

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PERKULIAHAN POLITEKNIK NEGERI MADURA MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF

Dimas Fitra Herkunadi¹, Budi Witjaksana²

¹*Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia*

Dimas Fitra Herkunadi, Budi Witjaksana

dimasherkunadi@gmail.com, budiwitjaksana@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan fasilitas gedung untuk menunjang aktifitas pembelajaran, penelitian, dan administrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis percepatan waktu dan biaya pada proyek pembangunan Gedung Perkuliahan Politeknik Negeri Madura menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO). Fokus penelitian adalah mengoptimalkan durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) untuk mengatasi keterlambatan yang disebabkan oleh ketidaktersediaan dana anggaran. Data diperoleh dari dokumen proyek, termasuk Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal proyek, dan kurva S. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi jalur kritis menggunakan Microsoft Project dan menghitung biaya tambahan akibat percepatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jam kerja selama 2 jam dapat mempercepat proyek sebanyak 3 hari dengan total biaya optimal sebesar Rp48.873.472,98, lebih rendah dibandingkan biaya normal sebesar Rp49.004.814,81. Penelitian ini memberikan rekomendasi strategi percepatan yang efisien untuk proyek serupa di masa depan.

Kata Kunci: Percepatan Proyek, Time Cost Trade Off, Jalur Kritis, Biaya Optimal, Microsoft Project.

1 PENDAHULUAN

Pembangunan gedung perkuliahan di Politeknik Negeri Madura bertujuan untuk memenuhi kebutuhan fasilitas pendidikan yang belum memadai sekaligus memenuhi standar akreditasi dan mutu pendidikan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterlambatan pelaksanaan konstruksi akibat ketidaktersediaan anggaran, meskipun proyek telah direncanakan sesuai kurva S. Untuk menjaga efisiensi, strategi percepatan seperti crashing, Time Cost Trade Off (TCTO), dan fast-tracking dipertimbangkan. Stefanus Y. dan Wijatmiko I. (2017) menemukan bahwa fast-tracking, meskipun lebih hemat biaya, memiliki risiko lebih tinggi karena potensi keterlambatan yang dapat mempengaruhi aktivitas jalur kritis.

Studi kasus ini melibatkan proyek senilai Rp71,7 miliar dengan jadwal 9 bulan (274 hari kalender). Masalah utamanya adalah penundaan pelaksanaan konstruksi karena pendanaan dari Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) belum tersedia, meskipun pekerjaan seharusnya dimulai pada Januari 2025. Penelitian ini berfokus pada percepatan proyek melalui penambahan jam kerja (lembur) dengan analisis menggunakan metode TCTO. TCTO digunakan untuk mengevaluasi pertukaran antara biaya dan waktu guna memperpendek jadwal sekaligus meminimalkan biaya tambahan, sehingga proyek dapat diselesaikan secara efisien.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip manajemen proyek, kita dapat mencapai efisiensi yang tinggi, meminimalkan kendala, dan menghasilkan proyek konstruksi yang berkualitas, tepat waktu, dan sesuai anggaran. Mulai dari perencanaan desain, pengadaan material, hingga pelaksanaan di lapangan, setiap tahap proyek memerlukan perencanaan yang matang dan pengendalian yang ketat. Selain itu, manajemen proyek juga berperan penting dalam menjaga komunikasi yang efektif antara semua pihak yang terlibat, mulai dari pemilik proyek,

kontraktor, konsultan, hingga tenaga kerja di lapangan, (Belferik et al., 2023). Menurut (Fransiska et al., 2024), manajemen proyek adalah metode sistematis untuk merencanakan, melaksanakan, melacak, dan menyelesaikan proyek dengan cara yang efisien dan efektif. Tujuan utama manajemen proyek adalah untuk mencapai hasil yang diharapkan sambil mematuhi batas waktu, anggaran, dan sumber daya yang tersedia. Hal ini meliputi beberapa tugas yang bertujuan untuk mengelola, mengarahkan, dan menyelaraskan berbagai elemen proyek.

Teori terkait fungsi-fungsi manajemen dikemukakan oleh Henri Fayol pada bukunya yang berjudul *General and Industrial Management* yang dikutip dari (Rizka M., 2022). Berikut uraian lebih rinci mengenai fungsi manajemen :

