

# Analisis Waktu dan Biaya dengan Pendekatan *Time Cost Trade Off* pada Proyek *Repair Struktur Wheat Silo dan Pellet Silo Tahap III* di Surabaya

Maria Junita Klau<sup>1</sup>, Hanie Teki Tjendani<sup>2\*</sup>, Sajiyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya  
e-mail: [mariajunitaklau76@gmail.com](mailto:mariajunitaklau76@gmail.com)

<sup>2\*</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya  
e-mail: [hanie@untag-sby.ac.id](mailto:hanie@untag-sby.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya  
e-mail: [sajiyo@untag-sby.ac.id](mailto:sajiyo@untag-sby.ac.id)

## ABSTRAK

Proyek repair struktur wheat silo dan pellet silo tahap III di Surabaya memiliki signifikansi besar dalam industri pengolahan tepung terigu di Indonesia. PT. Indofood Sukses Makmur Tbk Divisi Bogasari Surabaya, sebagai salah satu produsen tepung terigu terkemuka, membutuhkan perbaikan struktur pada kedua silo tersebut untuk memastikan kelancaran operasi pabrik dan kualitas produk akhir. Dengan mengingat pentingnya waktu dan biaya dalam kesuksesan proyek ini, pendekatan yang efektif dalam manajemen waktu dan biaya sangatlah penting. Proyek ini membutuhkan manajemen proyek yang tepat untuk menghindari keterlambatan dan pembengkakan biaya, dengan anggaran sebesar Rp. 28.011.000.000 dan estimasi waktu 455 hari kalender. Penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) untuk menganalisis opsi percepatan waktu proyek dengan mempertimbangkan biaya tambahan yang mungkin timbul. Perangkat lunak *Microsoft Project* digunakan untuk mengidentifikasi lintasan kritis, yang memungkinkan manajer proyek fokus pada aktivitas-aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap jadwal keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lintasan kritis proyek berada pada kegiatan mobilisasi dan demobilisasi, administrasi dan pelaporan, keselamatan kerja, dan perbaikan silo gandum lama. Dengan menggunakan TCTO, waktu penyelesaian proyek dapat dipercepat menjadi 359 hari dari 455 hari, mengurangi waktu sebesar 21,10% dengan biaya tambahan Rp. 739.351.125,00 atau 2,64% dari nilai proyek. Dengan penambahan jam lembur 1 jam per hari, biaya percepatan proyek sebesar Rp. 413.445.000,00 atau 1,48% dari nilai proyek, mengurangi waktu kerja menjadi 391 hari atau 14,07% dari waktu normal.

Kata kunci: percepatan, *wheat silo*, *pellet silo*, *ms project*, *time cost trade off*

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia pembangunan infrastruktur dan perluasan industri konstruksi sedang meningkat. Ekspansi ini sebagian besar didorong oleh pesatnya ekspansi pasar *real estate* domestik, investasi swasta, dan belanja pemerintah untuk proyek-proyek infrastruktur. Proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme pekerjaan yang sensitif, karena setiap aspek pada proyek mempengaruhi satu sama lain. Pada pelaksanaan proyek sering terjadi ketidaksesuaian jadwal pada saat di lapangan yang mengakibatkan pertambahan waktu dan pembengkakan biaya. Penyebab adanya keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat perubahan desain, faktor cuaca, kurang memadai kebutuhan pekerja, material, ataupun peralatan, kesalahan perencana atau spesifikasi. Konsekuensi adanya percepatan pada penyelesaian pembangunan ini adalah adanya pertambahan biaya langsung (Vebiola & Waskito, 2020).

PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari Surabaya mulai beroperasi pada tanggal 10 Juli 1972, terletak di Jl. Nilam Timur No. 16 Tanjung Perak, Surabaya. Menempati area seluas ± 14 Ha. Dengan kapasitas giling 5.900 ton gandum/hari dan total produksi tepung yang dihasilkan 1.6 juta ton per tahun. Dalam pengadaan dan penyimpanan bahan baku berupa biji gandum sebelum diproses hingga menjadi tepung, maka perlu di simpan di sebuah tempat yang bernama silo, dan silo yang dimiliki Bogasari adalah silo beton. Silo yang dimiliki oleh Bogasari terbagi menjadi 2 jenis, yaitu wheat silo untuk menyimpan gandum dan pellet silo untuk menyimpan pellet yaitu sisa olahan kulit gandum yang sudah terbuang yang biasanya digunakan untuk campuran pakan ternak. di Bogasari terdapat 4 kompleks, yaitu pellet silo lama berjumlah 18 buah dengan ketinggian 42 m, pellet silo baru berjumlah 24 buah dengan ketinggian 40 m, wheat silo lama berjumlah 36 buah dengan ketinggian 50 m, dan *wheat* silo baru berjumlah 48 buah dengan ketinggian 36,95 m. Bangunan Silo ini sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan produksi, oleh karena itu perawatan bangunan ini dilakukan secara berkala 20 tahun sekali.

