

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL SURABAYA  
MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL  
SURABAYA MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)**

**Aji Sutrisno**

Mahasiswa S1-Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Alamat e-mail: ajisutrisno96@gmail.com

**Abstrak**

Biaya dan waktu merupakan dua faktor yang mempunyai keterkaitan yang kuat yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan suatu proyek konstruksi. Untuk mengatasi tidak efektifnya waktu dan biaya, diperlukan analisis yang memberikan alternatif untuk mengkompres jaringan kerja disebut analisis pertukaran waktu dan biaya /*Time Cost Trade Off Analysis* (TCTO). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu yang paling efektif dari proyek Rusun Pakal Surabaya. Metode yang digunakan adalah analisis TCTO dengan cara penambahan waktu lembur 3 jam. Hasil perhitungan TCTO diperoleh waktu yang tambah karena penambahan waktu 3 jam adalah 228 hari dengan total biaya proyek Rp22.418.103.375. Dari hasil analisis TCTO kontraktor pelaksana mempunyai keuntungan menghemat waktu 22 hari dan biaya sebesar Rp47.625.789 tanpa mengurangi spesifikasi teknis proyek yang sudah terkontrak.

**Kata Kunci:** analisis biaya dan waktu, *time cost trade off*, percepatan proyek.

**Abstract**

Cost and time are two factors that have a strong relationship that can affect the success rate of a construction project. To overcome the ineffectiveness of time and cost, an analysis is needed that provides an alternative to compressing the work network called Time Cost Trade Off Analysis (TCTO). The purpose of this research is to see the most effective time of the Rusun Pakal Surabaya project. The method used is TCTO analysis by adding overtime 3 hours. The calculation results obtained that adding overtime is 228 days with a total project cost of IDR22,418,103,375. From the results of the TCTO analysis, the executing contractor has the advantage of saving 22 days and costs of IDR47,625,789 without reducing the technical specifications of the project that has been contracted.

**Keywords:** time and cost analysis, *time cost trade off*, project acceleration.

**PENDAHULUAN**

Menurut Setiawan (2012:25), pada proyek konstruksi bangunan banyak hal yang menyebabkan membengkaknya biaya konstruksi dan juga bertambahnya waktu pelaksanaan dari target. Penyebab membengkaknya biaya konstruksi dan juga bertambahnya waktu pelaksanaan dari target diantaranya minimnya dana dari kontraktor pelaksana, kurangnya pekerja yang dimiliki, cuaca yang tidak mendukung, dan banyaknya perubahan *design* dari pemilik proyek konstruksi. Oleh karena itu Aprestiwarningsih (2018:2) mengungkapkan dalam suatu perencanaan proyek konstruksi bangunan, biaya dan waktu merupakan dua faktor yang mempunyai keterkaitan yang kuat yang dapat

mempengaruhi tingkat keberhasilan suatu proyek konstruksi.

Priyo dan Aulia (2015:31) menjelaskan bahwa tolok ukur keberhasilan proyek dilihat dari waktu pengerjaan yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Dari pernyataan yang dinyatakan Simatupang dan Sibi (2015:281) jika proyek mengalami suatu masalah, maka akan berdampak secara keseluruhan terhadap pelaksanaan proyek tersebut. Jika pelaksanaan proyek gagal berarti proyek tersebut juga gagal mencapai tujuan yang berarti terjadi pemborosan terhadap penggunaan biaya dan juga waktu.

Tidak efektifnya waktu dan biaya dalam pelaksanaan proyek konstruksi bisa diatasi dengan cara melakukan percepatan saat masa pelaksanaannya agar memenuhi target yang

sudah direncanakan. Menurut Mela (2016:90), dalam pengambilan keputusan metode untuk melakukan percepatan kontraktor harus memperhatikan faktor biaya agar hasil yang diharapkan yaitu biaya yang efisien tanpa mengurangi mutu yang diharapkan. Untuk mengantisipasi hal tersebut Federika (2010:114) menyatakan banyak metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterlambatan proyek konstruksi diantaranya menambah jumlah pekerja, menambah *shift* pekerja, penambahan jam kerja, dan juga menggunakan alat yang lebih produktif. Maddepungeng dkk. (2015:21) menyatakan bahwa untuk mengatasi tidak efektifnya waktu dan biaya diperlukan suatu analisis yang memberikan alternatif untuk mengompres jaringan kerja disebut analisis pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*).

