

# ANALISIS OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PROYEK DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF* MENGGUNAKAN APLIKASI PRIMAVERA P6 (STUDI KASUS PROYEK GEDUNG TEKNIK UNIVERSITAS JENDRAL SOEDIRMAN)

Adam Satrio Jati, Setiono, Muji Rifai

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta 57126. Telp. 0271-634524.  
Email : adamsatrio92@gmail.com

## Abstract

*Construction in Indonesia plays an important role in advancing the growth and development of Indonesia. This year the government and the private sector are intensively carrying out development to improve the welfare of the community. Educational institutions are no exception, one of which is Jenderal Soedirman University (UNSOED), which has a construction project for the engineering faculty building. This development is intended to facilitate lecture activities at the university. UNSOED engineering faculty building projects have the potential to be optimized so that work is more efficient and completed quickly. The method used in this study to analyze the acceleration of project completion is the Time Cost Trade Off method. This method is carried out by testing all activities in a project centered on activities that are on the critical path. The purpose of this research is to determine the estimated total time, and cost for project completion after optimization and can be compared with the results of the existing scheduling. Required data such as Project Budget Plan and Time Schedule implementation obtained from the project. The data that has been collected is then inputted into the Primavera P6 program constraints for analysis. After data analysis, the results obtained by optimizing time and cost using methods 1 and 2. The total duration of project completion is faster than the existing time and the project cost has decreased compared to the existing cost.*

**Keywords:** *cost, optimization, Primavera P6, Time Cost Trade Off*

## Abstrak

Konstruksi di Indonesia memegang peran penting dalam memajukan pertumbuhan dan perkembangan Indonesia. Pada tahun ini, pihak pemerintah maupun swasta sedang gencar melakukan pembangunan guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat tak terkecuali dari pihak instansi pendidikan. Salah satunya yaitu Universitas Jenderal Soedirman yang memiliki proyek pembangunan Gedung Fakultas Teknik. Pembangunan ini dimaksudkan untuk memudahkan kegiatan perkuliahan di universitas tersebut. Proyek Gedung Fakultas Teknik UNSOED memiliki potensi untuk dioptimalisasi sehingga pekerjaan lebih efisien dan cepat selesai. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan metode *Time Cost Trade Off* yang merupakan metode untuk menganalisis percepatan proyek. Metode ini diaplikasikan dengan cara menguji semua kegiatan dalam proyek tersebut untuk berpusat pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi waktu dan biaya untuk penyelesaian proyek setelah dilakukan optimasi serta dapat dibandingkan dengan hasil penjadwalan eksisting. Data yang dibutuhkan seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Time Schedule* pelaksanaan didapatkan dari pihak proyek. Dari data yang sudah dikumpulkan kemudian diinput ke dalam program *Primavera P6* untuk dianalisis. Setelah analisis data didapatkan, hasil diperoleh dengan mengoptimasi waktu dan biaya menggunakan metode 1 dan 2. Total durasi penyelesaian proyek lebih cepat dari waktu eksisting dan biaya penyelesaian proyek mengalami penurunan dibandingkan dengan biaya eksisting.

**Kata Kunci :** *biaya, optimasi, Primavera P6, Time Cost Trade Off*

## PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir konstruksi di Indonesia berkembang sangat pesat. Pihak pemerintah maupun swasta sedang gencar meningkatkan pembangunan untuk mensejahterakan masyarakat. Hal ini juga dilakukan untuk mempersiapkan Indonesia bersaing dengan negara lain dalam bidang infrastruktur. Untuk mengatur keberlangsungan pembangunan infrastruktur agar tidak menyimpang dan mencapai tujuan, maka diatur dengan manajemen konstruksi. Manajemen yang efektif memerlukan pengaturan biaya dan sistem pengontrolan yang baik sehingga dapat meminimalkan kegiatan yang tidak diperlukan. Metode *Time Cost Trade Off* merupakan metode proses analisis percepatan penyelesaian proyek yang dilakukan dengan memusatkan kegiatan yang berada pada jalur kritis. Metode ini mencari akibat dari waktu apabila dipersingkat dengan menambahkan biaya terhadap kegiatan

sehingga dapat diketahui percepatan maksimum dengan biaya yang paling minimum. Penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi Primavera 6 untuk mempermudah proses pengelolaan dan pengendalian pelaksanaan konstruksi.