Proyek *repair* struktur *wheat* silo dan *pellet* silo tahap III di Surabaya menghadapi berbagai tantangan yang signifikan.

Berdasarkan laporan kemajuan proyek dan hasil wawancara dengan manajer proyek serta tim lapangan, teridentifikasi bahwa beberapa kegiatan utama mengalami keterlambatan. Kegiatan penggalian dan pemasangan pondasi mengalami kendala karena kondisi tanah yang tidak stabil dan cuaca buruk, yang menyebabkan penundaan pekerjaan. Selain itu, pemasangan struktur baja tertunda akibat keterlambatan pengiriman material dari pemasok. Pekerjaan pengecoran beton juga mengalami hambatan karena kekurangan tenaga kerja terampil, sementara instalasi sistem mekanikal dan elektrik tertunda akibat perubahan desain yang mendadak. Masalah-masalah ini tidak hanya mengganggu jadwal proyek tetapi juga berpotensi menyebabkan pembengkakan biaya yang signifikan jika tidak ditangani dengan strategi manajemen yang efektif.

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Metode TCTO digunakan untuk menganalisis opsi percepatan waktu proyek dengan memperhitungkan biaya tambahan yang mungkin timbul, membantu dalam mengidentifikasi langkah-langkah percepatan yang optimal dan perangkat lunak *Microsoft Project* digunakan untuk membantu dalam identifikasi lintasan kritis proyek. Lintasan kritis adalah serangkaian aktivitas yang menentukan durasi terpendek untuk menyelesaikan proyek. Dengan mengidentifikasi lintasan kritis, manajer proyek dapat fokus pada aktivitas-aktivitas yang memiliki dampak terbesar terhadap jadwal keseluruhan dan melakukan percepatan pada aktivitas tersebut untuk mengurangi durasi total proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi praktis dan solusi optimal bagi manajer proyek dalam mengelola percepatan waktu dan biaya. Hasil yang diharapkan meliputi identifikasi lintasan kritis, analisis opsi percepatan waktu dan dampaknya terhadap biaya, serta rekomendasi strategi percepatan yang efektif dengan biaya tambahan yang minimal. Dengan menggunakan *MS Project*, penelitian ini juga menyediakan panduan praktis dalam perencanaan dan pengelolaan proyek. Melalui pendekatan komprehensif ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen proyek konstruksi, khususnya dalam konteks perbaikan struktur silo di Surabaya.

## 2. DASAR TEORI

Manajemen konstruksi adalah suatu cara atau metode yang dilakukan untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan konstruksi atau infrastruktur yang dibatasi oleh waktu dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan (*controlling*) (Zahir et al., 2022).

### 1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan adalah suatu proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya

### 2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Organisasi merupakan alat dalam pengendalian dan pelaksanaan proyek agar proses pelaksanaan tertata sesuai dengan yang diinginkan. Organisasi proyek dikatakan berhasil jika mampu mengendalikan tiga hal utama yaitu mutu, waktu dan biaya. Suatu organisasi mempunyai ciri-ciri adanya sekelompok orang yang bekerja sama atas dasar hak, kewajiban dan tanggung jawab masing-masing.

### 3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan pelaksanaan meliputi kegiatan pelaksanaan pekerjaan di lapangan dalam rangka mewujudkan bangunan yang akan dibangun.

