

ANALISIS PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR PERTANAHAN KOTA SURABAYA

Fenny Diyah Astuti*, Masca Indra Triana

Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia

**Penulis korespondensi: fennydiyah@gmail.com*

ABSTRAK

Saat ini dunia konstruksi mengalami perkembangan yang sangat pesat ini merupakan peluang bisnis yang besar serta tantangan bagi pengusaha jasa konstruksi. Dalam pelaksanaan pembangunan suatu proyek pasti terdapat suatu masalah didalamnya, salah satu masalah yang terjadi biasanya adalah keterlambatan yang berpengaruh terhadap pembengakkan biaya. Beberapa faktor yang mempengaruhi masalah keterlambatan pada proyek yaitu: pengaruh cuaca, sumber daya manusia, dan ketersediaan material. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off*. Metode ini menggunakan pertukaran waktu dan biaya menggunakan perhitungan pada lintasan kritis pekerjaan, serta dilanjutkan dengan menentukan nilai *Crash Duration*, *Crash Cost*, *cost Slope*, serta efisiensi biaya. Metode ini bertujuan mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis pengaruh waktu yang dapat dipersingkat dengan menambahkan biaya ke kegiatan pekerjaan yang bisa dipercepat dalam waktu pelaksanaannya sehingga dapat dihasilkan percepatan yang paling maksimum namun dengan biaya yang minimum. Hasil penelitian ini diperoleh durasi optimum yaitu pada 69 hari kerja dengan durasi lembur 3 jam/hari. Dengan demikian, pelaksanaan proyek dapat lebih cepat 8 hari dari durasi normal. Selain itu, diperoleh efisiensi waktu sebesar 0,104% dan dihasilkan biaya Rp. 2,511,035,604.66 untuk 1 jam lembur/hari, Rp. 2,019,196,320.55 untuk 2 jam lembur/hari dan Rp. 2,013,991,590.85 untuk 3 jam lembur/hari.

Kata kunci: konstruksi, waktu, *time cost trade off*, lintasan kritis, biaya

1 PENDAHULUAN

Pada saat ini dunia konstruksi mengalami perkembangan yang sangat pesat, yang ditandai dengan berdirinya gedung – gedung tinggi dan mewah serta banyaknya fasilitas-fasilitas yang semakin memadai. Hal ini merupakan peluang bisnis dan tantangan bagi para pengusaha jasa konstruksi. Pada perencanaan pekerjaan konstruksi berbagai hal dapat terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang dapat menyebabkan bertambahnya waktu sehingga menyebabkan keterlambatan yang berpengaruh pada pembengakkan biaya, berbagai faktor yang mempengaruhi keterlambatan suatu proyek yaitu: pengaruh cuaca, sumber daya manusia, *supply* material yang kurang/terlambat, peralatan-peralatan yang kurang memadai, dan pengaruh yang berasal dari owner sendiri (misalnya perubahan *design* atas kemauan *owner*). Namun semua permasalahan diatas dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dengan memperhatikan faktor biaya dan mutu (Susanto, 2023).

Pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Kantor Pertanahan Kota Surabaya hampir mengalami deviasi menurun pada minggu ke-10 sebesar 0,592% dan akhirnya mengalami deviasi menurun pada minggu ke-16 sebesar -1,915% dikarenakan owner meminta penambahan pekerjaan berupa pergantian material yang berpengaruh terhadap volume pekerjaan. Sebelum progress pekerjaan mengalami deviasi menurun (minus) ada baiknya jika

dilakukan percepatan pelaksanaan untuk menghindari terjadinya keterlambatan yang akan mungkin terjadi kedepannya sehingga berpengaruh terhadap pembengkakan biaya. Penelitian ini menganalisis percepatan durasi proyek pada pelaksanaan pembangunan gedung Kantor Pertanahan Kota Surabaya, dengan penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja menggunakan metode (*TCTO*) *Time Cost Trade Off* atau pertukaran waktu dan biaya. Konsep dari metode (*TCTO*) *Time Cost Trade Off* ini adalah dengan cara mengadakan *shift* pekerjaan, mengubah metode menambah kapasitas alat, menggunakan material yang lebih cepat penggunaanya dan dengan menambah jam kerja atau lembur (Yoni *et al.*, 2016).