Dalam perencanaan sumber daya proyek yang perlu diperhatikan agar proyek sesuai sasaran dan tujuan adalah perlunya beberapa faktor yang perlu direncanakan secara cermat diantaranya adalah sebagai berikut: (1) Perencanaan biaya. Biaya merupakan suatu sumber daya yang sangat penting dalam proyek. Dalam proyek konstruksi yang harus diperhitungkan adalah biaya total yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung; (2) Perencanaan tenaga kerja. Perencanaan tenaga kerja merupakan penentu keberhasilan proyek, harus mempunyai kualifikasi, keterampilan dan keahlian yang disesuaikan kebutuhan dalam proyek, perencanaan tenaga kerja juga mempertimbangkan waktu, jenis, lokasi proyek baik secara kualitas dan kuantitas (Husen, 2010:116). Proyek yang secara geografis berbeda membutuhkan pengelolaan dan ketersediaan tenaga kerja yang berbeda; (3) Perencanaan peralatan. Peralatan yang digunakan dalam proyek dipengaruhi oleh produktivitas alat terhadap volume pekerjaan yang dilakukan, sedangkan jumlah peralatan yang dibutuhkan bergantung pada durasi kegiatan/ waktu yang tersedia, kondisi lapangan, keadaan cuaca, efisiensi alat, kemampuan operator, dan kapasitas dan jumlah alat; (4) Perencanaan penggunaan material. Perencanaan material dimaksudkan

agar dalam pelaksanaan pekerjaan penggunaan material menjadi efisien dan efektif dan tidak terjadi masalah akibat tidak tersedianya material pada saat dibutuhkan. Dalam pelaksanaan proyek, penggunaan material diawasi baik kuantitas maupun kualitasnya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam dokumen proyek (Husen, 2010:121).

Menurut Husen (2010:149), penjadwalan proyek adalah suatu hasil perencanaan yang bertujuan memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan penelusuran kegiatan dan hubungan dasar setiap kegiatan dibuat sangat rinci dan detail yang akan membantu dalam pelaksanaan dan evaluasi proyek. Pada proses pengendalian proyek, penjadwalan harus selalu mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahan yang ada. Proses *monitoring* dan *updating* harus selalu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang paling *real* agar proses berjalannya proyek konstruksi dapat berjalan sesuai dengan waktu dan sasaran yang ditargetkan diawal.

Untuk melakukan penjadwalan proyek dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya (1) Metode bagan balok atau *bar chart*, (2) Metode jaringan kerja atau *network planning*, (3) Kurva S, (4) Diagram vektor. *Bar Chart* merupakan kumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai dari tiap kegiatan dan durasinya ditunjukkan dengan balok horizontal disebelah kanan dari tiap aktivitas. Perkiraan selesai dari tiap pekerjaan dapat diketahui dari skala waktu yang ditempatkan pada baris paling atas. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas tersebut disusun berdasarkan urutan pekerjaan (Widiasanti, 2013:77).

*Network planning* merupakan cara-cara grafis untuk menggambarkan kegiatan dan kejadian yang diperlukan dalam mencapai tujuan proyek. Jaringan berbentuk susunan

## ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL SURABAYA MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

logis antar kegiatan, hubungan timbal balik antara biaya dan waktu penyelesaian proyek, dan berguna merencanakan urutan kegiatan yang saling tergantung yang dihubungkan dengan waktu penyelesaian proyek yang diperlukan. Jaringan kerja ini akan membantu penentuan kegiatan kritis serta akibat keterlambatan dari suatu kegiatan yang berakibat keterlambatan terhadap seluruh kegiatan proyek (Widiasanti, 2013:48). Dalam *network planing* terdiri atas 2 metode diantaranya *Activity on Arrow* (AOA) dan *Precedence Diagram Method* (PDM).

Kurva S merupakan hasil *plotting* dari diagram balok yang bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progres pelaksanaan proyek (Callahan, 1992). Kurva S menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi kemajuan proyek dengan jadwal rencana (Husen, 2010:152). Nilai persentase bobot masing-masing pekerjaan didapat dari harga satuan pekerjaan dan harga total bangunan. Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis. Sedangkan harga total bangunan adalah jumlah dari tiap hasil perkalian volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Dari kurva S ini dapat diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan proyek. Informasi ini dapat menjadi awal untuk melakukan koreksi dalam pengendalian jadwal proyek.