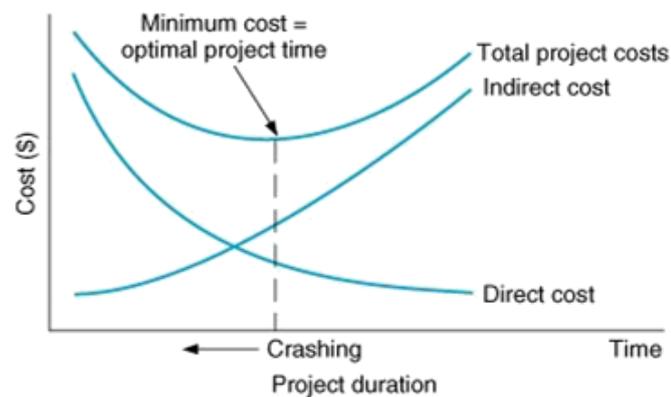
1. Perencanaan (*Planning*) merupakan proses sistematis dalam menetapkan tujuan organisasi dan merumuskan strategi yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut. Mengingat ketidakpastian masa depan, perencanaan menjadi langkah proaktif bagi organisasi untuk mengantisipasi perubahan dan mengambil tindakan yang tepat. Melalui perencanaan, organisasi dapat menentukan langkah-langkah konkret yang akan diambil untuk mewujudkan visi dan misi organisasi.
2. Pengorganisasian (*Organizing*) adalah proses menyusun struktur organisasi dan mengalokasikan sumber daya, termasuk sumber daya manusia, untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi. Tujuan utama pengorganisasian adalah menciptakan sinergi dan efisiensi dalam pelaksanaan tugas-tugas organisasi.
3. Pengarahan (*Directing*) merupakan fungsi manajemen yang berfokus pada memotivasi dan mengarahkan anggota organisasi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Proses pengarahan melibatkan komunikasi efektif, kepemimpinan, dan pengendalian kinerja.
4. Pengawasan (*Controlling*) adalah proses pemantauan dan evaluasi kinerja organisasi untuk memastikan bahwa kegiatan yang dilakukan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Pengawasan juga bertujuan untuk mengidentifikasi penyimpangan dan mengambil tindakan korektif jika diperlukan. Fungsi pengawasan sangat penting untuk menjaga kualitas produk atau layanan yang dihasilkan oleh organisasi.

Faktor penyebab tertundanya proyek dapat timbul dari pihak kontraktor, pemilik proyek, konsultan, dan pengaruh luar. Dampak keterlambatan proyek dapat digambarkan melalui aspek biaya, waktu, dan keterlambatan pembayaran (Reynaldi & Sutandi, 2022). Keterlambatan proyek mengacu pada jangka waktu penyelesaian suatu proyek yang telah ditetapkan dalam kontrak atau jangka waktu penyelesaian suatu proyek yang disepakati bersama. Keterlambatan proyek menyebabkan kelebihan anggaran dan lebih banyak waktu yang dicurahkan untuk proyek lain. Dikutip dari (Ananda & Mulyani, 2020) menurut Kraiem and Diekman, faktor keterlambatan diklasifikasikan menjadi 3, yaitu

1. Keterlambatan yang Layak Mendapatkan Ganti Rugi (*Compensable Delay*)
2. Keterlambatan yang Tidak Dapat Dimaafkan (*Non-Excusable Delay*)
3. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delay*)

Crashing adalah inisiatif atau rencana yang dirancang untuk mempercepat penyelesaian keseluruhan proyek. Ini melibatkan strategi jangka panjang dan pendek untuk memastikan proyek dapat diselesaikan lebih cepat dari jadwal yang ditentukan. Sedangkan arti dari *crashing* adalah metode manajemen proyek yang digunakan untuk memperpendek durasi proyek dengan menambahkan sumber daya pada aktivitas-aktivitas krusial akan mempercepat penyelesaiannya.

Percepatan suatu pekerjaan akan berarti lebih sedikit jam kerja. Biaya suatu pekerjaan oleh seseorang mencakup biaya yang secara langsung dan tidak langsung dikeluarkan untuk suatu pekerjaan. Biaya seseorang akan sangat tergantung pada seberapa lama pekerjaan tersebut dikerjakan. Keduanya akan tergantung pada seberapa kompleks dan seberapa lama sebuah pekerjaan akan berlangsung. Meskipun beberapa rumus tidak akan mencakup ini, sebagai aturan umum, semakin lama suatu pekerjaan dikerjakan, semakin tinggi biaya yang akan dikeluarkan.



Gambar 2.1 Grafik Pengaruh Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung Terhadap Penentuan Waktu Dan Biaya Optimum.
(Sumber : James Thoengsal, 2015)

Ini adalah biaya yang secara langsung terkait dengan pekerjaan yang dilakukan pada suatu proyek. Biaya langsung akan menjadi biaya jika dan hanya jika biaya terjadi pada proyek melalui mekanisme yang efisien. Biaya durasi (tanggal kredit) akan lebih besar dibandingkan dengan biaya durasi yang lebih panjang dan dengan demikian pengurangan waktu akan membuat biaya pelaksanaan proyek meningkat. Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap aktivitas proyek tetapi tidak dapat dialokasikan secara langsung ke aktivitas tertentu dan diestimasi dari awal proyek hingga penyelesaian aktivitas konstruksi. Jika kinerja aktivitas proyek memakan waktu lebih lama dari jangka waktu yang ditetapkan, maka biaya tidak langsung akan meningkat secara eksponensial dan dengan demikian membuat kontraktor mengalami keuntungan yang lebih sedikit dan kadang-kadang mengalami kerugian keuangan.