### 4. Pengawasan (*Controlling*)

Kegiatan pengawasan dilaksanakan dengan tujuan agar hasil pelaksanaan pekerjaan bangunan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan membuat suatu bangunan konstruksi yang dilaksanakan pada waktu tertentu. Suatu proyek konstruksi membutuhkan suatu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik, dimana kondisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sumber daya yang baik kualitas maupun kuantitasnya, ketersediaan material, kondisi alam, letak geografis dan faktor-faktor lainnya yang berpengaruh pada kemajuan dari proyek tersebut. Proses mencapai tujuan dalam pelaksanaan proyek konstruksi ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besarnya Biaya (*Cost*) yang dialokasikan, Waktu (*Time*) dan Ruang Lingkup (*Scope*) yang harus dipenuhi. Ketiga batasan diatas disebut sebagai batasan (*Triple Constraint*), (Waney & Ruitan, 2022) yaitu:

#### 1. Biaya (*Cost*)

Anggaran proyek yang perlu dikeluarkan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi dengan biaya yang sudah disepakati dari awal

#### 2. Waktu (*Time*)

Proyek harus dikerjakan dalam suatu kurun waktu yang ditentukan dan terbatas. Jika tidak, maka akan menimbulkan berbagai dampak negatif.

#### 3. Ruang Lingkup (*Scope*)

Dalam ruang lingkup mengacu pada semua tugas aktivitas pekerjaan dalam proyek konstruksi baik produk atau hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan yang berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan.



Gambar 1. Hubungan *Triple Constraint*

*Microsoft Project* adalah alat manajemen proyek yang membantu dalam merencanakan, melacak, dan mengelola proyek. Salah satu fitur penting dalam *Microsoft Project* adalah kemampuan untuk menemukan lintasan kritis (*critical path*), yang merupakan serangkaian tugas yang menentukan durasi total proyek. Lintasan kritis membantu manajer proyek mengidentifikasi tugas-tugas yang tidak boleh tertunda agar proyek selesai tepat waktu.

Metode *Time Cost Trade Off* merupakan sebuah metode analisis yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara memadatkan jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dalam hal waktu (durasi) dan biaya. Upaya memprioritaskan aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis untuk mengurangi durasi proyek dengan menggunakan beberapa alternatif, seperti penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan penambahan alat kerja (Ashari, 2023).

#### 1. Proses Pengerjaan Waktu yang Optimal

Penambahan jam kerja (lembur) merupakan salah satu strategi yang biasanya dilakukan untuk mempercepat proses penyelesaian suatu proyek. Hal yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam menentukan jam lembur yaitu semakin besar penambahan jam lembur maka akan mengakibatkan produktivitas pekerja menurun. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan produktivitas kerja lembur (Sulistyo & Al Fikri, 2021).

##### 1) Total Upah Normal Kerja Per Hari

$$T = N \times P \quad (1)$$

Ket : T = Total upah pekerja per hari  
 N = Jumlah tenaga kerja  
 P = Harga satuan

##### 2) Produktivitas Harian

$$P_h = \frac{V}{T_n} \quad (2)$$

Ket : P<sub>h</sub> = Produktivitas harian  
 V = Volume  
 T<sub>n</sub> = Waktu normal

##### 3) Produktivitas Per Jam

$$P_j = \frac{P_h}{J} \quad (3)$$

Ket :  $P_j$  = Produktivitas per jam  
 $P_h$  = Produktivitas per jam  
 $J$  = Jam kerja per hari

4) Produktivitas *Crashing*

$$P_c = (P_j \times P_h) + (P_j \times P_h \times P_c) \quad (4)$$

Ket :  $P_c$  = Produktivitas *crashing*  
 $W$  = Jumlah kerja per hari  
 $P_j$  = Produktivitas per jam

$a$  = Lama penambahan jam kerja (lembur)  
 $b$  = Koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam (lembur)

5) *Crash Duration*

$$D_c = \frac{V}{P_c} \quad (5)$$

Ket :  $D_c$  = Durasi *crash*  
 $V$  = Volume  
 $P_c$  = Produktivitas *crashing*

2. Proses Pengerjaan Biaya yang Optimal

Dalam menambah jam lembur pekerja terdapat peraturan-peraturan pemerintah yang harus diikuti oleh kontraktor. Peraturan yang harus diikuti adalah peraturan keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur, yang berisi Pasal 3 berbunyi Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu dan Ketentuan waktu kerja lembur sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak termasuk kerja lembur yang dilakukan pada waktu istirahat mingguan atau hari libur resmi. Pasal 7 Perusahaan yang mempekerjakan pekerja/buruh selama waktu kerja lembur berkewajiban membayar upah kerja lembur, memberi kesempatan untuk istirahat secukupnya dan memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 (tiga) jam atau lebih. Pasal 11 cara Perhitungan upah kerja lembur sebagai berikut : Apabila kerja lembur dilakukan pada hari kerja : untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah Sebesar 1,5 (Satu setengah) kali upah sejam; untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 (dua) kali upah sejam. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah per jam waktu normal pada penambahan jam kerja 23 berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah per jam waktu normal. Perhitungan untuk biaya dapat dirumuskan sebagai berikut:

