

## Optimalisasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode *Time-Cost Trade Off*

Tio Boanmora Nabasa Rajagukguk<sup>1\*</sup>, Lila Ayu Ratna Winanda<sup>2</sup>, Munasih<sup>3</sup>, Sriliani Surbakti<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia

\*email: lilawinanda@lecturer.itn.ac.id

---

### Info Artikel

Dikirim: 15 Desember 2025

Diterima: 15 Januari 2026

Diterbitkan:

### Kata kunci:

Biaya Percepatan;

Percepatan Durasi;

Proyek Konstruksi;

*Time-Cost Trade Off*.

---

### ABSTRAK

Percepatan durasi proyek konstruksi berpotensi meningkatkan biaya, sehingga diperlukan pendekatan analitis untuk menyeimbangkan waktu dan biaya secara efisien. Penelitian ini menganalisis penerapan metode *Time-Cost Trade Off* (TCTO) dalam optimalisasi penjadwalan proyek melalui evaluasi hubungan antara percepatan waktu dan perubahan total biaya. Penelitian menggunakan data durasi normal dan durasi percepatan, biaya langsung, serta biaya tambahan akibat lembur. Metode analisis meliputi *Critical Path Method* (CPM) untuk mengidentifikasi aktivitas kritis dan analisis *crashing* berbasis TCTO guna menentukan alternatif percepatan yang ekonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi normal proyek adalah 151 hari dengan total biaya Rp1.634.386.623,07. Penerapan lembur 2 jam menghasilkan durasi 131 hari dengan total biaya Rp1.811.132.883,32, sedangkan lembur 3 jam menurunkan durasi menjadi 123 hari dengan total biaya Rp1.817.213.981,61. Temuan ini menunjukkan bahwa percepatan durasi proyek berdampak pada peningkatan biaya, sehingga pemilihan skenario percepatan perlu mempertimbangkan *trade-off* antara pengurangan waktu dan tambahan biaya sebagai dasar pengambilan keputusan penjadwalan proyek.

---

## 1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi nasional mengalami pertumbuhan yang signifikan, ditunjukkan oleh peningkatan investasi infrastruktur sekitar 23 persen per tahun sejak 2020 [1]. Namun, kinerja pelaksanaan proyek belum sepenuhnya optimal, ditandai dengan sekitar 58 persen proyek yang mengalami keterlambatan lebih dari 30 persen dari jadwal awal dan menimbulkan kerugian ekonomi hingga Rp15,2 triliun per tahun akibat penurunan produktivitas [2][3]. Permasalahan tersebut menegaskan pentingnya pengendalian waktu dan biaya sebagai faktor kunci keberhasilan proyek konstruksi. Keberhasilan proyek tidak hanya ditentukan oleh penyelesaian fisik, tetapi juga oleh ketercapaian aspek waktu, biaya, dan mutu (*triple constraint*) yang saling terkait [4][5][6]. Meningkatnya kompleksitas proyek konstruksi turut memperbesar tantangan dalam pengelolaan ketiga aspek tersebut [7]. Berbagai penelitian terdahulu telah menerapkan metode *Time-Cost Trade Off* (TCTO) untuk menganalisis percepatan proyek melalui hubungan antara pengurangan durasi dan peningkatan biaya [8]. Metode ini umumnya dilakukan dengan teknik *crashing* pada aktivitas jalur kritis melalui penambahan sumber daya, seperti jam lembur dan tenaga kerja [9][10][11]. Namun demikian, sebagian studi masih berfokus pada pencapaian pemendekan durasi, sementara evaluasi komparatif efisiensi biaya antar skenario percepatan belum dibahas secara mendalam [12].

Sehubungan dengan hal tersebut, masih diperlukan pengembangan analisis yang menekankan perbandingan berbagai alternatif percepatan berbasis jam lembur dengan mempertimbangkan keseimbangan antara pengurangan durasi dan tambahan biaya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis percepatan

penjadwalan proyek menggunakan metode TCTO untuk menentukan alternatif percepatan yang paling efisien dari sisi waktu dan biaya. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi manajemen proyek dalam merencanakan penjadwalan yang lebih efektif dan terkendali.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang menganalisis percepatan penjadwalan proyek menggunakan metode TCTO. Data yang digunakan meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Kurva S proyek, yang digunakan untuk menyusun struktur aktivitas dan menentukan durasi normal berdasarkan jumlah tenaga kerja serta koefisien pekerjaan dengan mengacu pada Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi (HSPK) Kota Malang Tahun 2024 [17].