Diagram vektor efektif digunakan untuk proyek yang memiliki item pekerjaan yang sedikit dan banyak digunakan jadwal kegiatan yang berulang seperti pada proyek jalan raya, *runway* bandar udara, terowongan/ *tunnel*, atau proyek industri manufaktur (Husen, 2010:156). Metode ini cukup efektif digunakan untuk bangunan bertingkat bayak dengan perbedaan tiap lantainya relatif sama. Pada proyek besar, metode ini membantu memonitor progres dari keseluruhan proyek. Hal ini bisa dilakukan dengan mengkombinasikannya dengan metode

*network*, karena penjadwalan dengan metode ini dapat memberikan informasi yang tidak ditampilkan jika menggunakan metode *network* (Husen, 2010:156).

Penyesuaian durasi proyek untuk mengatasi masalah seperti pengurangan durasi proyek yang tidak sesuai dengan *deadline* dari durasi kontrak pada pelaksanaan proyek harus dipercepat pada sisa waktu proyek. Sebagai konsekuensinya, biasanya harus ada dampak berupa tambahan biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect cost*). Biaya langsung menunjukkan biaya tenaga kerja, bahan, alat dan kadang menunjukkan biaya sub kontraktor. Asumsi yang ideal untuk biaya langsung adalah biaya akan bersifat sebagai biaya normal yang berkarakteristik rata-rata lebih murah jika dilakukan dengan metode yang efisien, dan dalam waktu yang normal. Sedangkan biaya tidak langsung merupakan biaya yang terdiri atas biaya umum (*overhead*) keuntungan, yang banyaknya disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku seperti pengawasan, administrasi, konsultasi, dan bunga. Biaya ini tidak dapat dihubungkan/ diklaimkan dengan paket kegiatan dalam proyek. Biaya tidak langsung ini bertambah dengan bertambahnya waktu, oleh karena itu pengurangan waktu akan menghasilkan pengurangan dalam biaya tak langsung (Nurhayati, 2010). Menurut Husen (2010:184), berikut merupakan macam *Time Cost Trade Off* (TCTO): (1) *Project Crashing*. *Project Crashing* dilakukan agar pekerjaan selesai dengan pertukaran waktu dan biaya dengan menambah jumlah *shift* kerja, jumlah jam kerja, jumlah tenaga kerja, jumlah ketersediaan material, dan memakai peralatan yang lebih produktif dengan metode pelaksanaan yang lebih cepat sebagai komponen biaya langsung. *Project Crashing* dilakukan dengan cara perbaikan jadwal menggunakan pada jalur kritis menggunakan metode *network planning*; (2) *Least Cost Analysis*. *Least Cost Analysis* merupakan analisis untuk mendapatkan durasi proyek yang optimal, yaitu durasi dengan biaya total proyek yang minimal. Pada analisis ini bila durasi proyek dipersingkat, maka biaya

langsung akan naik sedangkan biaya tidak langsung akan turun.

Terdapat beberapa pertimbangan praktis yang melandasi penggunaan grafik biaya dan durasi proyek, yaitu (Nurhayati,2010): (1) *Crash time*; (2) Asumsi linear; (3) Pemilihan kegiatan yang dipercepat; (4) Metode *crashing* biaya dan waktu distandarkan pada metode termurah untuk melakukan pengurang durasi proyek; (5) Penambahan Sumber Daya; (6) Melakukan *Outsourcing* Pekerjaan; (7) Melakukan Lembur.

Penggunaan aplikasi program komputer sangat diperlukan dalam pengolahan data proyek konstruksi secara cepat dan tepat terkait penjadwalan yang harus dilakukan secara logis antara hubungan waktu, material, tenaga kerja, dan biaya. Program *Microsoft Project* merupakan aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen proyek, pencarian data, dan pembuatan grafik. *Microsoft project* dapat menggabungkan beberapa metode dari manajemen proyek. *Microsoft project* merupakan sistem perencanaan yang dapat membantu menyusun jadwal proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft project* juga membantu melakukan pencatatan terhadap penggunaan sumber daya (Priyo dan Aulia, 2015:35).

Proyek Rusun Pakal Surabaya merupakan proyek yang berlokasi di Jl. Pondok Benowo Indah, Surabaya. Proyek ini dikerjakan kontraktor pelaksana PT. Diatasa Jaya Mandiri dengan nilai kontrak Rp21.488.958.331 dengan durasi waktu 250 hari. Pelaksanaan real proyek di lapangan berakhir tepat waktu, namun proyek masih bisa lebih efektif dalam hal biaya dan waktu dengan analisis TCTO.