Beberapa penelitian sebelumnya tentang optimasi biaya dan waktu, seperti Dadiyono Amat Pawiro (2015) dalam penelitiannya yang berjudul Optimasi Biaya dan Waktu dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Diponegoro Semarang), melakukan optimasi dengan menambah jumlah pekerja pada kegiatan-kegiatan di jalur kritis. Dari hasil penelitian didapatkan nilai efisiensi sebesar 0,051% dari biaya normal proyek sedangkan untuk durasinya memiliki nilai efisiensi sebesar 1,48% dari durasi normal proyek. Penelitian lainnya dilakukan oleh Rizky Widyo Kisworo (2017) yang meneliti Pembangunan Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Bawen-Solo II. Dalam penelitian tersebut, biaya total optimum menjadi lebih hemat dari biaya normal dan durasi proyek lebih cepat dari durasi normal dengan merekonstruksi penjadwalan dengan alternatif penambahan jam kerja lembur dan optimasi alat berat.

### Manajemen Proyek

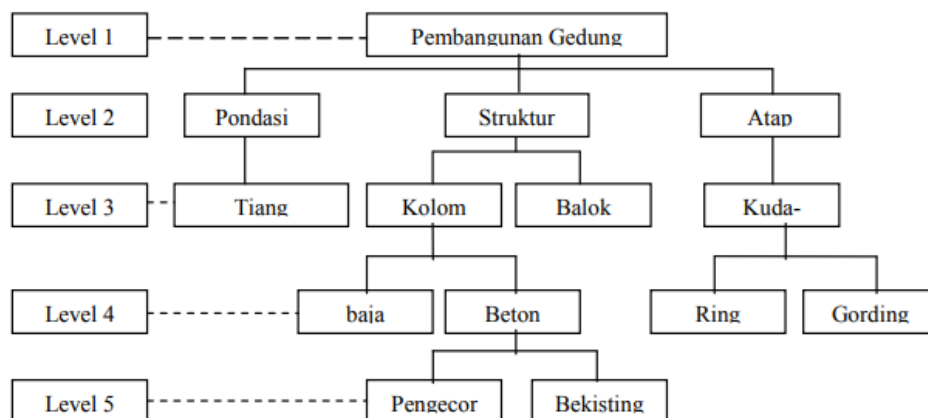
Definisi manajemen proyek dapat dikatakan sebagai pengetahuan (*knowledge*), keterampilan (*skill*), alat (*tool*), dan teknik (*techniques*) manajemen dalam aktivitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek.

### Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan upaya penentuan kegiatan dalam proyek berupa aktivitas-aktivitas tersebut dimulai, ditunda, dan diselesaikan. Dari penjadwalan tersebut maka dapat diketahui biaya yang dikeluarkan dan pemakaian sumber daya akan lebih efektif bila telah disesuaikan waktunya berdasarkan kebutuhan yang ditentukan. Seluruh kegiatan dalam suatu proyek kemudian dikaitkan satu sama lain dengan hubungan yang logis, kemudian akan tersusun lintasan-lintasan peristiwa dan kegiatan yang membentuk suatu jaringan pekerjaan atau dapat disebut dengan *network diagram*. Menurut Lawrence dan Pasternack (2001), salah satu tujuan penjadwalan proyek adalah menentukan jadwal paling awal dan paling akhir dari waktu mulai dan berakhir untuk setiap kegiatan yang mengarah ke waktu penyelesaian paling awal untuk keseluruhan proyek.

### Work Breakdown Structure (WBS)

*Work Breakdown Structure (WBS)* adalah upaya penamaan dan pengelompokan aktivitas-aktivitas dari suatu proyek menjadi bagian yang lebih kecil sehingga dapat diatur dengan mudah. Dalam WBS terdapat rincian seluruh pekerjaan, sub-pekerjaan, tonggak penting dari proyek (*milestone*), dan produk atau jasa yang akan diserahkan (*deliverables*). WBS disusun berdasarkan kegiatan di lapangan, bukan disusun berdasarkan RAB. Penyusunan WBS dimulai dari level yang tertinggi sampai pada level terendah berdasarkan kebutuhan pengendalian di lapangan.