Biaya yang akan dikeluarkan harus diperkirakan dengan tepat sebelum memulai pekerjaan konstruksi dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan biaya aktual untuk perluasan yang dilanjutkan. Ini adalah perkiraan biaya yang diperlukan untuk tenaga kerja dan bahan serta biaya lain yang diperlukan untuk memulai pekerjaan konstruksi. Pengukuran volume benda kerja yang dapat diterapkan pada sebuah benda kerja adalah kuantitas kerja. Ini kemudian digunakan dalam perhitungan biaya yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan ini. Perhitungan volume yang tepat dilakukan oleh seorang estimator, dan orang tersebut diharuskan untuk membaca dan menafsirkan gambar desain akhir.

Analisis harga satuan berfungsi sebagai acuan awal untuk menyusun rencana anggaran, yang mencakup estimasi yang menunjukkan jumlah bahan, tenaga kerja, dan biaya satuan pekerjaan. Untuk memperoleh daftar harga bahan dan tenaga kerja, daftar harga tersebut dapat diperoleh melalui berbagai saluran, seperti:

Dikutip oleh (Fazri et al., 2019) Ervianto (2004), menyatakan bahwa *trade – off* waktu – biaya adalah pendekatan yang cermat, metodelis, dan analitis yang melibatkan evaluasi semua tugas dalam suatu proyek, dengan berkonsentrasi pada tugas-tugas yang berada di sepanjang jalur kritis. Sederhananya *time cost trade off* atau metode pertukaran biaya dan waktu yang

digunakan dalam manajemen proyek untuk menganalisis hubungan antara waktu penyelesaian proyek dan biaya yang dikeluarkan. Untuk mempercepat penyelesaian suatu proyek, maka dibutuhkan biaya tambahan. Oleh karena itu, metode ini digunakan sebagai estimasi biaya tambahan dan waktu yang dibutuhkan apabila proyek mengalami keterlambatan agar tidak ada pembengkakan biaya diluar biaya total.

Secara umum, karyawan bekerja selama 8 jam, dimulai pada pukul 08:00 dan selesai pada pukul 16:00 dengan istirahat selama 1 jam, dan waktu tambahan (lembur) dilakukan setelah jam kerja reguler. Jam kerja tambahan (lembur) dapat menyebabkan penurunan produktivitas. Lembur dapat dilakukan dengan menambahkan waktu kerja sebesar 1 jam, 2 jam, 3 jam, atau 4 jam tergantung pada waktu tambahan yang dibutuhkan (Aulia & Rifai, 2024).

Tabel 1 Koefisien Penurunan Produktifitas

Penambahan Jam	Koefisien	Prestasi %
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70
4	0,4	60

(Sumber: Priyo & Aulia, 2015 dikutip dari Soeharto,1997)

2 METODE

2.1 Identifikasi Masalah

Langkah awal yang krusial dalam setiap proses pemecahan masalah. Hal ini melibatkan penemuan dan perumusan secara jelas mengenai apa yang sebenarnya menjadi kendala atau ketidaksesuaian dalam suatu situasi. Berikut adalah data yang dibutuhkan :

1. Kegiatan apa saja yang dimulai terlebih dahulu
2. Kegiatan mana yang diselesaikan terlebih dahulu
3. Adakah kegiatan didalam proyek yang berlangsung sejajar
4. Mulainya kegiatan tertentu menunggu kegiatan ssebelumnya selesai.

2.2 Lokasi Penelitian

1. Nama Proyek : Pembangunan Gedung Perkuliahan 3 Lantai 1 Basement
2. Alamat Proyek : Jln. Raya Camplong km 4, Taddan Madura, Jawa Timur.
3. Pemilik Proyek : Polteknik Negeri Madura
4. Konsultan Perencana : PT. Adhi Hutama Konsulindo
5. Nilai Kontrak : Rp. 71.719.800.054,49
6. Masa Pelaksanaan : 9 bulan (Januari 2025 - September 2025)

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi terkait proyek, termasuk konsultan dan kontraktor. Data dan informasi tersebut dimanfaatkan guna mengevaluasi tingkat optimasi waktu dan biaya secara komprehensif, di mana kedua unsur tersebut juga berperan sebagai variabel penelitian. Untuk mengelola proyek, diterapkan aplikasi Microsoft Project—suatu perangkat lunak yang berfungsi mengatur berbagai aspek proyek beserta datanya. Khusus dalam proyek konstruksi, perangkat ini mendukung penyusunan jadwal kerja, memfasilitasi pemantauan, dan memungkinkan penilaian yang selaras dengan perkembangan tahapan proyek [10]. Adapun tahapan penelitian dimulai dari

persiapan, identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data (meliputi kurva S dan RAB), penentuan lintasan kritis, penerapan TCTO, analisis data, hingga penyusunan hasil dan kesimpulan.