Frederika (2010) melakukan penelitian terkait percepatan pembangunan gedung dengan menambahkan jam kerja optimum. Selain itu, beberapa peneliti juga mengkaji percepatan pembangunan gedung menggunakan metode time cost trade off seperti Kurniawan (2015), Endriastuti & Triana (2024), Arvianto *et al.* (2017), F. & Muhammad (2019), dan Salindeho *et al.* (2022). Oleh karena itu, tujuan Penelitian ini adalah menghitung waktu percepatan untuk mengejar keterlambatan yang terjadi pada proyek pembangunan gedung kantor Pertanahan Kota Surabaya dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (*TCTO*), dan menghitung biaya percepatan sesudah penambahan jam kerja (lembur) menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (*TCTO*) pada proyek pembangunan gedung kantor Pertanahan Kota Surabaya. Adapun manfaat penelitian ini yaitu: (1) menambah wawasan tentang pengembangan ilmu Manajemen Konstruksi terutama pada metode *Time Cost Trade Off*, (2) menambah pengetahuan tentang metode lain dan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan maupun dalam penyelenggaraan proyek dapat lebih efisien, (3) memperoleh pengalaman dalam industri konstruksi dan mempelajari lebih lanjut tentang bagaimana metode TCTO (*Time Cost Trade Off*) digunakan pada proyek serta sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya, dan (4) memberikan kontribusi hasil penelitian dibidang Teknik Sipil terutama pada sub bidang Manajemen Kontruksi untuk pengembangan ilmu Analisa *Time Cost Trade Off*.

2 METODE

2.1 Analisa Time Cost Trade Off

Suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Kurniawan, 2015). Dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan proyek dipercepat maka otomatis berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Dan jika waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung akan berkurang.

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek menurut Saragi & Situmorang (2022):

1. Penambahan jumlah jam kerja (lembur)

Usaha untuk meningkatkan meningkatkan nilai produktivitas kerja adalah mempercepat durasi pekerjaan. Dimana percepatan dilakukan dengan menambah waktu operasional lembur, sehingga produktivitas dapat meningkat.

2. Penambahan tenaga kerja

Jumlah *resource*, kisaran ketrampilan, dan pengetahuan harus mengikuti persyaratan perubahan dengan cepat. Dalam melakukan suatu pembangunan proyek, maka proyek tersebut harus memiliki tenaga kerja., dimana tenaga kerja tersebut harus memiliki ketrampilan/keahlian dalam bidangnya masing – masing.

3. Pergantian atau penambahan peralatan

Ini dilakukan bila jumlah alat yang ada pada proyek tersebut sudah tidak layak dipergunakan. Maka dari itu diberlakukannya pergantian alat untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan.

4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Dalam melakukan pembangunan suatu proyek dibutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas yang harus memiliki keahlian sesuai dengan keahliannya, agar pembangunan suatu proyek dapat terselesaikan sesuai dengan yang diharapkan.

5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif.

Jika pada suatu perencanaan proyek mengalami kendala/masalah kita dapat mengevaluasi pada penggunaan metode kerja yang digunakan bisa saja terdapat masalah seperti tidak sesuai dengan kondisi proyek yang berakibatkan pekerjaan menjadi lebih lama dan sangat tidak efisien, hal ini dapat diatasi dengan menggantikan metode kerja yang sebelumnya tidak sesuai.