Gambar 1. Salah satu contoh penggambaran WBS dalam bentuk grafis

Keterangan:

Level-1 = keutuhan proyek secara garis besar, berupa bangunan utama.

Level-2 = aktivitas pekerjaan yang mendasari bangunan

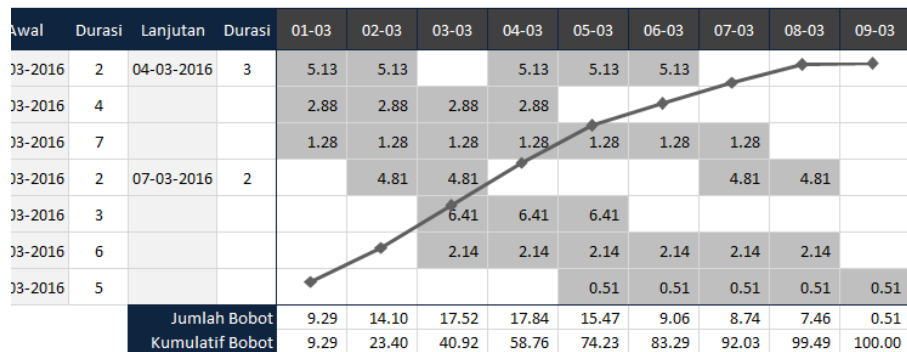
Level-3 = sub-pekerjaan

Level-4 = item pekerjaan

Level-5 = sub dari item pekerjaan terdiri dari paket-paket kegiatan.

### Kurva S

Kurva-S merupakan gambaran pelaksanaan kegiatan proyek secara kuantitas yang dihubungkan dengan waktu. Dari kurva-S dapat dilihat kemajuan pelaksanaan proyek dalam waktu yang telah ditentukan. Kurva ini dibentuk dari sumbu-x yang menunjukkan waktu sedangkan di sumbu-y merupakan persentase (%) dari bobot pekerjaan yang ada.



Gambar 2. Grafik kurva S

### Biaya Proyek

Suatu proyek tidak dapat berjalan apabila tidak terdapat pembiayaan terhadap tenaga maupun barang yang dibutuhkan. Biaya yang terdapat pada proyek adalah biaya total. Biaya total terdiri atas gabungan dari biaya langsung dan tidak langsung. Pengertian dari kedua jenis biaya tersebut yaitu,

#### a. Biaya langsung

Biaya langsung merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan secara langsung. Biaya langsung dan aktivitas proyek yang sedang berjalan memiliki hubungan yang erat satu sama lain. Biaya langsung dapat bersifat sebagai biaya normal apabila metode yang dilakukan yang efisien di dalam waktu normal proyek

#### b. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung merupakan keseluruhan biaya yang diperlukan pada setiap kegiatan proyek, namun tidak secara langsung berhubungan dengan aktivitas yang bersangkutan. Biaya ini dihitung pada awal proyek sampai akhir proyek konstruksi. Apabila dalam pelaksanaannya proyek tersebut mundur dari waktu yang sudah ditetapkan, maka kemungkinan biaya tidak langsung akan bertambah, sehingga keuntungan yang didapatkan kontraktor akan berkurang bahkan dapat mengalami kerugian di kondisi tertentu.