2.3 Menentukan Jalur Kritis dengan *Microsoft Project*

Dalam penyusunan jaringan kerja proyek, penulis menggunakan perangkat lunak *Microsoft project* sebagai alat bantu. Data aktivitas pekerjaan kemudian diinput ke dalam perangkat lunak sesuai dengan urutan pelaksanaannya. Jalur kritis adalah serangkaian aktivitas panjang yang saling terhubung dan mempengaruhi aktivitas lain.

2.4 Analisis Harga Satuan

Analisis harga satuan berfungsi sebagai acuan awal untuk menyusun rencana anggaran, yang mencakup estimasi yang menunjukkan jumlah bahan, tenaga kerja, dan biaya satuan pekerjaan. Untuk memperoleh daftar harga bahan dan tenaga kerja, daftar harga tersebut dapat diperoleh melalui berbagai saluran, seperti:

2.5 Menentukan *Cost Slope*

Cost slope dihitung dengan membandingkan biaya tambahan yang harus dikeluarkan untuk mempercepat pekerjaan dengan waktu yang berhasil dipersingkatIntinya, tugas-tugas rute penting yang akan dipercepat dengan jumlah kenaikan biaya per unit waktu yang paling sedikit harus diidentifikasi.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Lintasan Kritis



Name	Start	Finish	% Complete	Remaining Work	Resource Names
PEKERJAAN PEMANCANGAN TIANG PANCANG	Wed 22/01/25	Tue 18/03/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN TANAH	Wed 05/02/25	Tue 25/03/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN PILE CAP	Wed 12/02/25	Tue 08/04/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN SLOOF / TIE BEAM ELEVASI	Wed 19/02/25	Tue 08/04/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN SHEAR WALL	Wed 26/02/25	Tue 22/04/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN PLAT LANTAI	Wed 26/02/25	Tue 01/04/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN KOLOM	Wed 05/03/25	Tue 08/04/25	0%	0 hrs	
PEKERJAAN BALOK	Wed 12/03/25	Tue 22/04/25	0%	0 hrs	

Gambar 1. Daftar Pekerjaan pada Lintasan Kritis dengan *Ms. Project* (Sumber : *Olahan Peneliti, 2025*)

Setelah data tercapai, analisis dilakukan menggunakan *Microsoft Project* perangkat lunak pengelola proyek dan data terkait. Dalam proyek konstruksi, aplikasi ini digunakan untuk menyusun jadwal kerja serta memantau dan mengevaluasi perkembangan tahapan proyek. Hasil analisis menghasilkan prediksi percepatan penyelesaian proyek (seperti terlihat pada gambar di atas). Percepatan ini dicapai melalui penambahan jam kerja yang dihitung secara analitis dan sistematis, dengan menguji seluruh aspek kegiatan. Fokus perhitungan berada pada kegiatan di jalur kritis. Untuk memperoleh jadwal ekonomis, pemangkasan waktu pelaksanaan proyek harus berbasis biaya langsung, salah satunya melalui aktivitas lembur. Berikut simulasi penambahan jam kerja pada pekerjaan lintasan kritis:

Tabel 1 Koefisien Penurunan Produktifitas

Penambahan Jam	Koefisien	Prestasi %
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70
4	0,4	60

Sumber: Priyo & Aulia, 2015 dikutip dari Soeharto,1997

Crash Duration

$$\begin{aligned}
 \text{Produktifitas penambahan jam kerja} &= \text{Produktifitas Normal} - \text{Koef} \\
 &= \text{Prestasi} \\
 &= 100\% - 0,1 \\
 &= 1 - 0,1 \\
 &= 0,9 \times 100 = 90\%
 \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan penambahan jam kerja pada pekerjaan dalam lintasan kritis.