2.2 Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah suatu rangkaian item pekerjaan dalam suatu proyek yang menjadi bagian kritis atas terselesaiannya proyek secara keseluruhan sehingga dapat menentukan durasi penyelesaian jaringan kerja. Oleh karena itu pada lintasan kritis tidak boleh ada kegiatan yang terlambat pengjerjaannya. Sifat dan syarat umum yang harus diperhatikan dalam menentukan kegiatan – kegiatan yang ada dalam lintasan kritis yaitu:

1. Pada kegiatan pertama, waktu mulai paling awal dari suatu aktivitas (ES) adalah sama dengan waktu mulai paling lambat dari suatu aktivitas (LS).
2. Pada kegiatan terakhir, waktu selesai paling lambat dari suatu aktivitas (LF) adalah sama dengan waktu selesai paling awal dari suatu aktivitas (ES)
3. *Total float (TF)* atau waktu sampai kapan aktivitas itu boleh terlambat adalah nol.

Durasi proyek dapat dihitung melalui dua cara yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Perhitungan maju digunakan untuk menentukan waktu total penyelesaian proyek, dan juga untuk menentukan ES dan LS suatu pekerjaan. Perhitungan mundur dipakai untuk menentukan LS dan LF pada suatu kegiatan. Heizer & Render (2005) memahami bahwa dalam pemeriksaan jalan dasar terdepan, digunakan proses dua lintasan yang terdiri dari umpan maju dan umpan regresif. Durasi terawal dimana suatu pekerjaan dapat dikerjakan dengan asumsi bahwa semua tugas sebelumnya telah diselesaikan. disebut ES (*Early Start*), EF (*Early Finish*) adalah seberapa cepat suatu aktivitas dapat diselesaikan. Terakhir kali suatu pekerjaan bisa dilakukan untuk menghindari keterlambatan penyelesaian proyek adalah LS (*Latest Start*). Pekerjaan paling akhir dapat diselesaikan tanpa menunda penyelesaian proyek disebut LF (*Latest Finish*).

2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah pengaturan durasi waktu peng�aan proyek yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana perkegiatan secara lebih rinci dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga, kerja, perlatan dan material. Serta rencana durasi proyek dan waktu penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Menjadwalkan adalah berfikir secara mendalam melalui berbagai persoalan – persoalan yang menguji jalur – jalur yang logis, serta menyusun berbagai macam tugas yang menhasilkan suatu kegiatan yang lengkap dan menuliskan bermacam – macam kegiatan dalam kerangka yang logis dan rangkaian waktu yang tepat. (Luthan & Syafriandi, 2006).

2.4 Biaya Proyek

Biaya proyek adalah pengorbanan sumber ekonomis yang biasanya diukur dalam satuan uang, baik yang telah terjadi, sedang terjadi, atau yang mungkin akan terjadi untuk tujuan tertentu dalam suatu kegiatan proyek. Dalam dunia konstruksi suatu proyek pasti

membutuhkan berbagai jenis sumber daya yaitu (4M) antara lain: Tenaga kerja (*Man*), Material, Metode (*Method*), Peralatan (*Machine*).

Biaya langsung ialah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung yang berhubungan erat dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan. Biaya langsung akan bersifat sebagai biaya normal apabila dilakukan dengan metode yang efisien dan dalam waktu normal proyek. Biaya untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) akan lebih besar dari biaya untuk durasi waktu yang normal sehingga pengurangan waktu akan menambah biaya dari kegiatan proyek. Total waktu dari semua paket kegiatan dalam proyek menunjukkan total biaya langsung untuk keseluruhan proyek. Komponen biaya langsung antara lain:

1. Biaya beban dan material adalah biaya yang digunakan untuk membeli bahan dan material yang akan digunakan. Biaya material disuatu tempat mungkin berbeda dengan tempat yang lainnya. Karena di pengaruhi oleh ketersediaan material, biaya akomodasi transportasi langkanya material.
2. Biaya upah tenaga kerja adalah biaya harga upah relatif bervariasi dan tergantung terhadap keahlian dan standar upah dimana proyek tersebut berada. Upah pekerja ini termasuk jaminan kesehatan dan asuransi kecelakaan kerja.
3. Biaya alat adalah biaya penggunaan alat pada masa konstruksi dan perlu digunakan pertimbangan sebelumnya untuk menyewa atau membeli alat tersebut. Karena dengan suatu analisa dan pertimbangan yang tepat dapat menekan biaya peralatan.
4. Biaya sub kontraktor adalah biaya yang akan dikeluarkan bila ada bagian pekerjaan yang diserahkan kepada sub-kontraktor. Sub kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