### Metode Time Cost Trade Off

Tidak dapat dipungkiri bahwa ada kalanya suatu proyek diharuskan selesai lebih cepat daripada waktu yang telah ditentukan. Maka dari itu, pimpinan proyek dituntut untuk dapat mengatasi masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan mengeluarkan biaya yang minimum. Hal tersebut dapat dimulai dengan mempelajari hubungan antara waktu dan biaya. Salah satu cara yaitu dengan analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya). Menurut Indriyani, dkk (2015), langkah-langkah dalam metode ini sebagai berikut:

1. Penyusunan jaringan kerja proyek dengan menuliskan *cost slope* dari masing-masing kegiatan,
2. Kompresi pada aktifitas yang berada pada lintasan kritis dan mempunyai *cost slope*,
3. Penyusunan kembali jaringan kerja proyek,
4. Mengulangi langkah kedua. Langkah kedua akan berhenti bila terjadi penambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis maka langkah kedua dilakukan dengan serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan *cost slopenya* dijumlahkan.
5. Menghentikan langkah kompresi bila terdapat salah satu lintasan kritis yang aktivitas-aktivitasnya telah jenuh seluruhnya sehingga pengendalian biaya telah optimal.

## Aplikasi Primavera P6

Program *Primavera Project Management* merupakan aplikasi yang dikembangkan oleh perusahaan Oracle untuk memudahkan pekerjaan proyek konstruksi dari segi perencanaan, penjadwalan, serta pengelolaan data secara efektif dan efisien.

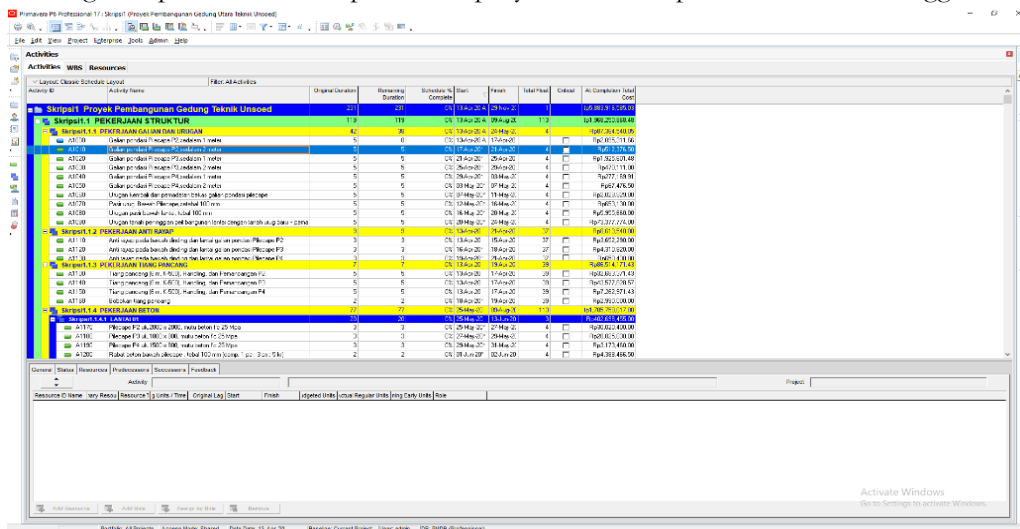
## METODE

Penelitian ini dimaksudkan untuk merencanakan sebuah penjadwalan proyek dengan menggunakan aplikasi Primavera P6 yang bertujuan untuk menjelaskan penggunaan aplikasi dalam menyusun penjadwalan, menentukan lintasan kritis, serta mengoptimalkan proyek pembangunan Gedung Fakultas Teknik UNSOED. Data-data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek, *time schedule* pelaksanaan proyek, dan data-data pelengkap penelitian lainnya. Semua data tersebut didapatkan dari proyek setelah mendapatkan izin. Setelah data terkumpul, proses analisis data dilakukan dengan menggunakan program Primavera P6 untuk mencapai tujuan penelitian. Data-data yang diinputkan ke dalam program Primavera P6 selanjutnya akan teranalisis sesuai *command* atau arahan atas tujuan penelitian yang dilakukan. Hasil yang akan didapatkan dari analisis tersebut adalah berupa *timeline* pelaksanaan proyek yang terkait. Setelah didapat *timeline* pelaksanaan proyek, maka dibandingkan dengan *Time Schedule* yang sudah ada kemudian dicari kesimpulan dan saran dari *output* program.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Umum Proyek

Proyek pembangunan Gedung Teknik Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) ini bertujuan untuk mempermudah kegiatan perkuliahan. Adapun lokasi proyek ini bertempat di Blater, Purbalingga.