Jaringan kerja disusun menggunakan perangkat lunak *microsoft project* untuk mengidentifikasi lintasan kritis pada pekerjaan struktur lantai 1 hingga lantai dak dan ring balok. Analisis percepatan dilakukan dengan teknik *crashing* pada aktivitas kritis melalui beberapa alternatif penambahan jam kerja, yaitu tanpa lembur (kondisi normal), lembur 2 jam, dan lembur 3 jam per hari. Alternatif lembur di atas 3 jam tidak dianalisis karena berpotensi menurunkan produktivitas secara signifikan dan meningkatkan risiko kelelahan tenaga kerja, sehingga skenario 2 dan 3 jam dipilih sebagai alternatif percepatan yang paling realistis dan operasional untuk dianalisis berdasarkan acuan Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 Pasal 26 [18].

Analisis TCTO dilakukan dengan menghitung durasi terkompresi (*crash duration*), biaya percepatan (*crash cost*), dan nilai *cost slope* untuk setiap skenario, kemudian dibandingkan guna menentukan kombinasi durasi dan biaya yang paling efisien. Dalam analisis ini, dampak lembur terhadap produktivitas dipertimbangkan secara kuantitatif melalui pembatasan jam lembur, dengan asumsi bahwa lembur hingga 2–3 jam per hari masih berada dalam batas produktivitas yang relatif stabil, sedangkan dampak terhadap mutu pekerjaan diasumsikan tetap memenuhi standar teknis proyek.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Durasi Normal (*Normal Duration*)

Durasi normal aktivitas ditentukan berdasarkan analisis volume pekerjaan dan produktivitas sumber daya pada pekerjaan struktur lantai 1 hingga lantai dak dengan acuan HSPK Kota Malang Tahun 2024. Berikut adalah contoh tahapan perhitungan mencari durasi normal pada pekerjaan pemasangan bekisting kolom lantai 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien mandor} &= 0,0330 \\
 \text{Harga satuan} &= \text{Rp } 190.320 \\
 \text{Jumlah harga} &= \text{Rp } 6.281 \\
 \text{Volume pekerjaan} &= 259,2 \text{ m}^2 \\
 \text{SDM 1 hari kerja} &= \text{koefisien} \times \text{volume} \\
 &= 0,0330 \times 259,2 \\
 &= 8,55 \\
 \text{Durasi sesuai SDM} &= \frac{\text{SDM 1 hari kerja}}{\text{Ketersediaan SDM}} = \frac{8,55}{1} = 8,55 \text{ hari} \approx 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

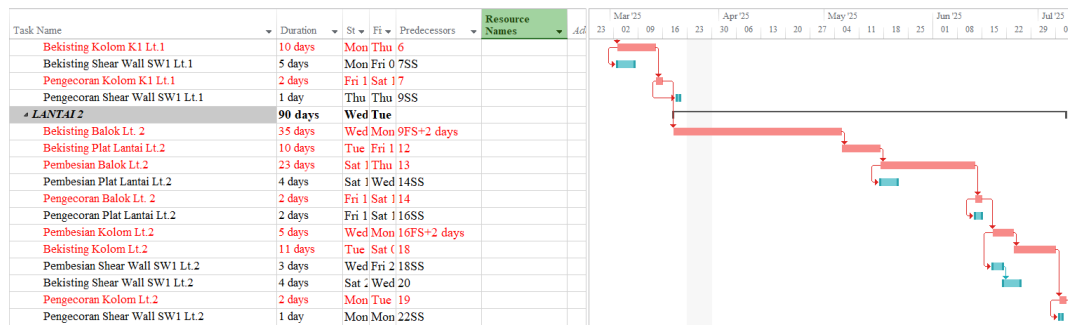
Rekapitulasi hasil analisa sumber daya dan durasi normal terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi durasi normal