1) Biaya Lembur Per Hari

$$B = N_{TK} \times 1,5 \times H \quad (6)$$

Ket :  $B$  = Biaya lembur per hari  
 $N_{TK}$  = Jumlah tenaga kerja  
 $H$  = Biaya normal per jam

2) Biaya Lembur untuk 2 Jam

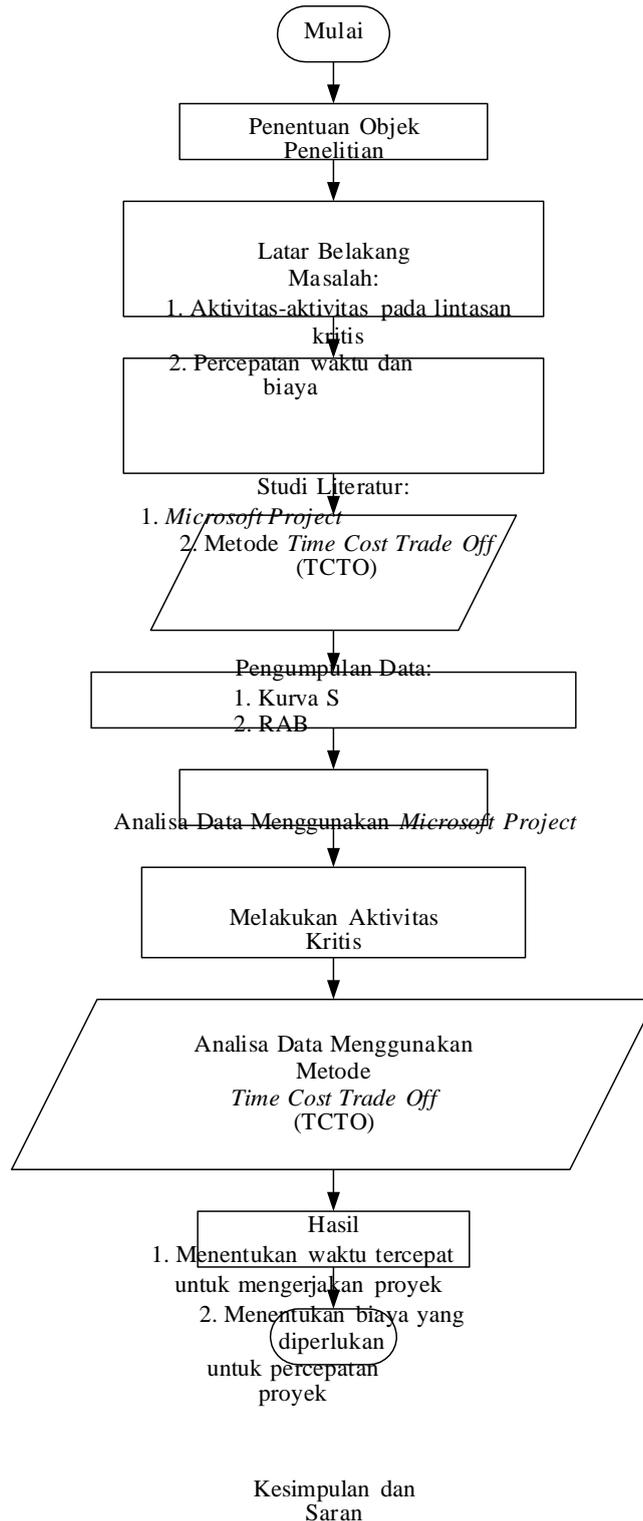
$$B = N_{TK} \times (1,5 \times H) + (2 \times 1 \times H) \quad (7)$$

Ket :  $B$  = Biaya lembur per hari  
 $N_{TK}$  = Jumlah tenaga kerja  
 $H$  = Biaya normal per jam

3. METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penjelasan mengenai alur atau tahapan *Struktur Wheat Silo* dan *Pellet Silo Tahap III* di Surabaya dengan menggunakan Metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* secara garis besar dapat dilihat pada bagan alir berikut.