Gambar 3. Tampilan penginputan data proyek

Tabel 1. Deskripsi proyek pembangunan Gedung Teknik UNSOED

Data	Deskripsi
Nama Proyek	Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED)
Lokasi Proyek	Blater, Purbalingga
Pemilik Proyek	Universitas Jenderal Soedirman
Konsultan Pengawas	PT. Elcentro Engineering Consultant
Konsultan Perencana	PT. Pola Data Consultant
Kontraktor Pelaksana	PT. Putera Jaya Andalan
Waktu Pengerjaan	231 Hari Kalender
Jumlah Lantai	3 Lantai
Luas Lahan	± 783,76 m <sup>2</sup>
Kualitas Beton	Spun Pile K-500, Bangunan Gedung K-250

Tabel 2. Detail rencana anggaran biaya Proyek Gedung Teknik UNSOED

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan Galian dan Urugan	87.367.557,00
2	Pekerjaan Anti Rayap	8.613.540,00
3	Pekerjaan Tiang Pancang	86.514.171,43
4	Pekerjaan Beton	1.785.758.617,00
5	Pekerjaan Galian dan Urugan Arsitektur	9.189.321,50
6	Pekerjaan Anti Rayap Arsitektur	19.072.665,00
7	Pekerjaan Beton Praktis	166.068.666,00
8	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	638.155.325,00
9	Pekerjaan Pintu dan Jendela	436.766.708,31
10	Pekerjaan Finishing Lantai dan Dinding	348.353.677,50
11	Pekerjaan Plafond	176.541.314,75
12	Pekerjaan Pengecatan	155.239.685,00
13	Pekerjaan Railing	5.384.128,61
14	Pekerjaan Backdrop	42.462.656,59
15	Pekerjaan Fasade	264.343.396,00
16	Pekerjaan Elektrikal	1.120.412.323,11
17	Pekerjaan Mekanikal	533.672.859,84
<b>Jumlah (Sudah Termasuk PPN 10%)</b>		<b>5.883.916.585,03</b>
<b>Profit (10%)</b>		<b>588.391.658,50</b>
<b>Overhead (5%)</b>		<b>294.195.829,30</b>
<b>Jumlah</b>		<b>6.766.504.073,00</b>

### Analisis Data

Analisis data merupakan tahap input data proyek yang dibutuhkan secara langsung ke dalam Program Primavera Project Planner P6. Program ini nantinya akan mengkalkulasikan secara otomatis melalui menu tracking. Karena tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan proyek ini menggunakan metode *Time Cost Trade Off*, maka hasil yang akan diperoleh adalah *Budget at Completion*, dimana akan diperlihatkan biaya akhir setelah di optimalisasi. Analisis data menggunakan Program Primavera P6 memiliki dua tahap pengerjaan sebagai berikut:

- Penyusunan *baseline* (rencana jadwal dan biaya proyek)  
 Dalam proses penyusunan baseline data-data seperti *Time Schedule* dan RAB diinputkan ke dalam program
- Melakukan *tracking* (aktualisasi di lapangan)  
 Mendapatkan hasil akhir setelah dioptimalisasi sesuai dengan metode yang digunakan. Hasil akhir inilah yang akan dibandingkan dengan hasil proyek aktual.

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Start	Finish	At Completion Total Cost
<b>Skripsi1 Proyek Pembangunan Gedung Teknik Unsoed</b>		211	211	13-Apr-20 A	09-Nov-20	Rp5,909,029,492.75
<b>Skripsi1.1 PEKERJAAN STRUKTUR</b>		110	110	13-Apr-20 A	31-Jul-20	Rp1,972,325,479.66
<b>Skripsi1.1.1 PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN</b>		33	30	13-Apr-20 A	15-May-20	Rp91,439,151.23
A1000	Galian pondasi Pilecape P2, sedalam 1 meter	4	0	13-Apr-20 A	16-Apr-20 A	Rp3,044,304.00
A1010	Galian pondasi Pilecape P2, sedalam 2 meter	4	4	16-Apr-20*	19-Apr-20	Rp743,278.32
A1020	Galian pondasi Pilecape P3, sedalam 1 meter	4	4	19-Apr-20	22-Apr-20	Rp2,790,612.00
A1030	Galian pondasi Pilecape P3, sedalam 2 meter	4	4	22-Apr-20	25-Apr-20	Rp681,660.95
A1040	Galian pondasi Pilecape P4, sedalam 1 meter	4	4	25-Apr-20	28-Apr-20	Rp401,679.00
A1050	Galian pondasi Pilecape P4, sedalam 2 meter	4	4	28-Apr-20	01-May-20	Rp97,840.93