No	Item Pekerjaan	Volume	Durasi (Hari)	Keterangan
1	Bekisting Plat Lantai Lt.1	30,2 m <sup>2</sup>	4	-
2	Pengecoran Plat Lantai Lt.1	95,2 m <sup>3</sup>	2	-
3	Bekisting Kolom Lt.1	259,2 m <sup>2</sup>	10	Dipercepat
4	Pembesian Kolom Lt.1	5602,2 kg	4	-

No	Item Pekerjaan	Volume	Durasi (Hari)	Keterangan
5	Bekisting Shear Wall SW1 Lt.1	73,1 m <sup>2</sup>	5	-
6	Bekisting Balok Lt.2	438,59 m <sup>2</sup>	35	Dipercepat
7	Bekisting Plat Lantai Lt.2	583,43 m <sup>2</sup>	10	Dipercepat
8	Pembesian Plat Lantai Lt.2	16557,7 kg	4	-
9	Bekisting Kolom Lt.2	252,96 m <sup>2</sup>	11	Dipercepat
10	Pembesian Balok Lt.3	15912,29 kg	16	Dipercepat

Estimasi durasi hasil analisis digunakan untuk menyusun jadwal proyek dengan bantuan *software microsoft project*, yang selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi lintasan kritis penentu durasi total proyek, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Gantt chart* jadwal pelaksanaan proyek

*Gantt Chart* menunjukkan urutan, durasi, dan ketergantungan aktivitas, dengan aktivitas kritis ditandai warna merah sebagai penentu durasi total proyek dan dasar analisis *crash duration* serta *crash cost*.

### 3.2 Durasi Percepatan (*Crash Duration*)

Setelah lintasan kritis diidentifikasi, *crash duration* ditentukan untuk setiap aktivitas kritis guna mengetahui batas percepatan yang masih aman. Penentuan *crash duration* dilakukan melalui serangkaian tahapan perhitungan. Berikut contoh perhitungan *crash duration* pada pekerjaan pemasangan bekisting kolom lantai 1 untuk penambahan jam kerja lembur sebanyak 2 jam.

Diketahui :

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}} = \frac{267,84}{10} = 26,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal}} = \frac{26,78}{8} = 3,35 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas lembur} &= \text{Jam lembur} \times \text{Koef. Produktivitas} \times \text{Prod. per jam} \\ &= 2 \times 0,8 \times 3,35 \\ &= 5,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas crashing} &= \text{Prod. Harian} + \text{Prod. Lembur} \\ &= 26,78 + 5,36 \\ &= 32,14 \end{aligned}$$

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas crashing}} = \frac{267,84}{32,14} = 8,33 \approx 9 \text{ hari}$$

Langkah perhitungan yang sama diterapkan pada skenario penambahan lembur 3 jam. Rekapitulasi durasi percepatan akibat penambahan lembur 2 jam dan 3 jam masing-masing disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi durasi percepatan

No	Item Pekerjaan	2 Jam Lembur				3 Jam Lembur			
		Produktivitas		Crash Duration		Produktivitas		Crash Duration	
		Harian	Crash	Hari	Pemb.	Harian	Crash	Hari	Pemb.
1	Bekisting Kolom K1 Lt.1	26,78	33,81	8,33	9	26,78	33,81	7,92	8
2	Bekisting Balok Lt. 2	12,53	15,04	29,1	30	12,53	15,82	27,72	28
3	Bekisting Plat Lantai Lt.2	58,34	70,01	8,33	9	58,34	73,66	7,92	8
4	Bekisting Kolom Lt.2	23,00	27,6	9,17	10	23,00	29,03	8,71	9
5	Pembesian Balok Lt.3	994,52	1193	13,3	14	994,52	1255,5	12,67	13

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penerapan lembur 2 jam pada seluruh aktivitas kritis menghasilkan *crash duration* proyek selama 131 hari, sedangkan lembur 3 jam menurunkan durasi total proyek menjadi 123 hari.