Selesai  
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### Lokasi Penelitian

Berikut merupakan lokasi penelitian Proyek *Repair Struktur Wheat Silo dan Pellet Silo Tahap III* PT. ISM Bogasari Surabaya, Jawa Timur.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

### Prosedur Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder diambil oleh penulis langsung di PT.Ting Tai Konstruksi Indonesia, data yang diambil merupakan data kurva S yaitu Informasi tentang jadwal proyek yang mencakup daftar lengkap aktivitas, estimasi waktu, dan urutan ketergantungan antar aktivitas. Data rencana dan anggaran biaya (RAB) proyek. Data ini mencakup estimasi biaya yang disediakan oleh tim proyek yang bertanggung jawab langsung atas pelaksanaan proyek. Data ini dibutuhkan untuk menghitung tambahan biaya kerja pada alternatif penambahan jam lembur pada pekerjaan yang mengalami lintasan kritis dan Upah Tenaga Kerja Normal per bulan untuk menghitung biaya percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur). Dan data Sekunder adalah data pendukung yang berupa dari literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian penulis.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rekapitulasi Total Upah Pekerja Normal

Proyek pekerjaan *repair* struktur *wheat* silo dan *pellet* silo tahap III memiliki nilai kontrak untuk upah/gaji pekerja. Berikut rekapitulasi upah pekerja normal berdasarkan hasil perhitungan upah pekerja normal yang berada pada lintasan kritis proyek.

Tabel 1. Rekapitulasi Total Upah Pekerja Normal

Kode	Jumlah Pekerja	Total Upah/Hari (Rp)	Durasi Normal (Hari)	Total Upah Proyek (Rp)
2.1	13	1.820.000,00	18	32.760.000,00
2.2	13	1.800.000,00	18	32.400.000,00
2.3	23	3.000.000,00	38	114.000.000,00
2.4	22	2.900.000,00	150	435.000.000,00
2.5	10	1.440.000,00	38	54.720.000,00
2.6	13	1.820.000,00	38	69.160.000,00
2.7	10	1.460.000,00	38	55.480.000,00
2.8	22	2.880.000,00	150	432.000.000,00
2.9	16	2.160.000,00	150	324.000.000,00
2.10	13	1.800.000,00	150	270.000.000,00

Tabel 1. Rekapitulasi Total Upah Pekerja Normal (Lanjutan)

Kode	Jumlah Pekerja	Total Upah/Hari (Rp)	Durasi Normal (Hari)	Total Upah Proyek (Rp)
2.11	7	1.080.000,00	150	162.000.000,00
2.12	7	1.100.000,00	150	165.000.000,00
2.13	24	3.120.000,00	150	468.000.000,00
2.14	26	3.360.000,00	135	453.600.000,00
2.15	17	2.280.000,00	135	307.800.000,00
2.16	9	1.320.000,00	135	178.200.000,00
2.17	10	1.440.000,00	135	194.400.000,00
2.18	9	1.320.000,00	135	178.200.000,00
2.19	19	2.520.000,00	135	340.200.000,00
2.20	17	2.280.000,00	135	307.800.000,00
2.21	25	3.240.000,00	135	437.400.000,00
2.22	23	3.000.000,00	135	405.000.000,00
2.23	32	4.100.000,00	135	553.500.000,00

Jadi pada pelaksanaan proyek *repair* struktur *wheat* silo dan *pellet* silo Tahap III membutuhkan biaya upah tenaga kerja sebesar Rp. 5.970.620.000,00.

### Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Crash Duration* Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Pada saat penambahan jam kerja (lembur) produktivitas pekerja tiap jam nya berubah seperti pada saat penambahan jam kerja (lembur) 1 jam perhari diperhitungkan produktivitasnya sebesar 90%, 2 jam perhari produktivitasnya sebesar 80% untuk percepatan durasi kegiatan-kegiatan kritis dihitung berdasarkan penambahan jam kerja (lembur) dari durasi normal yang ada.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Crash Duration* pada Penambahan 1 Jam Kerja

Kode	Durasi Normal (Hari)	Durasi <i>Crashing</i> (Hari)
2.1	18	16
2.2	18	16
2.3	38	34
2.4	150	135
2.5	38	34
2.6	38	34
2.7	38	34
2.8	150	135
2.9	150	135
2.10	150	135
2.11	150	135
2.12	150	135
2.13	18	135
2.14	18	121
2.15	38	121
2.16	150	121
2.17	135	121
2.18	135	121
2.19	135	121
2.20	135	121
2.21	135	121
2.22	135	121
2.23	135	121

Untuk silo gandum lama dimana pekerjaannya berupa perbaikan silo 1- silo 2 dengan durasi normal 150 hari setelah penambahan 1 jam lembur menjadi 135 hari Juga untuk pekerjaan silo 3 - silo 4 setelah durasi

normal 150 hari dengan penambahan 1 jam lembur menjadi 135 hari untuk pekerjaan silo 5- silo 6 dengan durasi 135 hari setelah penambahan 1 jam lembur menjadi 121 hari. Jadi, hasil perhitungan *Crash Duration* 1 jam untuk kegiatan yang berada pada lintasan kritis atau kegiatan perbaikan silo gandum lama yaitu dari waktu normal 455 setelah perhitungan *Crash Duration* 1 jam menjadi 391 hari.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Crash Duration* pada Penambahan 2 Jam Kerja

Kode	Durasi Normal	Durasi <i>Crashing</i>
	(Hari)	(Hari)
2.1	18	15
2.2	18	15
2.3	38	31
2.4	150	124
2.5	38	31
2.6	38	31
2.7	38	31
2.8	150	124
2.9	150	124
2.10	150	124
2.11	150	124
2.12	150	124
2.13	18	124
2.14	18	111
2.15	38	111
2.16	150	111
2.17	135	111
2.18	135	111
2.19	135	111
2.20	135	111
2.21	135	111
2.22	135	111
2.23	135	111

Untuk *silo* gandum lama dimana pekerjaannya berupa perbaikan silo 1- silo 2 dengan durasi normal 150 hari setelah penambahan 2 jam lembur menjadi 124 hari Juga untuk pekerjaan silo 3 - silo 4 setelah durasi normal 150 hari dengan penambahan 2 jam lembur menjadi 124 hari untuk pekerjaan silo 5- silo 6 dengan durasi 135 hari setelah penambahan 2 jam lembur menjadi 111 hari. Jadi, hasil perhitungan *Crash Duration* 2 jam untuk kegiatan yang berada pada lintasan kritis atau kegiatan perbaikan silo gandum lama yaitu dari waktu normal 455 setelah perhitungan *Crash Duration* 1 jam menjadi 359 hari.

### Rekapitulasi Hasil Perhitungan Upah Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Pada tabel berikut diperoleh upah pada kegiatan jalur kritis ini meningkat karena adanya upah penambahan jam kerja (lembur) 1 jam menjadi Rp.6.384.065.000,00 dengan upah kondisi normal Rp.5.970.620.000,00, sehingga dibutuhkan upah penambahan 1 jam lembur sebesar Rp.413.445.000,00.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Upah Penambahan 1 Jam Kerja

Kode	Durasi Normal	Durasi Setelah Penambahan 1 Jam Lembur	Upah Penambahan 1 Jam Lembur
	(Hari)	(Hari)	(Rp)
2.1	18	15	34.160.000,00
2.2	18	15	34.200.000,00
2.3	38	31	121.125.000,00

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Upah Penambahan 1 Jam Kerja (Lanjutan)

Kode	Durasi Normal	Durasi Setelah Penambahan 1 Jam Lembur	Upah Penambahan 1 Jam Lembur
------	---------------	---	---------------------------------

	(Hari)	(Hari)	(Rp)
2.4	150	124	464.906.250,00
2.5	38	31	58.140.000,00
2.6	38	31	73.482.500,00
2.7	38	31	68.892.500,00
2.8	150	124	462.206.250,00
2.9	150	124	346.275.000,00
2.10	150	124	288.562.500,00
2.11	150	124	176.175.000,00
2.12	150	124	182.418.750,00
2.13	18	124	503.718.750,00
2.14	18	111	485.966.250,00
2.15	38	111	330.783.750,00
2.16	150	111	189.667.500,00
2.17	135	111	206.910.000,00
2.18	135	111	184.222.500,00
2.19	135	111	362.092.500,00
2.20	135	111	327.607.500,00
2.21	135	111	465.547.500,00
2.22	135	111	431.062.500,00
2.23	135	111	585.942.500,00
<b>Total Upah Penambahan 1 Jam Kerja</b>			<b>6.384.065.000,00</b>