Biaya tak langsung adalah sejumlah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan tetapi tidak berkaitan langsung dengan produksi atau penjualan barang atau jasa. Jenis – jenis biaya tak langsung yaitu:

1. Biaya tak terduga, merupakan biaya yang disiapkan oleh perusahaan untuk menghadapi kejadian yang merugikan akan terjadi ataupun tidak terjadi. Seperti yang telah dijelaskan pada fungsi biaya tak langsung, biasanya perusahaan akan menyediakan biaya tak terduga. Hal tersebut agar tidak menimbulkan kerugian dan tidak menghambat produksi barang atau pengrajan suatu proyek. Contohnya, terjadinya banjir di lokasi pelaksanaan proyek. Banjir tersebut terjadi diluar pekiraan perusahaan, maka perusahaan harus menangani hal ini dengan menggunakan biaya tak terduga, biasanya biaya tak terduga akan disiapkan sebesar 0,5 hingga 5% dari biaya total proyek.
2. Biaya *overhead*, merupakan biaya yang tidak memiliki kaitan secara langsung dengan proses berjalannya suatu proyek, tetapi tetap dimasukkan ke dalam anggaran agar proyek dapat berjalan dengan baik.

Terdapat dua jenis biaya *overhead*, yaitu *overhead* kantor yang biasanya berkaitan dengan gaji karyawan, fasilitas kantor, hingga biaya sewa gedung kantor. Sedangkan *overhead* lapangan memiliki kaitan dengan gudang, biaya personel lapangan, transportasi, dan lain lain.

3. Keuntungan, dapat diartikan sebagai segala penghasilan yang didapatkan oleh suatu perusahaan dari pelaksanaan sebuah proyek. Keuntungan ini berbeda dengan gaji, karena keuntungan yang dihasilkan melalui berbagai usaha, keahlian, dan beberapa faktor risiko bisnis.

2.5 Metode

2.5.1 Pengumpulan data

Penelitian ini dilakukan di Universitas Airlangga. Pada pembangunan gedung soetandjo wignjosoebroto, Universitas Airlangga, terdapat keterlambatan progres dimulai dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-16 hingga 9,924%. Salah satu penyebabnya berasal dari ketersediaan material dan kinerja dari pihak pelaksana. Oleh karena itu, perlu adanya solusi untuk masalah tersebut dengan harapan proyek tersebut dapat terselesaikan dengan cepat dan efektif agar dapat mengejar keterlambatan.

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam melakukan analisis *time cost trade off* antara lain :

1. Data Primer, yaitu data yang didapatkan dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan kemudian dapat melalui wawancara terkait permasalahan yang terjadi dilapangan oleh beberapa pihak yang terkait, seperti pada *Project Manager*, *Site Engineer*, dan Pihak Konsultan.
2. Data Sekunder, yaitu data yang didapatkan dari Perusahaan atau pihak yang berperan dalam proses berlangsungnya pembangunan tersebut secara langsung sebagai acuan peneliti dalam mengolah data penelitian. Beberapa data sekunder yang digunakan :
 - *Time Schedule* Proyek, data tersebut diperlukan untuk mengetahui durasi waktu yang diperlukan dari masing-masing jadwal aktivitas pekerjaan dilapangan, dan dapat digunakan sebagai acuan durasi nirmal proyek.
 - Rencana Anggaran Biaya (RAB) data tersebut digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan anggaran biaya proyek sebagai acuan menghitung biaya percepatan