Dari uraian permasalahan dan teori sebelumnya maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Berapa biaya proyek jika proyek menambah kerja lembur 3 jam? (2) Berapa prosentase pengurangan dari jumlah biaya langsung dan tak langsung dalam suatu proyek tersebut akibat adanya penambahan kerja lembur 3 jam?

Dari rumusan masalah sebelumnya tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Mengetahui biaya proyek jika

proyek menambah kerja lembur 3 jam; (3) Mengetahui prosentase pengurangan dari jumlah biaya langsung dan tak langsung dalam suatu proyek tersebut akibat adanya penambahan kerja lembur 3 jam.

## METODE

Desain penelitian untuk menganalisis biaya optimal proyek dapat menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO). Data yang digunakan dari penelitian ini berbentuk variabel sebagai berikut: (1) Variabel bebas yang berupa jam kerja; (2) Variabel tergantung yang berupa biaya dan juga waktu proyek.

Data sekunder didapatkan kontraktor pelaksana proyek pembangunan Rusun Pakal Surabaya. Untuk mendapatkan data tersebut perlu dilakukan teknik pengumpulan data sebagai berikut: (1) Wawancara (2) Dokumentasi untuk mendapatkan data *time schedule* proyek, dan RAB. Dalam pengumpulan data dibutuhkan instrumen untuk melakukan penelitian diantaranya: (1) Lembar wawancara; (2) Alat tulis; (3) Kamera; (4) *Flashdisk*.

Langkah-langkah untuk menganalisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan masalah  
Tahapan ini diawali dengan mencari banyak literasi-literasi yang dicari dari berbagai sumber yang kemudian akan memunculkan ide yang akan dikaji sebagai suatu permasalahan. Berdasarkan ide yang telah didapatkan, dirumuskan masalah efektifitas biaya dan jadwal dengan cara penambahan jumlah tenaga kerja pada percepatan proyek pembangunan Rusun Pakal Surabaya menggunakan metode TCTO.
2. Analisis data (TCTO)  
Langkah-langkah dari analisis metode TCTO dijabarkan sebagai berikut:
  - a. Menentukan *normal duration*  
*Normal duration* merupakan durasi yang ditentukan dalam melaksanakan proyek tanpa dilakukan percepatan. Pada artikel ini *normal duration* didapatkan dari penjadwalan menggunakan aplikasi

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL SURABAYA  
MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

*microsoft project* dengan dasar kurva S dari proyek pembangunan Rusun Pakal.

b. Menentukan *normal cost*

*Normal cost* merupakan biaya yang dikeluarkan kontraktor pelaksana selama proyek berlangsung tanpa ada tambahan biaya yang disebabkan karena usaha percepatan.

*Normal Cost* = Biaya langsung + biaya tidak langsung

Biaya langsung = penawaran kontraktor

Biaya tidak langsung = 5% x Biaya langsung.

c. Mencari pekerjaan kritis

Kegiatan kritis didapatkan setelah melakukan penjadwalan menggunakan *microsoft project*.

d. Perhitungan *cost slope*

*Cost slope* adalah penambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu. Percepatan aktivitas dilakukan dengan melakukan penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam, dan 3 jam yang didasari dari KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3 ayat 01. Urutan pengerjaan perhitungan *cost slope* adalah sebagai berikut:

1) Produktivitas pekerja perhari (durasi normal) = Volume pekerjaan / Durasi pekerjaan (jam normal)

2) Produktivitas pekerja perjam (durasi normal) = Produktivitas perhari (normal) / Durasi jam kerja normal

3) Produktivitas lembur = 1 x Produktivitas perjam (normal) x (1- koef. penurunan produktivitas)

4) Produktivitas crash = Produktivitas perhari (normal) + Produktivitas lembur

5) *Crash duration* = Volume pekerjaan / Produktivitas *crash*

6) Upah normal perhari = Upah normal perjam x Durasi jam kerja normal

7) Upah normal total = Upah normal perhari x Durasi pekerjaan (jam normal)

8) Harga alat dan bahan = Harga total pekerjaan - Upah normal total

9) Upah lembur perjam = koefisien peningkatan upah perjam x Upah normal perjam

10) Upah perhari = Upah normal perhari + Upah lembur

11) Upah pekerjaan = Upah perhari x *Crash duration*

12) *Crash cost* = Harga alat dan bahan + Upah pekerjaan

13) *Cost slope* = (*crash cost* - *normal cost*) : (*normal duration* - *crash duration*)