Pada tabel berikut diperoleh upah pada kegiatan jalur kritis ini meningkat karena adanya upah penambahan jam kerja (lembur) 2 jam, menjadi Rp 6.709.971.125,00 dengan upah kondisi normal Rp. 5.970.620.000,00 sehingga dibutuhkan upah penambahan 2 jam lembur sebesar Rp. 739.351.125,00.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Upah Penambahan 2 Jam Kerja

Kode	Durasi Normal	Durasi Setelah Penambahan 2 Jam Lembur	Upah Penambahan 2 Jam Lembur
	(Hari)	(Hari)	(Rp)
2.1	18	15	37.625.000,00
2.2	18	15	39.725.000,00
2.3	18	15	141.877.500,00
2.4	38	31	476.785.000,00
2.5	150	124	60.450.000,00
2.6	38	31	74.438.750,00
2.7	38	31	70.253.750,00
2.8	38	31	48.551.875,00
2.9	150	124	674.305.000,00
2.10	150	124	201.422.500,00
2.11	150	124	54.782.000,00
2.12	150	124	294.125.000,00
2.13	150	124	609.453.000,00
2.14	150	124	592.443.000,00
2.15	135	111	445.086.250,00
2.16	135	111	200.632.500,00
2.17	135	111	216.450.000,00
2.18	135	111	195.637.500,00

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Upah Penambahan 2 Jam Kerja (Lanjutan)

Kode	Durasi Normal	Durasi Setelah Penambahan 2 Jam Lembur	Upah Penambahan 2 Jam Lembur
	(Hari)	(Hari)	(Rp)

2.19	135	111	378.807.500,00
2.20	135	111	327.172.500,00
2.21	135	111	453.712.500,00
2.22	135	111	522.077.500,00
2.23	135	111	594.157.500,00
<b>Total Upah Penambahan 2 Jam Kerja</b>			<b>6.709.971.125,00</b>

## 5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan perangkat lunak *microsoft project* pada proyek *repair* struktur *wheat* silo dan *pellet* silo tahap III di Surabaya diketahui lintasan kritis berada pada kegiatan mobilisasi dan demobilisasi, administrasi dan pelaporan, keselamatan kerja dan perbaikan silo gandum lama. Berdasarkan hasil perhitungan TCTO, pada proyek *repair* struktur *wheat* silo dan *pellet* silo tahap III di Surabaya didapat waktu selesai paling cepat dalam waktu 359 hari dari waktu normal 455 hari, terjadi penurunan waktu sebesar 21,10% dari waktu normal. Pengurangan waktu tersebut didapatkan dari penambahan jam kerja (lembur) 2 jam setiap hari dengan penambahan biaya sebesar Rp.739.351.125,00. atau 2,64% dari nilai proyek. Berdasarkan hasil perhitungan TCTO, maka didapatkan biaya percepatan proyek *repair* struktur *wheat* silo dan *pellet* silo tahap III di Surabaya adalah Rp.413.445.000,00 atau 1,48% dari nilai proyek, dengan penurunan waktu kerja dari 455 hari menjadi 391 hari berarti terjadi penurunan waktu sebesar 14,07% dari waktu normal, pengurangan waktu tersebut didapatkan melalui penambahan jam lembur 1 jam perhari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, N. F. (2023). Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off Dan Fast Track Pada Pekerjaan Penanganan Longsor. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 6(2), 21–29. <https://doi.org/10.14710/potensi.2023.19321>
- Sulistyo, A. B., & Al Fikri, M. (2021). Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Gorda-Bandung). *Jurnal InTent*, 4(1), 25–40.
- 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>
- Waney, E. V. Y., & Ruitan, S. (2022). Perencanaan Waktu dan Penjadwalan Pelaksanaan Proyek Pembangunan Rusun TNI di Minahasa Utara. *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi*, 1(1).
- Zahir, L. A., Nugroho, D. H., Beji, J. K., Boyoangu, K., Tulungagung, K., Beji, J. K., Boyoangu, K., Tulungagung, K., & Planning, P. (2022). 02, 44–55.