Gambar 3. Durasi dan Biaya Total Setelah Optimasi dengan Metode 1

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Start	Finish	At Completion Total Cost
<b>Skripsi1 Proyek Pembangunan Gedung Teknik Unsoed</b>		200	200	13-Apr-20 A	29-Oct-20	Rp5.919.139.713,81
<b>Skripsi1.1 PEKERJAAN STRUKTUR</b>		102	102	13-Apr-20 A	23-Jul-20	Rp1.970.600.801,99
<b>Skripsi1.1.1 PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN</b>		25	22	13-Apr-20 A	07-May-20	Rp89.714.473,56
A1000	Galian pondasi Pilecape P2, sedalam 1 meter	4	0	13-Apr-20 A	16-Apr-20 A	Rp2.325.304,93
A1010	Galian pondasi Pilecape P2, sedalam 2 meter	3	3	16-Apr-20*	18-Apr-20	Rp791.148,44
A1020	Galian pondasi Pilecape P3, sedalam 1 meter	4	4	18-Apr-20	21-Apr-20	Rp2.185.261,18
A1030	Galian pondasi Pilecape P3, sedalam 2 meter	3	3	21-Apr-20	23-Apr-20	Rp765.777,80
A1040	Galian pondasi Pilecape P4, sedalam 1 meter	3	3	23-Apr-20	25-Apr-20	Rp649.886,95
A1050	Galian pondasi Pilecape P4, sedalam 2 meter	1	1	25-Apr-20	25-Apr-20	Rp174.696,34
A1060	Urugan kembali dan pemadatan bekas galian pondasi pilecape	4	4	25-Apr-20	28-Apr-20	Rp2.284.935,51
A1070	Pasir urug Bawah Pilecape, setebal 100 mm	2	2	29-Apr-20	30-Apr-20	Rp872.330,84
A1080	Urugan pasir bawah lantai, tebal 100 mm	4	4	30-Apr-20	03-May-20	Rp6.287.357,57

Gambar 4. Durasi dan Biaya Total Setelah Optimasi dengan Metode 2

### Pembahasan

Setelah melakukan optimasi dengan melakukan *crashing* terhadap aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis, maka selanjutnya adalah perhitungan biaya langsung dan tidak langsung. Setelah dilakukan *crashing*, biaya langsung cenderung akan mengalami kenaikan sedangkan untuk biaya tidak langsung akan mengalami penurunan. Pada penelitian ini besaran daripada biaya *overhead* dan profit diambil 15% dari RAB. Berdasarkan Perpres No 70 Tahun 2012 Pasal 92 ayat 3 tentang Penyesuaian Harga, menyatakan bahwa Koefisien Tetap yang terdiri dari biaya *overhead* dan profit apabila harga penawaran tidak mencantumkan besarnya maka koefisien tetapnya sebesar 0,15 (15%) dengan rincian biaya *overhead* sebesar 5% dan profit sebesar 10% dari RAB. Berikut adalah tabel rekapitulasi perbandingan durasi, biaya langsung, dan tidak langsung serta biaya total antara proyek dengan kondisi normal dan proyek setelah dilakukan optimasi.