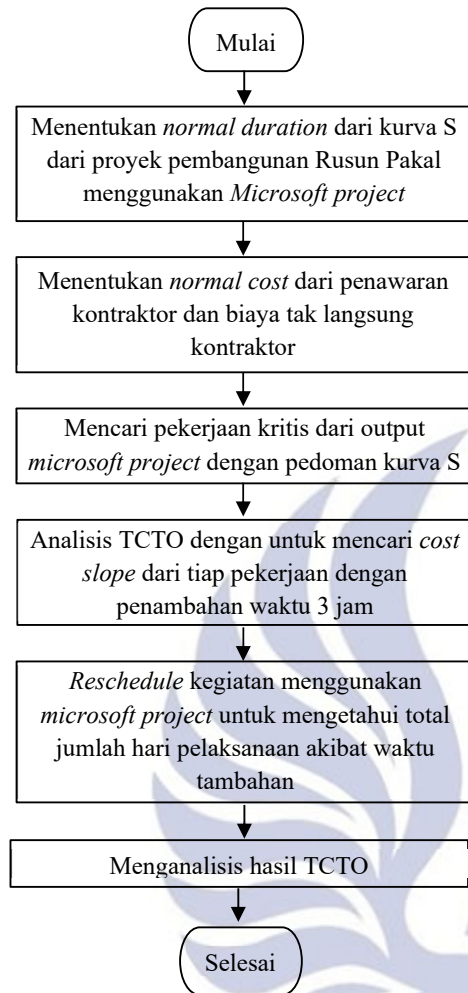
e. *Mereschedule* kegiatan akibat menggunakan *microsoft project* untuk mengetahui jumlah hari setelah percepatan.

f. Menghitung total biaya pekerjaan akibat percepatan.

g. Melakukan analisis hasil TCTO untuk menampilkan hasil akhir dari pemaparan hasil TCTO.

3. Penarikan kesimpulan

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah dengan penarikan kesimpulan. Dari metode TCTO akan didapatkan biaya akibat 3 jam lembur disbanding dengan metode normal. Urutan penelitian ini terdapat dalam *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Durasi normal (*normal duration*)

Berdasarkan analisis data menggunakan *microsoft project*, maka didapatkan durasi normal dalam tabel 1.

Tabel 1. Durasi normal proyek Rusun Pakal.

No	Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	Pekerjaan rusun pakal surabaya	250
2	Pekerjaan persiapan	250
11	Pekerjaan tanah	36
16	Pekerjaan beton	203
358	Pekerjaan pemasangan dinding	171
396	Pekerjaan keramik	131

442	Pekerjaan kusen pintu dan jendela	138
494	Pekerjaan plafond dan partisi	126
510	Pekerjaan pengecatan	150
541	Pekerjaan ornamen	145
596	Pekerjaan sanitary dan saluran	145
647	Pekerjaan fasade	14
650	Instalasi air bersih	126
709	Instalasi air kotor & air bekas	204
758	Instalasi air hujan	7
786	Instalasi vent	1
803	Pekerjaan sarana dan prasarana lingkungan (luar bangunan)	189
847	Pekerjaan hydrant	111
893	Pengadaan genset	1
895	Pekerjaan instalasi elektrik	28
908	Pekerjaan instalasi kabel feeder	14
1043	Pekerjaan kabel ladder (rak kabel)	7
1051	Pekerjaan armatur lampu, saklar & stop kontak	7
1091	Pekerjaan lampu taman	1
1094	Pekerjaan instalasi final	11
1118	Pekerjaan fire detector/ alarm system	38
1179	Pekerjaan sistem pentanahan	4
1185	Pekerjaan penangkal petir	3

### 2. Biaya normal (*normal cost*)

Berdasarkan data yang didapatkan dari penawaran kontraktor, maka didapatkan biaya langsung dalam tabel 2. Tabel 2. Biaya langsung proyek Rusun Pakal.

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah
I	Pekerjaan persiapan	Rp181.740.283,80
II	Pekerjaan tanah	Rp73.065.096,97
III	Pekerjaan beton	Rp8.675.620.063,06
IV	Pekerjaan pemasangan dinding	Rp2.047.355.648,58

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL SURABAYA  
MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