### 3.3 Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Berikut contoh perhitungan upah tenaga kerja untuk penambahan jam kerja (lembur) untuk mandor :

$$\begin{aligned} \text{Upah pekerja / jam} &= \frac{\text{Upah / hari}}{\text{Jam kerja}} = \frac{\text{Rp } 190.320,00}{8} = \text{Rp } 23.790 \\ \text{Upah lembur 2 jam} &= (1,5 \times \text{upah perjam}) + (2 \times 1 \times \text{upah perjam}) \\ &= (1,5 \times \text{Rp } 23.790) + (2 \times 1 \times \text{Rp } 23.790) \\ &= \text{Rp } 83.265,00 \end{aligned}$$

Rekapitulasi upah tenaga kerja lembur 2 jam dan 3 jam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi upah pekerja

No	Uraian	Upah Pekerja / Hari	Upah Pekerja / Jam	Upah 2 Jam	Upah 3 Jam
1	Pekerja	Rp 139.481,00	Rp. 17.435	Rp 61.023	Rp 95.893
2	Tukang Kayu	Rp 170.560,00	Rp. 21.320	Rp 74.620	Rp 117.260
3	Tukang Besi	Rp 164.937,00	Rp. 20.617	Rp 72.160	Rp 113.394
4	Tukang Batu	Rp 170.560,00	Rp. 21.320	Rp 74.620	Rp 117.260
5	Kepala Tukang	Rp 179.920,00	Rp. 22.490	Rp 78.715	Rp 123.695
6	Mandor	Rp 190.320,00	Rp. 23.790	Rp 83.265	Rp 130.845

### 3.4 *Cost Slope*

Setelah durasi percepatan ditentukan, *cost slope* dihitung untuk menilai tambahan biaya akibat pengurangan durasi pada setiap aktivitas kritis. Contoh perhitungan biaya percepatan dan *cost slope* ditunjukkan pada pekerjaan bekisting kolom lantai 1 dengan lembur 2 jam.

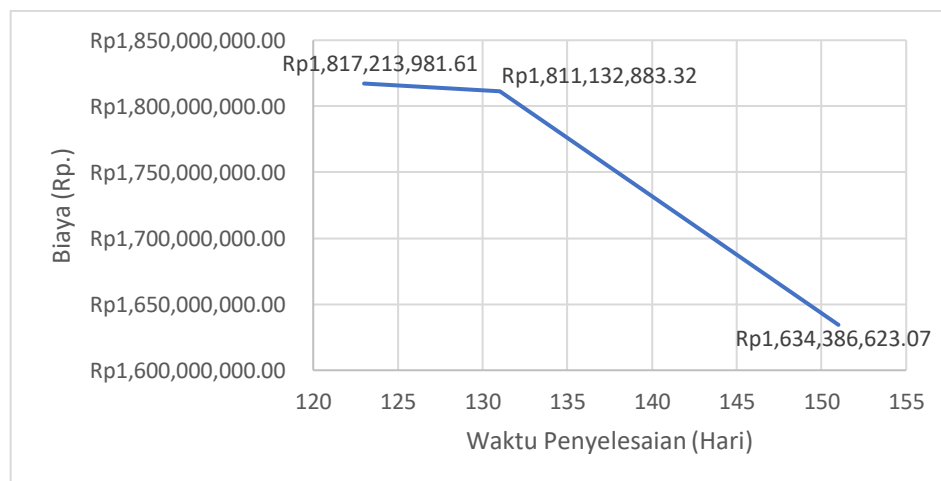
$$\begin{aligned} \text{Upah lembur} &= \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{biaya lembur} \times \text{crash duration} \\ \text{Pekerja} &= 20 \text{ orang} \times \text{Rp } 61.023 \times 9 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 9.763.670 \\ \text{Biaya percepatan} &= \text{Biaya normal} + \text{Total upah lembur} \\ &= \text{Rp } 51.630.120 + \text{Rp } 17.029.110 \\ &= \text{Rp } 68.659.230 \\ \text{Cost slope} &= \frac{\text{Biaya percepatan} - \text{Biaya normal}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan}} = \frac{\text{Rp } 68.659.230 - \text{Rp } 51.630.120}{10 - 9} = \text{Rp } 8.514.444 \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk tukang kayu, kepala tukang, dan mandor untuk 3 jam lembur. Rekapitulasi biaya percepatan (*crash cost*) dan *cost slope* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi *crash cost* dan *cost slope*