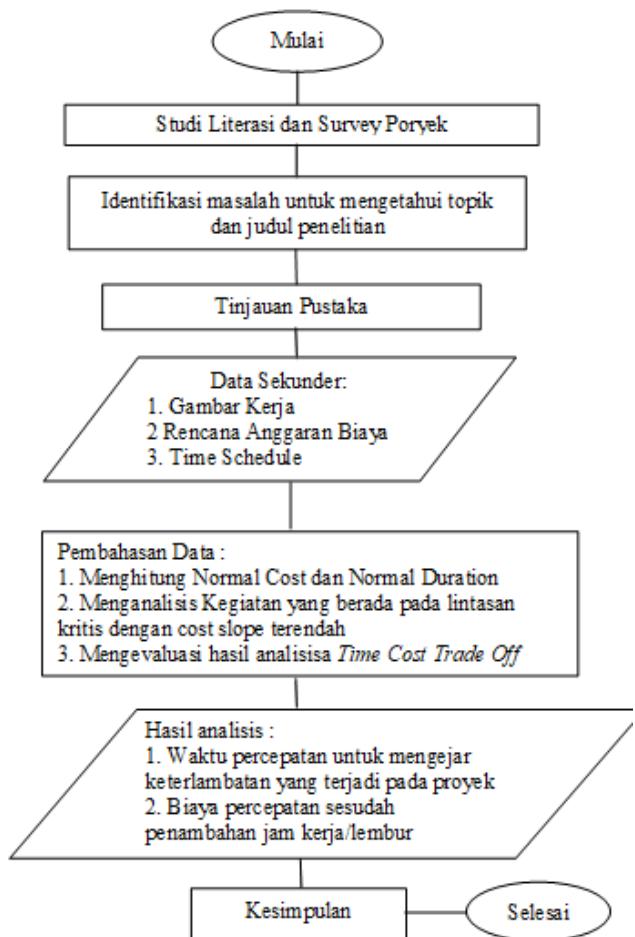
2.5.2 Analisis Data

Dalam proses analisa *Time Cost Trade Off* dipakai beberapa analisa dalam melakukan percepatan terhadap waktu yaitu dengan dilakukannya shift kerja sehingga terjadi peningkatan produktivitas tenaga kerja. Analisis dan perhitungan *Cost Slope* pada lintasan kritis, pada bagian ini peneliti mencari kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang akan dipercepat yang memiliki peningkatan biaya per-satuan waktu yang paling kecil.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Cost Duration}} \quad (1)$$

$$\text{Crash cost pekerja per hari} = (\text{Jam kerja per hari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{Biaya lembur per jam}) \quad (2)$$

Setelah melakukan analisa *Time Cost Trade Off* kemudian menghasilkan grafik total biaya proyek. Total biaya proyek adalah penjumlahan biaya langsung dengan biaya tak langsung yang dikeluarkan setelah proses percepatan. Karena durasi yang lebih cepat dari sebelumnya maka biaya langsung akan bertambah sedangkan biaya tak langsung akan berkurang. Kemudian hasil analisis tersebut dibandingkan dengan jadwal dan biaya proyek sebelum dipercepat



Gambar 1. Diagram Alir (Olahan Peneliti, 2024)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel biaya (*Cost*) memiliki peranan yang sangat penting dalam suatu perencanaan pembangunan proyek terutama pada manajemennya. Selain variabel waktu dan sumber daya. Dimana biaya yang muncul harus dapat dikendalikan hingga seminimal mungkin. Dibawah ini merupakan rekapitulasi dari jumlah keseluruhan biaya yang dikeluarkan pihak pelaksana untuk merencanakan anggaran biaya.