1. Pekerjaan Tanah (Galian pile cap P.1) dengan alternatif penambahan jam lembur 1 jam
 - Volume = 427,50 m³
 - Durasi Normal = 49 Hari
 - Jam kerja = 8 jam
 - Produktifitas Normal (hari) = Volume / Durasi Normal (hari)
 - Produktifitas Normal (Jam) = Volume / Durasi Normal (jam)
 - Crash Duration = Volume / ((Prod. (hari)+(durasi lembur x Prod. Normal (jam) x Koef. Prod))
 - = 427,50 / ((8,72+(1 x 1,09 x 0,9))
 - = 44,04 Hari
 - Maksimal Percepatan = 49 – 44,04
 - = 4,96 ≈ 5 hari

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Crash Duration*

Kode	Uraian Pekerjaan	Duration	Crash Duration			Crashing		
			1 jam	2 jam	3 jam	1 jam	2 jam	3 jam
B	Pekerjaan Tanah							
1.00	Galian pile cap P.1	49.00	44.04	40.83	38.81	4.96	8.17	10.19
2.00	Galian pile cap P.2	49.00	44.04	40.83	38.81	4.96	8.17	10.19
3.00	Galian pile cap P.3	49.00	44.04	40.83	38.81	4.96	8.17	10.19
4.00	Galian pile cap P.4	49.00	44.04	40.83	38.81	4.96	8.17	10.19
5.00	Galian Sloof	49.00	44.04	40.83	38.81	4.96	8.17	10.19
6.00	Pengurugan tanah kembali	49.00	44.04	40.83	38.81	4.96	8.17	10.19

(Sumber : Olahan Peneliti, 2025)

Crash Cost

Dalam penelitian ini, berdasarkan data rencana anggaran biaya dari pihak proyek. Upah pekerja menggunakan AHSP. Dalam Pekerjaan Tanah Galian Pilecap P1. Sesuai dengan ketentuan SE BIKON 68/SE/Dk/2024 Bina Marga berikut ketentuan yang diambil :

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien produktivitas :} & \text{Pekerja} = 0,0052 \text{ OH}
 \end{aligned}$$

	Mandor	= 0,0015 OH
Biaya Upah :	Pekerja	= Rp.109.143,05
	Mandor	= Rp.139.143,05

Keterangan:

OH = Orang Hadir (*Man – Hour*)

Sebelum perhitungan *crash cost* perlu diketahui kebutuhan pekerja dalam Pekerjaan Tanah Galian Pilecap P1 yang didapatkan dengan cara berikut

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pekerja} &= \text{Volume} \times \text{Koefisien AHSP} \\ &= 427,50 \times 0,0052 \\ &= 2,20 \sim 2 \text{ OH/m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas karena analisis memerlukan perhitungan pada UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.

Contoh perhitungan biaya lembur yang dibutuhkan dalam 1 hari untuk Pekerjaan Tanah (Galian pile cap P.1) dengan durasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

Untuk perhitungan biaya lembur akan berdasar pada keputusan menteri tenaga kerja dan transmigrasi republik indonesia nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 7, serta pasal 11 yaitu:

- 1 jam lembur 1,5 kali upah 1 jam waktu normal
- Setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar sebesar 2 (dua) kali lipat per jam waktu normal

Perhitungan dilakukan dengan perhitungan upah tenaga perjam, supaya mempermudah perhitungan upah penambahan jam lembur

Biaya (Pek Galian pile cap P.1) per jam = Biaya harga satuan upah / jam kerja

$$\begin{aligned} \text{Total upah notmal 2 Pekerja} &= \text{Rp.109.143,05} \times 2 \\ &= \text{Rp.218.286,10} \\ &= \text{Rp.218.286,10} / 8 \text{ jam kerja} \\ &= \text{Rp.27.285,76} \\ \text{Total upah notmal 1 Mandor} &= \text{Rp.139.143,05} / 8 \text{ jam kerja} \\ &= \text{Rp17.392,88} \end{aligned}$$

Kebutuhan Pekerja pada (Pek Galian pile cap P.1) /m³ :

$$\begin{aligned} \text{Upah normal 2 Pekerja} &= \text{Rp.27.285,76} / \text{jam} \\ \text{Upah normal 1 Mandor} &= \text{Rp17.392,88} / \text{jam} \\ \text{Biaya lembur 1 jam} &= \text{Harga satuan upah} / \text{jam} \times 1,5 \\ \text{2 Pekerja} &= \text{Rp.40.928,64} \\ \text{1 Mandor} &= \text{Rp.26.089,32} \\ \text{Total biaya lembur 1} &= \text{Pekerja} + \text{Mandor} \\ \text{jam} & \\ \text{Total Normal Cost} &= \text{Rp.7.571.452,50} \\ \text{Biaya Percepatan 1 jam} &= \text{Normal Cost} + \text{Biaya Lembur 1 jam} \\ &= \text{Rp.7.638.470,47} \end{aligned}$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Crash Cost*