Tabel 3. Perbandingan Biaya Total Proyek Normal dan Optimasi, *Primavera Project Planner P6* (2021)

	Durasi Total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total
Kondisi Normal Proyek	231	Rp5.883.916.585,03	Rp882.587.487,75	Rp6.766.504.072,78
Optimasi Metode 1	211	Rp5.909.029.492,75	Rp857.115.987,39	Rp6.766.145.480,14
Optimasi Metode 2	200	Rp5.919.139.713,81	Rp843.106.662,18	Rp6.762.246.375,99
<b>Selisih Metode 1</b>	20	Rp25.112.907,72	-Rp25.471.500,37	-Rp358.592,65
<b>Selisih Metode 2</b>	31	Rp35.223.128,78	-Rp39.480.825,57	-Rp4.257.696,79

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa percepatan atau *crashing* yang dilakukan dengan dua metode yaitu penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, didapatkan bahwa proyek menjadi 211 hari kerja lebih cepat (menggunakan Metode 1) dan 200 hari kerja lebih cepat (menggunakan Metode 2) sehingga dengan percepatan dengan Metode 1, biaya langsung proyek mengalami kenaikan yang awalnya berjumlah Rp 5.883.916.585,03 dalam 231 hari menjadi Rp 5.909.029.492,75 dalam 211 hari, sedangkan percepatan dengan metode 2 menjadikan biaya langsung proyek naik menjadi Rp 5.919.139.713,81 selama 200 hari. Hal ini disebabkan oleh durasi proyek yang menjadi lebih singkat akibat *crashing* dan biaya tidak langsung proyek yang turun dari Rp 882.587.487,75 menjadi Rp 857.115.987,39 dengan metode 1 dan menjadi Rp 843.106.662,18 dengan metode 2. Biaya langsung dan tidak langsung proyek akibat *crashing* mempengaruhi biaya total proyek yang semula berjumlah Rp 6.766.504.072,78 menjadi Rp6.766.145.480,14 akibat *crashing* dengan metode 1 dan menjadi Rp 6.762.246.375,99 akibat *crashing* dengan metode 2. Hasil analisis membuktikan bahwa terdapat kenaikan pada biaya langsung proyek dan penurunan pada biaya tidak langsung proyek apabila dilakukan penambahan jam kerja ataupun penambahan tenaga kerja. Hal ini akan mempengaruhi biaya total proyek mengalami penurunan untuk metode 1 dan metode 2. Dapat disimpulkan bahwa *crashing* dengan metode penambahan tenaga kerja dan jam kerja dapat mempersingkat waktu dan memangkas biaya keseluruhan proyek.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperoleh total durasi penyelesaian Proyek Pembangunan Gedung Teknik UNSOED setelah dilakukan optimasi waktu adalah:
  - a. Metode 1 (Penambahan Jam Kerja) memiliki total durasi 211 hari (lebih cepat 20 hari dari waktu eksisting),
  - b. Metode 2 dengan penambahan tenaga kerja memiliki total durasi 200 hari (lebih cepat 31 hari dari waktu eksisting).
2. Diperoleh total biaya penyelesaian Proyek Pembangunan Gedung Teknik UNSOED setelah dilakukan optimasi waktu adalah
  - a. Metode 1 (Penambahan Jam Kerja) membutuhkan biaya sebesar Rp 6.766.145.480,14
  - b. Metode 2 (Penambahan Tenaga Kerja) membutuhkan biaya sebesar Rp 6.762.246.375,99.
3. Perbandingan durasi waktu hasil optimasi menunjukkan bahwa penyelesaian proyek menjadi lebih cepat yaitu 211 hari dengan Metode 1 dan 200 hari dengan Metode 2, jika dibandingkan durasi waktu proyek eksisting yaitu 231 hari. Sedangkan biaya penyelesaian proyek mengalami penurunan menjadi Rp 6.766.145.480,14 (Metode 1) dan Rp 6.762.246.375,99 (Metode 2) jika dibandingkan dengan biaya proyek eksisting yaitu Rp 6.766.504.072,78

## **REFERENSI**

- Kisworo, R. W., Handayani, F. S., & Sunarmasto, 2017, "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat Berat", *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. UNS. Vol. 5, No. 3, pp. 766-776.
- Lawrence, J.A. & Pasternack B.A., 2001, "Applied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication for Decision Making", John Wiley and Son. USA.
- Parwiro, D. A., 2015, "Optimasi Biaya dan Waktu dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Diponegoro Semarang)", *Media Komunikasi Teknik Sipil*. Universitas Diponegoro. Vol. 20, No. 2.