.937.692,00	+17.895.900,00
	Alat Berat	280.000.000,00	205.000.000,00	-75.000.000,00
Total	Tenaga Kerja	4.417.282.026,00	4.382.432.099,00	-34.849.927,00
	Alat Berat	3.051.010.000,00	2.187.070.000,00	-863.940.000,00
Total Keseluruhan		7.468.292.026,00	6.569.502.099,00	-898.789.927,00

Untuk memperjelas visualisasi data tersebut, berikut disajikan grafik

perbandingan biaya sebelum dan sesudah *crashing* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Sebelum dan Sesudah *Crashing*

Gambar 3 menunjukkan bahwa penerapan *crashing* menghasilkan penurunan biaya keseluruhan proyek. Penurunan terbesar berasal dari biaya alat berat sebesar Rp863.940.000,00. Sedangkan biaya tenaga kerja secara keseluruhan berkurang sebesar Rp34.849.927,00. Dengan demikian, total biaya proyek mengalami penurunan sebesar Rp898.789.927,00, dari Rp7.468.292.026,00 menjadi Rp6.569.502.099,00. Hasil tersebut menunjukkan bahwa percepatan proyek

tidak selalu menyebabkan peningkatan biaya total apabila dilakukan melalui pengelolaan sumber daya dan pemilihan aktivitas kritis yang tepat. Dengan demikian, penerapan metode *crashing* berbasis *Critical Path Method* (CPM) dalam penelitian ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan durasi proyek. Metode ini tidak hanya mampu mempercepat waktu penyelesaian proyek, tetapi juga memberikan kerangka analisis yang komprehensif dalam mengelola keseimbangan antara waktu dan biaya,

sehingga relevan untuk diterapkan pada proyek konstruksi sejenis di masa mendatang.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis optimalisasi waktu dan biaya tenaga kerja pada Proyek Pembangunan Gedung 8 Lantai, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Microsoft Project* dan metode CPM terbukti efektif dalam menyusun jaringan kerja serta mengidentifikasi lintasan kritis yang terdiri dari aktivitas struktur bawah, struktur atas, arsitektur, dan MEP yang seluruhnya tidak memiliki kelonggaran waktu (*float* = 0), sehingga keterlambatan pada aktivitas tersebut akan berdampak langsung terhadap durasi total proyek, dan penerapan metode *crashing* melalui penambahan jam kerja lembur serta optimalisasi tenaga kerja pada aktivitas lintasan kritis dengan mempertimbangkan nilai *cost slope* terendah berhasil mempercepat durasi proyek secara efisien meskipun terdapat peningkatan biaya tenaga kerja, sehingga secara keseluruhan kombinasi metode CPM dan teknik *crashing* efektif dalam mengoptimalkan durasi dan biaya proyek konstruksi serta dapat menjadi alternatif solusi dalam mengatasi keterlambatan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Antari, N. K. L., Sunatha, I. G. N., dan Wirawan, I. P. A. P. (2023). Analisis Metode Fast Track untuk Mempersingkat Waktu Pelaksanaan Proyek Pematangan Lahan Tahap II Pusat Kebudayaan Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar (JITUMAS)*, 3(2), 61–67.
- Fadli, J., Suraji, A., dan Ophiyandri, T. (2025). Strategi Kontraktor dalam Manajemen Multi Proyek Konstruksi Secara Bersamaan. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), 165–173.
- Farida, Y. dan Anenda, L. P. (2022). 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*, 14(4), 377–390.
- Huynh, N. M., Le-Hoai, L., dan Do, C. D. (2025). Assessing and Improving Labor Productivity Management in Construction: A Practical Framework and Measurement Tool. *Construction Economics and Building*, 25(1), 69–96.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 14/PRT/M/2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 13th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons Publication, Inc.
- Madeppungeng, A., Ujianto, R., dan Damanik, M. F. (2019). Pengaruh Supply Chain Management (SCM) terhadap Daya Saing dan Kinerja Proyek pada Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi (Studi Kasus: Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi di DKI Jakarta dan Tangerang). *Jurnal Fondasi*, 8(1), 1-11.
- Nugraha, D. N. P. dan Titisari, M. A. (2024). Penerapan Critical Path Method dalam Penjadwalan Proyek Pemasangan Tangki Storage ST-1812, Studi Kasus Pada PT MSM. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(2), 143–150.

- Nurmeyliandari, R., Panjaitan, F., Bastam, M. N., Devi, D. S., dan Pratama, M. A. (2023). Penerapan Microsoft Project Dalam Penjadwalan Proyek. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(4), 2437–2442.
- Perdana, M. A., dan Sari, R. P. (2022). Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Rumah Tinggal Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 6(2), 116-123.
- Project Management Institute. (2021). *PMBOK Guide (Number July)*. Pennsylvania: PMI.
- Riswan, Maulana, R., Hermawan, A., dan Sari, S. N. (2024). Analisis Optimalisasi Jumlah Tenaga Kerja Terhadap Time Schedule Pada Proyek Rehabilitasi SMP Negeri 2 Wates. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 3(1), 35–44.
- Sinungan, M. (2018). *Produktivitas : Apa dan Bagaimana*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.