

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Keilmuan atau Studi Terdahulu

Penelitian mengenai manajemen waktu dan biaya telah banyak dilakukan, khususnya yang berfokus pada pengendalian dan percepatan jadwal proyek konstruksi menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Untuk mengetahui posisi penelitian ini dan mengidentifikasi celah riset (*research gap*), berikut adalah penjabaran dari sepuluh studi terdahulu:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Barotho (2025) mencari solusi terbaik dalam mengoptimalkan durasi dan biaya pada proyek pembangunan Kantor Cabang BRI Soma Opu Makassar-Sulawesi Selatan yang mengalami potensi keterlambatan. Peneliti Menggunakan metode *Time Cost Trade-Off* (TCTO) yang diawali dengan identifikasi jalur kritis menggunakan *Microsoft Project*. Percepatan disimulasikan menggunakan dua alternatif konvensional, yaitu penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja (Barotho & Shofwan, 2025).
2. Penelitian yang dilakukan oleh Valdiano (2025) melakukan analisis percepatan agar proyek rumah susun Seminar Menengah St. Yohanes Paulus II yang terkendala faktor cuaca dan material dapat diselesaikan tepat waktu sesuai kontrak. Menerapkan metode TCTO dengan membandingkan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja untuk mencari *cost slope* terkecil (Valdiano et al., 2025).
3. Penelitian yang dilakukan oleh Yahya (2025) Mencari durasi dan total biaya proyek yang paling optimal setelah dilakukan upaya percepatan guna mengatasi deviasi keterlambatan sebesar 8,88% pada Proyek CWI-02 ITS Surabaya. Menggunakan metode *Crashing* dengan pendekatan komparasi langsung antara penambahan tenaga kerja dan penambahan waktu kerja lembur hingga 4 jam per hari (Yahya & Beatrix, 2025)

4. Penelitian yang dilakukan oleh Lutfi (2025) menganalisis percepatan biaya dan waktu proyek serta mengevaluasi efisiensi biaya dengan membandingkan anggaran total sebelum dan sesudah *Crashing*. Menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif melalui metode *Crashing* dengan skenario penambahan tiga jam lembur dibandingkan dengan penambahan jumlah tenaga kerja (Lutfi et al., 2025).
5. Penelitian yang dilakukan oleh Nakti (2024) menganalisis optimalisasi waktu dan biaya menggunakan jadwal dasar (*Time Schedule* awal) pada proyek Rumah Tinggal 2 Lantai. Menggunakan metode Penelitian deskriptif dengan studi kasus. Jalur kritis diidentifikasi lalu dilakukan simulasi *Crashing* berupa penambahan jam kerja lembur (Nakti et al., 2024).
6. Penelitian yang dilakukan oleh Kisworo (2017) mempercepat waktu pelaksanaan proyek jalan tol dengan penambahan biaya yang paling minimum dan membandingkan alternatif efisiensi alat berat versus lembur. Menerapkan metode TCTO dan parameter kelelahan pekerja, di mana produktivitas kerja lembur dihitung menyusut menjadi hanya 75% dari produktivitas normal (Kisworo et al., 2017)
7. Penelitian yang dilakukan oleh Priyo (2018) mencari perubahan biaya dan durasi akibat penambahan jam kerja maupun tenaga kerja untuk mendapatkan biaya minimum pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (GOR). Menggunakan analisis TCTO berbantuan program *Microsoft Project*, dan menggunakan indeks penurunan produktivitas tenaga kerja yang disimulasikan bertahap pada 1 hingga 4 jam lembur (Priyo & Risa Anggriani Paridi, 2018).
8. Penelitian yang dilakukan oleh Ezra (2023) mengeksplorasi hubungan antara pengurangan waktu dan peningkatan biaya untuk menemukan titik keseimbangan yang paling ekonomis. Menggunakan Simulasi metode TCTO dengan skenario penambahan jam kerja lembur secara progresif (1, 2, 3, hingga 4 jam) untuk mencari selisih *Cost Slope* secara manual (Ezra et al., 2023).

9. Penelitian yang dilakukan oleh Citra (2019) Mengoptimasi kinerja proyek untuk mengantisipasi keterlambatan pembangunan gudang. Menggabungkan metode *Crashing* konvensional dengan *Linear Programming*. Peneliti menyusun variabel keputusan, fungsi objektif (minimalisasi biaya), dan fungsi batasan secara aljabar (Citra et al., 2019).
10. Penelitian yang dilakukan oleh Tanurahardja (2022) mencari durasi proyek optimum dengan total biaya minimum yang turut memperhitungkan nilai waktu dari uang pada proyek gedung sekolah. Menggunakan TCTO dan *Critical Path Method* (CPM), yang kemudian dioptimasi menggunakan fungsi *Linear Programming* pada perangkat lunak *Microsoft Excel Solver* (Tanurahardja & Gondokusumo, 2022).

2.2 Posisi Penelitian dan Penegasan Celah Penelitian

Meskipun berbagai studi terdahulu telah banyak membahas metode *Time Cost Trade Off*, masih terdapat beberapa celah. Berikut celah penelitian-penelitian tersebut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Citra (2019), Tanurahardja (2022) menggunakan perhitungan *Excel Solver* namun berasumsi bahwa produktivitas tenaga kerja bersifat konstan dan *linear* berapapun jumlah jam lemburnya, tanpa memedulikan rasa lelah.
2. Sebaliknya, Penelitian yang dilakukan oleh Ezra (2023), Priyo (2018), dan Kisworo (2017) secara realistis telah memperhitungkan faktor penurunan produktivitas akibat kelelahan, namun mengeksekusi pencarian titik optimum biayanya melalui perhitungan manual (*trial and error*) tanpa bantuan algoritma *Microsoft Excel Solver*.
3. Sedangkan, untuk Penelitian yang dilakukan oleh Barotho (2025), Lutfi (2025), Nakti (2024), Valdiano (2025), dan Yahya (2025) hanya melakukan TCTO konvensional tanpa mengimplementasikan *fatigue factor* dan alat optimasi seperti *Excel Solver*, namun sebagian dari mereka menggunakan variabel tambahan seperti Jam kerja lembur & Penambahan alat berat/tenaga kerja.

Berdasarkan kesenjangan pada penelitian-penelitian terdahulu tersebut, kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada pengembangan model analisis yang menggunakan indeks kelelahan fisik pekerja (*Fatigue Factor*) dan proses optimasi biaya dan waktu menggunakan *Microsoft Excel Solver*. Selain itu, penelitian ini membatasi waktu lembur maksimal 4 jam sehari sesuai dengan aturan hukum ketenagakerjaan yang berlaku (PP No. 35 Tahun 2021).

Untuk memperjelas posisi penelitian yang akan dilakukan, perbandingan antara penelitian ini dengan studi-studi terdahulu disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian

		Fokus Penelitian			
		Identifikasi Jalur Kritis	Simulasi Jam Lembur	Produktivitas	Optimasi Biaya dan Waktu
Metode	Time Cost Trade off	(Valdiano et al., 2025)	(Lutfi et al., 2025)		
			(Nakti et al., 2024)		
		(Barotho & Shofwan, 2025)	(Yahya & Beatrix, 2025)		
			(Kisworo et al., 2017)		
			(Priyo & Paridi, 2018)		
			(Ezra et al., 2023)		
	CPM & TCTO				(Citra et al., 2019)
					(Tanurahardja & Gondokusumo, 2022)
	Integrasi Model TCTO- Microsoft Excel Solver	Penelitian Ini (2026)			