No	Name	Total Biaya Lembur (Hari)			Total Biaya Percepatan (Hari)		
		1 jam	2 jam	3 jam	1 jam	2 jam	3 jam
B	Pekerjaan Tanah						
1	Galian pile cap P.1	Rp 67,017.97	Rp 156,375.25	Rp 368,598.81	Rp 7,638,470.47	Rp 7,727,827.75	Rp 7,940,051.31
2	Galian pile cap P.2	Rp 62,106.53	Rp 144,915.23	Rp 341,585.91	Rp 6,119,268.53	Rp 6,202,077.23	Rp 6,398,747.91
3	Galian pile cap P.3	Rp 46,553.64	Rp 108,625.17	Rp 256,045.04	Rp 1,831,822.44	Rp 1,893,893.97	Rp 2,041,313.84
4	Galian pile cap P.4	Rp 46,553.64	Rp 108,625.17	Rp 256,045.04	Rp 237,832.44	Rp 299,903.97	Rp 447,323.84
5	Galian Sloof	Rp 46,553.64	Rp 108,625.17	Rp 256,045.04	Rp 1,998,305.84	Rp 2,060,377.37	Rp 2,207,797.24
6	Pengurugan tanah kembali	Rp 672,551.87	Rp 1,569,287.70	Rp 3,699,035.30	Rp 32,120,452.38	Rp 33,017,188.21	Rp 35,146,935.81

(Sumber : Olahan Peneliti, 2025)

Cost Slope

Perhitungan *cost slope* Pekerjaan Tanah (Galian Pile Cap P1) dengan waktu lembur 1 jam:

$$\begin{aligned}
 \text{Cost Slope / (Hari)} &= ((\text{Crash cost} - \text{Biaya normal}) / (\text{Durasi Normal} - \text{Crash duration})) \\
 &= ((\text{Rp.7.638.470,47} - \text{Rp.7.571.452,50}) / (49 - 44,04)) \\
 &= \text{Rp.13.525,17}
 \end{aligned}$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Cost Slope*

No	Uraian Pekerjaan	Cost Slope		
		1 jam	2 jam	3 jam
B	Pekerjaan Tanah			
1	Galian pile cap P.1	Rp 13,525.17	Rp 19,147.99	Rp 36,179.28
2	Galian pile cap P.2	Rp 12,533.97	Rp 17,744.72	Rp 33,527.87
3	Galian pile cap P.3	Rp 9,395.18	Rp 13,301.04	Rp 25,131.73
4	Galian pile cap P.4	Rp 9,395.18	Rp 13,301.04	Rp 25,131.73
5	Galian Sloof	Rp 9,395.18	Rp 13,301.04	Rp 25,131.73
6	Pengurugan tanah kembali	Rp 135,730.42	Rp 192,157.68	Rp 363,073.44

(Sumber : Olahan Peneliti, 2025)

Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Berdasarkan Peraturan Badan Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah Nomor 9 Tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa melalui Penyedia, tarif ditetapkan sebesar 15% (lima belas persen). Rincian biaya langsung dan biaya tidak langsung disampaikan di bawah ini:

Biaya Langsung

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Kontrak Rab (Real Cost)} &= \text{Rp.49.004.814,81} \\
 \text{Profit} &= \text{Total Biaya Proyek} \times 10\% \\
 &= \text{Rp.4.900.481,48}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Overhead} &= \text{Total Biaya Proyek} \times 5\% \\
 &= \text{Rp.2.450.240,74}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Overhead Per hari} &= \text{Biaya Overhead} / \text{Durasi Normal} \\ &= \text{Rp.43.754,30} \\ \text{Biaya Langsung 85\% Real Cost} &= \text{Nilai Kontrak Rab} \times 85\% \\ &= \text{Rp.41,654.092,58} \\ \text{Biaya Tidak Langsung} &= \text{Profit} + \text{Biaya Overhead} \\ &= \text{Rp.7.350.722,22} \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) yang optimal dan durasi percepatan maksimal.

Kondisi normal

$$\begin{aligned} \text{Durasi normal proyek} &= 56 \text{ Hari} \\ \text{Biaya Langsung} &= \text{Rp.41,654.092,58} \\ \text{Biaya Tidak Langsung} &= \text{Rp.7.350.722,22} \\ \text{Total Biaya Normal} &= \text{Rp.41,654.092,58} + \text{Rp.7.350.722,22} \\ &= \text{Rp.49.004.814,81} \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan kompresi (penekanan) dengan durasi percepatan maksimal pada (Galian pile cap P.1) dalam sub pekerjaan Tanah.