V	Pekerjaan keramik	Rp1.236.025.679,25
VI	Pekerjaan kusen pintu dan jendela	Rp1.087.426.791,54
VII	Pekerjaan plafond dan partisi	Rp45.140.025,02
VIII	Pekerjaan pengecatan	Rp305.524.538,21
IX	Pekerjaan ornamen	Rp490.145.410,94
X	Pekerjaan sanitary dan saluran	Rp476.708.156,65
XI	Pekerjaan fasade	Rp302.491.125,00
XII	Instalasi air bersih	Rp378.381.293,40
XIII	Instalasi air kotor & air bekas	Rp594.505.787,50
XIV	Instalasi air hujan	Rp200.155.492,00
XV	Instalasi vent	Rp50.863.904,00
XVI	Pekerjaan sarana dan prasarana lingkungan (luar bangunan)	Rp769.628.148,20
XVII	Pekerjaan hydrant	Rp527.631.999,00
XVII I	Pengadaan genset	Rp309.000.000,00
XIX	Pekerjaan instalasi elektrik	Rp346.751.979,55
XX	Pekerjaan instalasi kabel feeder	Rp364.741.321,00
XXI	Pekerjaan kabel ladder (rak kabel)	Rp189.648.072,69
XXII	Pekerjaan armatur lampu, saklar & stop kontak	Rp97.718.920,00
XXII I	Pekerjaan lampu taman	Rp80.711.470,00

XXI V	Pekerjaan instalasi final	Rp317.549.096,20
XXV	Pekerjaan fire detector/ alarm system	Rp348.840.090,00
XXV I	Pekerjaan sistem pentanahan	Rp7.995.604,00
XXV II	Pekerjaan penangkal petir	Rp30.050.668,00
<b>Total</b>		<b>Rp19.535.416.664,55</b>
<b>PPN 10%</b>		<b>Rp1.953.541.666,46</b>
<b>Total + PPN 10%</b>		<b>Rp21.488.958.331,01</b>

Nilai dari biaya tak langsung proyek untuk Rusun Pakal dengan jangka waktu pelaksanaan 250 hari adalah  $5\% \times \text{Rp}19.535.416.664,55 = \text{Rp}976.770.833$  sehingga perharinya proyek tersebut menghabiskan biaya  $\text{Rp}976.770.833 : 250 \text{ hari} = \text{Rp}3.907.083$ .

### 3. Pekerjaan kritis

Berdasarkan analisis data menggunakan *microsoft project*, maka didapatkan data pekerjaan kritis dalam tabel 3.

Tabel 3. Kegiatan kritis proyek Rusun Pakal

Pekerjaan	Durasi	Kritis
Pekerjaan rusun pakal surabaya	250	Yes
Pekerjaan persiapan	250	Yes
Pekerjaan pembersihan lokasi ringan	3	Yes
Peningkatan jalan akses ke lokasi dan rekondisi infrastruktur yg terdampak	8	Yes
Sewa direksi keet kontainer lengkap dengan peralatan dan toilet	247	Yes
Sewa mobile crane termasuk bahan bakar, mob demob dan operator	200	Yes
Pekerjaan tanah	36	No
Pekerjaan urugan sirtu peninggian lantai	7	Yes
Pekerjaan beton	203	No
Lantai 1	80	Yes
Lantai 2	46	No
Lantai 3	70	Yes

Lantai 4	77	Yes
Lantai 5	106	No
Lantai dak atap	20	Yes
Pekerjaan pasangan dinding	171	Yes
Lantai 1	47	Yes
Lantai 5	28	Yes
Lantai dk atap	28	Yes
Instalasi air bersih	126	No
Lantai atap & tangki air atas	7	Yes
Pekerjaan instalasi elektrik	28	Yes
Pekerjaan mdp	21	Yes
Kwh/lt. 1	28	No
Pekerjaan instalasi kabel feeder	14	No
Kabel distribusi daya dari panel kwh-1t/1 ke	7	Yes
Kabel distribusi daya dari panel kwh-1t/2 ke	7	Yes
Kabel distribusi daya dari panel kwh-1t/3 ke	7	Yes
Kabel distribusi daya dari panel kwh-1t/5 ke	7	Yes
Pekerjaan armatur lampu, saklar & stop kontak	7	Yes
Lantai-1	1	Yes
Lantai-2	1	Yes
Lantai-3	1	Yes
Pekerjaan instalasi final	11	Yes
Lantai-1	3	Yes
Lantai-2	3	Yes
Lantai-3	3	Yes
Lantai-5	4	Yes

Testing & commissioning	1	Yes
-------------------------	---	-----

4. **Perhitungan *cost slope***

Berikut diberikan contoh perhitungan salah satu kegiatan dari salah satu lintasan kritis untuk pekerjaan Balok B1A 30/50, fc 30 mpa Pembesian Ulir.