3.1 Rencana Biaya dan Anggaran

Di bawah ini adalah tabel Rencana Anggaran Biaya yang didapatkan dari pihak proyek, RAB berisi tentang biaya bahan, alat, upah serta biaya lainnya yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek kontruksi. Dari data RAB tersebut lalu dilakukan analisis untuk mendapatkan biaya optimal setelah dilakukan percepatan. Total biaya pelaksanaan Proyek Pembangunan Kantor Pertanahan Kota Surabaya sebesar:

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
A. Pekerjaan persiapan		
1 Pekerjaan Pembersihan Lahan Ringan	RP. 67,858,560	
2 Pengukuran dan pemasangan bouwplank	RP. 10,589,844.00	
3 Pekerjaan Pembersihan Setelah Proyek Selesai	RP. 5,000,000.00	
4 Pembuatan Direksi Keet	RP. 46,829,454.27	
5 Pagar Pengaman Proyek	RP. 87,775,590.00	

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
	Jumlah Harga	RP. 218,053,448.27
B.	Sistem Manajemen Dan Keselamatan Kerja	
1	Penyiapan RKK, RKPPL, dan RMLLP	
	a. Pembuatan Manual, Prosedur, Instruksi Kerja, Ijin Kerja	RP. 350,000,00
	b. Pembuatan Kartu Identitas Pekerja (KIP)	RP. 625,000.00

Sumber: Data PT. Titian Cahaya Konsultan, 2024

3.2 Menyusun Durasi Pekerjaan

Dari data rekapitulasi rencana anggaran biaya dan time schedule dapat di uraikan dalam lintasan kritis sebagai berikut:

Tabel 2. Durasi Pekerjaan

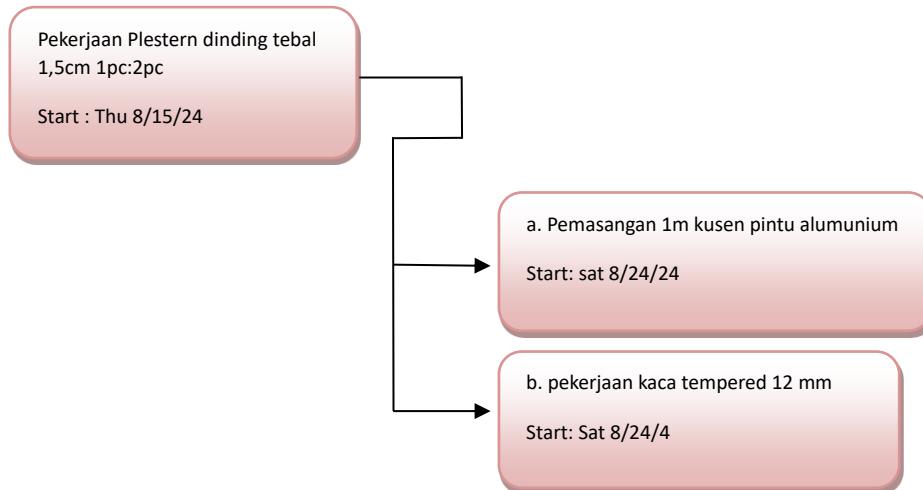
No	Uraian Pekerjaan	Durasi
A.	Pekerjaan Persiapan	154 Days
1	Pekerjaan Pembersihan Lahan Ringan	21 Days
2	Pengukuran Dan Pemasangan Bouwplank	14 Days
3	Pekerjaan Pembersihan Setelah Proyek Selesai	14 Days
4	Pembuatan Direksi Keet	14 Days
5	Pagar Pengaman Proyek	14 Days
B.	Sistem Manajemen Dan Keselamatan Kerja	7 Days
1	Penyiapan Rkk, Rkppl, Dan Rmllp	7 Days
	A. Pembuatan Manual, Prosedur, Instruksi Kerja, Ijin Kerja	7 Days
	B. Pembuatan Kartu Identitas Pekerja (Kip)	7 Days
2	Sosialisasi, Promosi Dan Pelatihan	7 Days
	A. Pengarahan K3	7 Days
	B. Papan Informasi K3	7 Days
	C. Spanduk	7 Days
3	Alat Pelindung Kerja Dan Alat Pelindung Diri	7 Days
3a.	Alat Pelindung Kerja (Apk)	7 Days
	A. Tali Keselamatan	7 Days
	B. Pembatas Area	7 Days
3b.	Alat Pelindung Diri (Apd)	7 Days
	A. Helm Pelindung (Safety Helmet)	7 Days
	B. Sarung Tangan	7 Days
	C. Sepatu Keselamatan (Safety Shoes)	7 Days
	D. Penunjang Seluruh Tubuh (Full Body Harness)	7 Days
	E. Rompi Keselamatan Kerja	7 Days
	F. Rompi Security	7 Days