Item Pekerjaan	Biaya Normal (Rp.)	2 Jam Lembur			3 Jam Lembur		
		Upah Lembur (Rp.)	Crash Cost (Rp.)	Cost Slope (Rp.)	Upah Lembur (Rp.)	Crash Cost (Rp.)	Cost Slope (Rp.)
Bekisting Kolom Lt.1	51.630.120	17.029.110	68.659.230	8.514.444	26.760.030	78.390.150	13.380.015
Bekisting Balok Lt.2	14.631.624	16.659.353	31.290.976	3.331.870	16.659.353	39.065.341	3.490.531
Bekisting Plat Lantai Lt.2	148.531.118	36.857.678	185.388.795	36.857.677	57.919.208	206.450.324	57.919.207
Bekisting Kolom Lt.2	33.829.789	19.319.729	53.149.517	19.319.728	27.323.616	61.153.405	13.661.808
Pembesian Balok Lt.3	97.868.125	11.762.726	109.630.851	5.881.362	17.163.977	115.032.102	5.721.325

Analisis TCTO menunjukkan bahwa *cost slope* meningkat dari Rp176.746.260,25 pada lembur 2 jam menjadi Rp182.827.358,54 pada lembur 3 jam, yang menandakan peningkatan biaya seiring percepatan durasi. Total biaya proyek naik dari Rp1.634.386.623,07 pada kondisi normal menjadi Rp1.811.132.883,32 untuk lembur 2 jam dan Rp1.817.213.981,61 untuk lembur 3 jam. Hubungan durasi dan biaya selanjutnya ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu dan biaya

Grafik waktu–biaya menunjukkan *trade-off* yang jelas, di mana percepatan durasi meningkatkan biaya proyek, lembur 2 jam lebih efisien secara biaya, sedangkan lembur 3 jam menghasilkan durasi tercepat dengan konsekuensi biaya lebih tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa percepatan durasi proyek melalui peningkatan jam lembur diikuti oleh kenaikan biaya total, dengan lembur 2 jam memberikan efisiensi yang lebih baik dibandingkan lembur 3 jam yang menghasilkan pengurangan durasi tambahan namun dengan *cost slope* lebih tinggi. Temuan ini menegaskan prinsip TCTO bahwa percepatan tidak bersifat linier dan memiliki batas efisiensi akibat potensi penurunan produktivitas dan kualitas pada lembur yang lebih agresif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa lembur moderat memberikan keseimbangan yang lebih baik antara efisiensi waktu dan biaya dibandingkan lembur berlebihan. Perbedaan penelitian ini terletak pada penggunaan data proyek aktual dan standar biaya lokal, sehingga hasil analisis menjadi lebih kontekstual dan aplikatif. Dari sisi manajerial, hasil ini memberikan dasar kuantitatif bahwa keputusan percepatan sebaiknya tidak hanya berorientasi pada durasi tercepat, tetapi pada kombinasi waktu dan biaya yang paling efisien. Dengan demikian, metode TCTO dapat digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan strategis dalam pengendalian jadwal proyek konstruksi.

#### 4. KESIMPULAN

Analisis *Time–Cost Trade Off* menunjukkan adanya *trade-off* yang jelas antara percepatan durasi dan peningkatan biaya proyek, di mana lembur 2 jam merupakan alternatif paling efisien dibandingkan lembur 3 jam yang menghasilkan durasi tercepat dengan biaya tertinggi. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan manajemen konstruksi melalui penerapan TCTO berbasis data proyek aktual dan standar biaya lokal sebagai dasar pengambilan keputusan penjadwalan. Namun, penelitian ini terbatas pada pekerjaan struktur dan menggunakan asumsi produktivitas tenaga kerja yang konstan, sehingga penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan pendekatan *Time–Cost–Quality Trade Off* dengan mempertimbangkan aspek mutu, produktivitas, dan risiko proyek.