a. **Data pekerjaan**

Volume = 2.517,63 kg

Harga pekerjaan = Rp31.900.493,20

Upah pekerjaan per kg = Rp1.953,34

Durasi jam kerja normal = 8 jam/hari

Durasi hari kerja normal = 12 hari

b. **Koefisien penurunan produktivitas dan penambahan upah**

Tabel 4. Koefisien penurunan produktivitas

Koefisien penurunan produktivitas jam ke-		
1	2	3
0,1	0,2	0,3

Tabel 5. Koefisien penambahan upah

Koefisien penambahan upah jam ke-		
1	2	3
1,5 x upah perjam	2 x upah perjam	2 x upah perjam

c. **Produktivitas pekerja (durasi normal)**

Perhari = 2,517,63 kg : 12 hari = 209,80 kg/hari

Perjam = 209,80 kg/hari : 8 jam = 26,23 kg/jam

d. **Produktivitas lembur**

Tabel 6. Produktivitas lembur

Jam ke	Produktivitas perjam (kg/jam)	Koefisien penurunan produktivitas jam ke-	Produktivitas lembur jam ke- (kg/jam)
(a)	(b)	(c)	(d) = 1xb x (1-c)
1	26,23	0,1	23,60
2	26,23	0,2	20,98
3	26,23	0,3	18,36

e. **Produktivitas setelah *crashing***

Tabel 7. Produktivitas setelah *crashing*

Jam ke	Produktivitas perhari (kg/hari)	Produktivitas lembur (kg/jam)	Produktivitas setelah <i>crashing</i> (kg/hari)
(a)	(b)	(c)	(d) = b+c1; b+c1+c2; b+c1+c2+c3
1	209,80	23,60	233,41
2	209,80	20,98	254,39
3	209,80	18,36	272,74



ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL SURABAYA  
MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCO)

**f. Crash duration**

Tabel 8. *Crash duration*

Jam ke	Volume pekerjaan (kg)	Produktivitas setelah <i>crashing</i> (kg/hari)	<i>Crash duration</i> (hari)
(a)	(b)	(c)	(d) = b/c
1	2.517,63	233,41	11
2	2.517,63	254,39	10
3	2.517,63	272,74	9

**g. Upah normal dan harga alat dan bahan**

Perjam = Rp1.953,34 /kg x 26,23 kg/jam = Rp51.227 /jam

Perhari = Rp51.227 x 8 jam = Rp409.816 /hari

Per pekerjaan = Rp409.816 x 12 hari = Rp4.917.794 per item pekerjaan

Harga alat dan bahan = Rp31.900.493 – Rp4.917.794 = Rp26.982.700

**h. Upah akibat tambahan jam lembur**

Tabel 9. Upah akibat jam lembur

Jam ke	Koefisien penambahan upah	Upah perjam	Upah perhari	Upah lembur perjam	Upah total perhari	Upah total perpekerjaan
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = bxc	(f) = d+e1; d+e1+e2; d+e1+e2+e3	(g) = <i>crash duration</i> x f
1	1,5	Rp51.227	Rp409.816	Rp76.841	Rp486.657	Rp5.353.223
2	2	Rp51.227	Rp409.816	Rp102.454	Rp589.111	Rp5.891.107
3	2	Rp51.227	Rp409.816	Rp102.454	Rp691.565	Rp5.891.107

**i. Crash cost**

Tabel 10. *Crash cost*

Jam ke	Harga alat dan bahan	Upah pekerjaan akibat jam lembur	<i>Crash cost</i>
(a)	(b)	(c)	(d) = b+c
1	Rp26.982.700	Rp5.353.223	Rp32.335.923
2	Rp26.982.700	Rp5.891.107	Rp32.873.807
3	Rp26.982.700	Rp5.891.107	Rp33.206.782

**j. Cost slope**

Tabel 11. *Cost slope*

Jam ke	<i>Normal cost</i>	<i>Crash cost</i>	<i>Normal duration</i> (hari)	<i>Crash Duration</i> (hari)	<i>Cost Slope</i>
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f) = (b-c) / (d-e)
1	Rp31.900.493	Rp32.335.923	12	11	Rp358.826
2	Rp31.900.493	Rp32.873.807	12	10	Rp462.801
3	Rp31.900.493	Rp32.206.782	12	9	Rp471.715

**5. Reschedule kegiatan akibat percepatan**

Berdasarkan analisis data menggunakan *microsoft project*, maka didapatkan data jumlah hari akibat percepatan.