Perhitungan Kompresi pada (Galian pile cap P.1) dengan waktu lembur 1 jam:

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope / Hari} &= \text{Rp.13.525,17} \\ \text{Durasi Normal} &= 270 \text{ Hari} \\ \text{Crash Duration} &= 4,96 \approx 5 \text{ Hari} \\ \text{Total Percepatan} &= \text{Durasi Normal} - \text{Crash Duration} \\ &= 265 \text{ hari} \\ \text{Biaya Tambahan} &= \text{Cost Slope} \times \text{Total Percepatan} \\ &= \text{Rp. 67.017,97} \\ \text{Biaya Langsung Dipercepat} &= \text{Biaya langsung normal} + \text{Biaya Tambahan} \\ &= \text{Rp.64.547.887.017,97} \\ \text{Biaya Tidak Langsung Setelah Dipercepat} &= (\text{Biaya tidak langsung normal} / \text{Durasi normal}) \times \text{total durasi proyek} \\ &= \text{Rp.7.040.359.393,26} \\ \text{Total Biaya} &= \text{Rp.64.547.887.017,97} + \text{Rp.7.040.359.393,26} \\ &= \text{Rp.71.588.246.411,22} \end{aligned}$$

Demikian kompresi dilakukan hingga seluruh (Pek. (Galian pile cap P.1)) mendapatkan waktu dan biaya optimum. Hasil pengkompresian waktu dan biaya dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 4 Hasil Perhitungan BL, BTL dan Total Biaya pada Durasi Lembur 1 Jam

Kode	Uraian Pekerjaan	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
A3	Pekerjaan Tanah			
A4	Galian pile cap P.1	Rp 64,547,887,017.97	Rp 7,040,359,393.26	Rp 71,588,246,411.22
A5	Galian pile cap P.2	Rp 64,547,887,017.97	Rp 7,040,359,393.26	Rp 71,588,246,411.22
A6	Galian pile cap P.3	Rp 64,547,882,106.53	Rp 7,040,359,393.26	Rp 71,588,241,499.79
A7	Galian pile cap P.4	Rp 64,547,866,553.64	Rp 7,040,359,393.26	Rp 71,588,225,946.90
A8	Galian Sloof	Rp 64,547,866,553.64	Rp 7,040,359,393.26	Rp 71,588,225,946.90
A9	Pengurugan tanah ke	Rp 64,547,866,553.64	Rp 7,040,359,393.26	Rp 71,588,225,946.90

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

Efisiensi Biaya dan Waktu Proyek

Efisiensi waktu dan biaya proyek melibatkan perbandingan antara estimasi durasi dan biaya proyek dengan durasi dan biaya proyek yang sebenarnya setelah peningkatan dengan penambahan 1 jam kerja (lembur).

Efisiensi Waktu dan Biaya Durasi Lembur 1 jam :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Waktu} &= ((\text{durasi normal} - \text{total durasi minimum}) / \\ &\quad \text{durasi normal}) \times 100\% \\ &= 1,83,\% \\ \text{Efisiensi Biaya} &= ((\text{total biaya normal} - \text{total biaya percepatan}) / \\ &\quad \text{total biaya normal}) \times 100\% \\ &= 0,18,\% \end{aligned}$$

Tabel 5 Presentase Efisiensi Biaya pada Durasi Lembur 1 Jam

Kode	Uraian Pekerjaan	Efisiensi Biaya	Efisiensi Waktu
A3	Pekerjaan Tanah		
A4	Galian pile cap P.1	0.18%	1.84%
A5	Galian pile cap P.2	0.18%	1.84%
A6	Galian pile cap P.3	0.18%	1.84%
A7	Galian pile cap P.4	0.18%	1.84%
A8	Galian Sloof	0.18%	1.84%
A9	Pengurugan tanah kembali	0.18%	1.84%

(Sumber: Hasil Olahan Peneliti, 2025)

4 KESIMPULAN

Didapatkan satu item pekerjaan yang paling efektif dan efisien untuk dilakukan percepatan, yaitu Pekerjaan *Air Condition System Single Split* dengan waktu optimal pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Politeknik Negeri Madura dengan penambahan 3 jam kerja (lembur) dengan efisiensi waktu mencapai 7,55% lebih cepat 20 hari dari waktu normal proyek 270 hari. Dengan perhitungan percepatan dengan penambahan 3 jam kerja (lembur) didapatkan total biaya Rp71.179.070.666,61 (lebih hemat Rp.540.729.333,39 dibanding biaya normal Rp71.719.800.000,00). Alternatif ini memberikan efisiensi biaya sejumlah 0,75%. Direkomendasikan bahwasanya penambahan jam kerja lembur 3 jam merupakan pilihan terbaik karena mampu mempercepat proyek secara signifikan sekaligus menghemat biaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa yang menjadi motivasi untuk terus menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Ir. Budi Witjaksana, ST., M.T., IPU., ASEAN ENG. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan serta bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Ibu Faradlillah Saves, ST, MT selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Mochammad Firmansyah, S.T., M.T. selaku Wali Dosen Penulis Prodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM, CMA., CPA selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