#### REFERENSI

- [1] Rima and Naim, “Infrastruktur Berkelanjutan : Analisis Bantuan Luar Negeri Jepang Dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Indonesia,” *J. Akutansi, Manajemen, Dan Ilmu Pendidik.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–33, 2025.
- [2] M. Z. Umar, “Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Pendapatan Para Pengusaha Bahan Bangunan Lokal Di Kota Kendari,” *J. Arsit. Zo.*, vol. 5, no. 3, 2022.
- [3] E. S. Ayu, I. Khaidir, and E. Rita, “Kajian Pengaruh Manajemen Sumber Daya Terhadap Produktivitas Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung,” *Siklus J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 80–90, 2024, doi: 10.31849/siklus.v10i1.11534.
- [4] A. Nardiansyaha and D. Widi Astin Intansari, “Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crashing pada Proyek Pembangunan Jalan Simp.4 Kaliorang –Talisayan Kalimantan Timur,” *J. Kridatama Sains dan Teknol.*, vol. 04, no. 02, pp. 127–141, 2022, doi: <https://doi.org/10.53863/Kst.V4i02.498>.
- [5] Y. I. Silalahi, L. Masthura, and N. Fahriana, “Analisis Faktor - Faktor Penentu Keberhasilan Proyek Konstruksi Berdasarkan Mutu, Biaya dan Waktu,” *J. Komposit J. Ilmu-ilmu Tek. Sipil*, vol. 7, no. 2, pp. 233–239, 2023, doi: 10.32832/komposit.v7i2.14240.
- [6] F. Putra, A. Andreas1, and N. Plamonia, “Analisis Biaya, Mutu, Waktu pada Bekisting Multipleks dengan Phenolic untuk Pekerjaan Kolom dan Balok,” *J. Artesis*, vol. 2, no. 2, pp. 153–161, 2022, doi: <https://doi.org/10.35814/artesis.v2i2.4297>.
- [7] G. G. A. Syafridon, Syahrizal, R. Karolina, M. P. Handana, and M. Christin, “Optimization of Project Time and Cost in Pandemic Era by Time Cost Trade Off Method of Universitas Negeri Medan Case Study,” *J. Ilm. Tek. Sipil Agreg.*, vol. 2, no. 2, pp. 44–49, 2022, doi: <https://doi.org/10.51510/agregat.v2i2.755>.
- [8] Y. M. Wilujeng, “Penjadwalan Ulang pada Proyek Pembangunan Gedung Penunjang Pembelajaran Universitas Negeri Malang dengan Metode Fast Track,” Institut Teknologi Nasional Malang, 2023.
- [9] S. D. Werdana and B. Priyanto, “Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off,” *J. Compr. Sci.*, vol. 2, no. 7, pp. 1976–1980, 2023, doi: <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i7.423>.
- [10] A. A. Wahyu, A. Gunasti, and I. C. Dewi, “Standarisasi Kinerja Waktu dan Biaya dengan Metode Earned Value pada Tahap Pekerjaan Struktur Proyek,” *Sustain. Civ. Build. Manag. Eng. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–40, 2024, doi: <https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i1.2138>.
- [11] M. A. Rahaman, F. Z. Rozony, M. S. A. Mazumder, and M. N. Haque, “Big Data-Driven Decision Making in Project Management : a Comparative Analysis,” *Acad. J. Sci. Technol. Eng. Math. Educ.*, vol. 4, no. 3, pp. 44–62, 2024, doi: <https://doi.org/10.69593/ajsteme.v4i03.88>.

- [12] F. Nabila, "A Analysis of Time and Cost Optimization in Building Contruction Using Time Cost Trade Off Method," *J. Civ. Eng. Plan.*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.37253/jcep.v4i2.8662>.
- [13] Ikhtisholiyah, M. H. I. Wardana, and I. Agustiar, "Penerapan Metode CPM dan Time-Cost Trade-Off dalam Mengelola Waktu serta Biaya Proyek Konstruksi X," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 2, pp. 19–33, 2023.
- [14] H. Sanjaya and G. J. Johari, "Bagian Artikel Analisis Optimalisasi Perencanaan Kembali Durasi dan Biaya Proyek menggunakan Metode Pertukaran Waktu dan Biaya," *J. Kontruksi*, vol. 19, no. 1, pp. 347–354, 2022.
- [15] F. V. A. Rottie, F. I. Runtu, A. H. Umboh, and S. J. Bumbungan, "Studi Penggunaan Metode Time Cost Trade Off Untuk Percepatan Waktu Pada Proyek Pembangunan Jembatan Dan Oprit Boulevard II," *J. SAINTEK*, vol. 04, no. 01, pp. 1–6, 2024.
- [16] Muslikhin and Mulyawan, "Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Gedung Baru di SMK Plus Al-Ghifari," *J. Islam. Educ. Leadersh.*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: <https://doi.org/10.30984/jmpi.v4i1.782>.
- [17] Pemerintah Kota Malang, "Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Malang Tahun 2024," Kota Malang, 2024.
- [18] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 tentang Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja," 2021.