Tabel 12. Hasil crashing jumlah hari

Pekerjaan	Durasi (Normal)	Durasi (+ 3 Jam)
Pekerjaan rusun pakal surabaya	250	228
Pekerjaan persiapan	250	228
Pekerjaan tanah	36	30
Pekerjaan beton	203	189
Pekerjaan pemasangan dinding	171	151
Pekerjaan keramik	131	121
Pekerjaan kusen pintu dan jendela	138	143
Pekerjaan plafond dan partisi	126	109
Pekerjaan pengecatan	150	149
Pekerjaan ornamen	145	135
Pekerjaan sanitary dan saluran	145	130
Pekerjaan fasade	14	14
Instalasi air bersih	126	109
Instalasi air kotor & air bekas	204	181
Instalasi air hujan	7	7
Instalasi vent	1	1
Pekerjaan sarana dan prasarana lingkungan (luar bangunan)	189	164
Pekerjaan hydrant	111	97
Pengadaan genset	1	1
Pekerjaan instalasi elektrikal	28	28
Pekerjaan instalasi kabel feeder	14	14
Pekerjaan kabel ladder (rak kabel)	7	7
Pekerjaan armatur lampu, saklar & stop kontak	7	4
Pekerjaan lampu taman	1	1
Pekerjaan instalasi final	11	8
Pekerjaan fire detector/ alarm system	38	38
Pekerjaan sistem pentanahan	4	4
Pekerjaan penangkal petir	3	3

**6. Total biaya akibat percepatan**

Berdasarkan analisis data total biaya proyek akibat percepatan disajikan dalam tabel 13.

Tabel 13. Total biaya akibat percepatan

Penambahan Jam lembur	Biaya langsung	Biaya tidak langsung perhari	Durasi (hari)	Jumlah biaya
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = b+(cxd)
Normal	Rp21.488.958.331	Rp3.907.083	250	Rp22.465.729.164
3	Rp21.527.288.375	Rp3.907.083	228	Rp22.418.103.375

**7. Analisis hasil TCTO**

Dari hasil TCTO didapatkan penyelesaian proyek pada waktu normal adalah 250 hari dengan total biaya proyek Rp22.465.729.164, pada penambahan waktu lembur 3 jam waktu penyelesaian adalah 228

hari dengan total biaya proyek Rp22.418.103.375.

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PEMBANGUNAN RUSUN PAKAL SURABAYA  
MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

**PENUTUP**

**Simpulan**

Dari analisis biaya dan waktu pada Rusun Pakal menggunakan TCTO dengan cara menambah jam lembur 3 jam maka dapat disimpulkan: (1) Biaya proyek hasil analisis TCTO pada proyek Rusun Pakal Surabaya sebanyak Rp22.418.103.375; (2) Prosentase penghematan biaya proyek adalah  $((Rp22.418.103.375 / Rp22.465.729.164) \times 100\%) = 0,28\%$

**Saran**

Dari penulisan artikel ini penulis memberikan saran agar tulisan ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi kontraktor pelaksana yang hendak melaksanakan proyek untuk terlebih dahulu menganalisis waktu dan biaya yang paling optimal untuk mendapatkan keuntungan yang lebih tanpa mengurangi spesifikasi yang terkontrak.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aprestiwaningsih, Ary. 2018. "Analisis Efektivitas Jadwal Dan Biaya Melalui Penambahan Jam Kerja (Lembur) Pada Proyek Pembangunan Gedung Grand Sunkono Lagoon Surabaya Dengan Menggunakan Aplikasi POM-QM". *Jurnal Universitas Negeri Surabaya*.

Husen, Abrar. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta:CV. ANDI OFFSET.

Maddepungeng, Andi, Dkk. 2015. "Analisis Optimasi Biaya Dan Waktu Dengan Metode TCTO (Time Cost Trade Off) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Pasar Petir Serang Banten)". *Jurnal Fondasi*. Vol.4 (1):hal. 20-27.

Nurhayati. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta:Graha Ilmu.

Priyo, Mandiyo dan Aulia, Raa'uf Muhamad. 2015. "Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. Vol.18 (1):hal. 30-43.

Setiawan, Bagus Budi. 2012. "Analisis Pertukaran Waktu Dan Biaya Dengan

Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Jakarta". *Jurnal Kontruksia*. Vol.4 (1):hal. 25-34.

Simatupang, Juan Sebastian dan Sibi, A. K. T. Dundu, Mochtar. 2015. "Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado)". *Jurnal Sipil Statik*. Vol.3 (5):hal. 281-291.

Widiasanti, Irika dan Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung:PT. Remaja Rosdakarya Offset.