6. Semua Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Rekan-rekan sesama mahasiswa prodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya terutama angkatan 2018,2019, dan 2021.
8. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, I., Witjaksana, B., & Tjendani, H. T. (2024). Time And Cost Analysis On Procurement Of Sutet 275 Kv 2cct Quadruple Zebra Gumawang-Gitet Lampung 1 Using Time Cost Trade Off Method. *International Journal On Advanced Technology*, 3(1). <https://Ojs.Transpublika.Com/Index.Php/Ijateis/>
- Adinda Nathasia, C., & Budiman, J. (2022). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (Tcto). <https://Www.Beritasatu.Com/Ekonomi/542033/Tol-Transsumatera-2700-Km>
- Agus Sugianto. (2020). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Ta Bpp I Ru V Balikpapan.
- Ananda, R., & Mulyani, E. (2020). Analisis Keterlambatan Dan Kualitas Hasil Pekerjaan Pada Proyek Konstruksi Gedung.
- Anggara, D., Murtiadi, S., & Muhajirah, M. (2022). Analisis Keterlambatan Pembangunan Sarana Air Minum Dan Sanitasi Berbasis Masyarakat Pada Program Pamsimas Iii Tahun 2021 Di Kabupaten Lombok Tengah. *Spektrum Sipil*, 9(2), 133–142. <https://Doi.Org/10.29303/Spektrum.V9i2.261>
- Arifin, Z., & Kom, M. (2021). *Modul Pengantar Manajemen Proyek*.
- Aulia, S., & Rifai, M. (2024). Cost And Duration Optimization At Building C Of Dharmais Cancer Hospital Jakarta With Tcto Method Using Primavera P6 Analysis. In *Sustainable Civil Building Management And Engineering Journal* (Vol. 1, Issue 1). <https://Journal.Pubmedia.Id/Index.Php/Civilengineering>
- Belferik, R., Andiyan, A., Syamil, A., Zulkarnain, I., Munizu, M., Samosir, J., Afriyadi, H., Rusmiatmoko, D., Adhicandra, I., Ichsan, M., & Prasetyo, A. (2023). *Manajemen Proyek : Teori & Penerapannya*.
- Dava Werdana, S., & Priyanto, B. (2023). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. In *Journal Of Compreh Ensive Science* (Vol. 2, Issue 7).
- Fazri, M., Widiastuti, M., & Jamal, M. (2019). Analisis Percepatan Waktu Dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Rusun 1 Kota Samarinda Kalimantan Timur.
- Fransiska, ©, Ralahallo, N., Hendi, F., Tukimun, J., & Mariyanto, J. (2024). *Manajemen Proyek*. Www.Sulur.Co.Id
- Ponco Prabowo, P., Denny Apriliano, D., Mulyono Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja Menggunakan, T., Mulyono, T., & Priyo Prabowo, P. (2023). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal Di Jalan Salak Kota Tegal). In *Keternakan Dan Informatika* (Vol. 1, Issue 3).

- Pratiwi, R., Mulia Devi, S., Marini, A., & Maya Sari, H. (2022). *Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (Tcto) Pada Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (Tcto) Pada Proyek Penambahan Bangunan Pasar Rakyat Time And Cost Optimization Using The Time Cost Trade Off Method In The People's Market Additional Building Project.*
- Rafli Nurabidin, M., & Beatrix, M. (2024). *Optimasi Proyek Pembangunan Gedung Workshop Teknik Mesin Upn Veteran Jawa Timur Dengan Metode Time Cost Trade Off* (Vol. 9, Issue 1). [Http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic](http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/racic)
- Regel, N., & Paing Heru Waskito, J. (2022). *Penerapan Metode Crash Program Untuk Menganalisis Keterlambatan Waktu Penyelesaian Proyek (Studi Kasus Hotel Shafira Surabaya).* 10(1), 35–041.
- Reynaldi, C., & Sutandi, D. A. (2022). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off-Studi Kasus Apartemen Collins Boulevard. In *Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 5, Issue 2).
- Rizka M. (2022, January 20). *Fungsi Manajemen Menurut Henri Fayol.* Greatdayhr.Com. <https://greatdayhr.com/id-id/blog/pengertian-fungsi-manajemen-henri-fayol/>
- Rosyid, R., Sarya, G., & Beatrix, M. (2020). *Studi Analisis Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Tcto) Pada Proyek Telkom Manyar-Surabaya.*
- Stefanus, Y., Wijatmiko, I., Andi Suryo, E., Teknik Sipil, J., Brawijaya Jl Haryono No, U. M., & Timur Alamat Korespondensi, J. (2017). *Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track Dan Crash Program Analysis Of Acceleration Time Of Project Solving Using Fast-Track And Crash Program Method.* 74–81. [Http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/4494](http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/4494)
- Syafnidawaty. (2020, October 20). *Landasan Teori.* Universitas Raharja.
- Yahya, F. A. A., & Beatrix, M. (2025). Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing Pada Proyek Cwi-02 Its Surabaya. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(1), 55–67. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.38803>