Sumber: Olahan Peneliti

3.3 Membuat diagram Jaringan Kerja dengan menggunakan Microsoft Project

Dalam mengelola atau memanajemen suatu proyek diperlukan sebuah perangkat lunak yang bernama *Microsoft Project*. *Microsoft Project* biasanya juga digunakan untuk mengelola rencana pekerjaan dan durasi waktu pekerjaan sehingga proyek dapat dipantau meskipun sedang berjalan, sehingga proyek dapat dievakuasi sesuai tahap-tahapnya. Penggunaan

Microsoft project sangat diperlukan dalam pembuatan jadwal proyek dan membantu membuat jaringan kerja. Berikut gambar diagram kerja yang berasal dari Microsoft Project.



Sumber: Hasil Olahan Data Peneliti, 2024

Gambar 2. Network diagram pada Microsoft Project secara garis besar

3.4 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dibutuhkan strategi yaitu dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Penambahan dari jam kerja (lembur) sangat sering digunakan untuk mengejar progres karena dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada di lapangan dan cukup dengan mengefisiensikan tambahan biaya yang akan akan dikeluarkan oleh kontraktor.

Menurut UU K 13/2003, tepatnya dalam pasal 78 dan kemudian disesuaikan di UU Cipta Kerja berikut aturannya:

1. Waktu kerja lembur maksimal 4 jam dalam waktu satu hari dan 18 jam dalam waktu satu minggu;
2. Kerja lembur harus disetujui oleh pekerja yang bersangkutan.

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 2021 berisi tentang ketentuan sebagai berikut:

1. Lembur harus disetujui secara tertulis ataupun melewati media digital;
2. Persetujuan tersebut berbentuk daftar pekerja yang lembur;
3. Daftar tersebut di tandatangani oleh pekerja yang bersangkutan dan oleh perwakilan perusahaan yang bersangkutan ;
4. Pekerja harus mendapatkan waktustirahat yang mencukupi.

Normalnya waktu kerja untuk pekerja adalah 8 jam yang dimulai pada pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00 dengan satu jam kerja istirahat, kemudian tambahan waktu (lembur) dilakukan setelah jam kerja normal.

Penambahan jam kerja (lembur) dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan (Priyo & Aulia, 2015).

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \quad (3)$$

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam kerja per hari}} \quad (4)$$

Produktivitas harian sesudah crash =

$$(\text{jam kerja per hari} \times \text{produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{produktivitas tiap jam})$$
 dengan:
 $a = \text{lama penambahan jam kerja (lembur)}$
 $b = \text{koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)}$

Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70
4 Jam	0,4	60

Sumber: Soeharto, 1997 dalam Priyo & Aulia, 2015

4 KESIMPULAN

Setelah dilakukan percepatan menggunakan metode Time Cost Trade Off dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) pada pekerjaan Pasangan dinding. Terdapat salah satu pekerjaan didalamnya yang dapat dipercepat untuk mendapatkan durasi paling optimal yaitu Pekerjaan Plesteran Dinding tebal 1,5cm 1pc:2ps. Dari hasil percepatan yang didapatkan untuk 1 jam lembur adalah 73 hari, 2 jam lembur adalah 70 hari dan 3 jam lembur adalah 69 hari. Dari ketiga durasi lembur tersebut, didapatkan durasi optimum yaitu pada 69 hari kerja dengan durasi lembur 3 jam/hari. Dengan begitu pelaksanaan proyek dapat lebih cepat 8 hari dari durasi normal. Serta dari hasil analisis tersebut didapatkan efisiensi waktu sebesar 0,104%. Setelah dilakukan percepatan proyek menggunakan metode Time Cost Trade Off dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) pada pekerjaan pasangan dinding . pekerjaan yang dapat dipercepat adalah Pekerjaan Plesteran Dinding tebal 1,5cm 1pc:2ps dihasilkan biaya sebesar Rp. 2,511,035,604.66 untuk 1 jam lembur/hari, Rp. 2,019,196,320.55 untuk 2 jam lembur/hari dan Rp. 2,013,991,590.85 untuk 3 jam lembur/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, T. D. (2017). *Analisis Percepatan Waktu Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Pada Pembangunan Gedung Graha Mojokerto Service City* [Skripsi]. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Arvianto, R., Handayani, F. S., & Setiono, S. (2017). Optimasi Biaya dan Waktu Dengan Metode Time Cost Trade Off, (Study kasus : Proyek Bangunan Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*, 5(1), 69–74.
- Endriastuti, A. M., & Triana, M. I. (2024). Optimasi Biaya dan Waktu Dengan Metode TCTO pada Pembangunan Casting Mechanical & Civil Work For Oil Storage And Steady Room Workshop Gresik. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(2), 1037–1048. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.28837>
- F., R., & Muhammad, M. (2019). *Analisis Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada*

Proyek Konstruksi Supermall Pakuwon Indah Phase 4 Anderson Surabaya. Universitas 17 Agustus 1945.

Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2), 113–126.

Izzah, N. (2018). Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X. *Rekayasa*, 10(1), 51. <https://doi.org/10.21107/rys.v10i1.3604>

Kurniawan, W. (2015). *Analisa Metode Time Cost Trade Off Pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung The Samator Surabaya* [Tugas Akhir]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja Dan Waktu Istirahat, Dan Pemutusan Hubungan Kerja, Pub. L. No. Nomor 35 Tahun 2021 (2021).

Salindeho, C. G., Pratasis, P. A. K., & Sumanti, F. P. Y. (2022). Optimasi Waktu dan Biaya menggunakan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano-Kembes-Manado Seksi II. *TEKNO*, 20(81), 135–143.

Saragi, T. E., & Situmorang, R. U. A. (2022). Optimasi Waktu Dan Biaya Percepatan Proyek menggunakan Metode Time Cost Trade Off dengan Alternatif Penambahan Tenaga kerja dan Jam kerja (lembur) (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Convention Hall Kab. Deli Serdang). *CONSTRUCT: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 53–69.

Setiawan, B. B., & Trijeti, T. (2012). Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung di Jakarta. *Jurnal Konstruksia*, 4(1), 25–34.

Sugianto, A., Sari, H. M., & Airunisa, S. (2020). Analisa Percepatan Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek TA BPP I RU V Balikpapan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 3(1), 52–64. <https://doi.org/10.36277/transukma.v3i1.71>

Susanto, I. D. (2023). TCTO Analisis Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Kontruksi Dengan Jam Kerja Lembur Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Proyek Hotel Shafira Surabaya. *SONDIR*, 7(2), 150–158. <https://doi.org/10.36040/sondir.v7i2.5578>

Vebiola, N. E., & Waskito, J. P. H. (2020). ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda). *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 8(2), 113. <https://doi.org/10.30742/axial.v8i2.1032>

Yana, A. A. G. A. (2006). Pengaruh Jam Kerja Lembur terhadap Biaya Percepatan Proyek dengan Time Cost Trade Off Analysis (Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Ruang pertemuan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 10(2), 177–188.

Yoni, I. A. M., Warsika, I. P. D., & Sudipta, I. G. K. (2016). Perbandingan Penambahan Waktu

Kerja (Jam Lembur) dengan Penambahan Tenaga Kerja terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek dengan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Instalasi Farmasi Blahkiuh). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2), 129–138.