

**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU  
DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF (TCTO)  
Studi Kasus (Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR)  
Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya)**

Ilyas Maolana Yusup<sup>1</sup>, Uu Saepudin<sup>2</sup>, Atep Maskur<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email : [ilyasmaoana.y@gmail.com](mailto:ilyasmaoana.y@gmail.com), [uusaeudin20@gmail.com](mailto:uusaeudin20@gmail.com), [atepmaskur612@gmail.com](mailto:atepmaskur612@gmail.com)

**ABSTRACT**

*The implementation of the Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Tasikmalaya City project is experiencing delays, so it is necessary to analyze the rescheduling. The method that can be used is the Time Cost Trade Off (TCTO) method or it can also be called the exchange method between cost and time.*

*The purpose of this study was to determine the acceleration time and cost required to complete the work on the Rumah Susun Jawa Barat 2 Construction project (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Tasikmalaya City in accordance with the plan by applying the Time Cost Trade Off (TCTO) method.*

*The research results from rescheduling by applying the TCTO (Time Cost Trade Off) method for an additional 1 hour the amount of duration that can be accelerated is 12 working days, which was originally 115 working days to 103 working days. With a project time efficiency of 11.14% with an optimum cost of Rp. 851,881,506.21 from Rp. 856,366,913.45 with a difference of Rp. 4,485,407.25. As for the addition of 2 hours, the amount of duration that can be accelerated is 19 working days, which was originally 115 working days to 96 working days. With a project time efficiency of 19.791% with an optimum cost of Rp. 854,252,465.85 from Rp. 856,366,913.45 with a difference of Rp. 2,114,447.61.*

**Keywords :** Time Cost Trade Off (TCTO).

## I. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi sering kali melibatkan kompleksitas yang tinggi dalam manajemen biaya dan waktu. Analisis biaya dan waktu yang tepat adalah kunci keberhasilan proyek konstruksi, karena ketidakmampuan untuk mengelola dengan efektif dapat mengakibatkan keterlambatan, melampaui anggaran, atau bahkan kegagalan proyek secara keseluruhan.

Salah satu tantangan utama dalam analisis biaya adalah ketidakpastian yang terkait dengan estimasi biaya awal. Banyak faktor dapat mempengaruhi biaya proyek konstruksi, termasuk fluktuasi harga material, biaya tenaga kerja, kondisi tanah, peraturan pemerintah, dan perubahan desain. Penting untuk memiliki metodologi yang kuat untuk mengevaluasi biaya proyek secara cermat dan mengidentifikasi risiko potensial yang dapat memengaruhi biaya.

Di sisi lain, analisis waktu memerlukan

pemahaman yang mendalam tentang urutan kegiatan konstruksi, ketergantungan antarkegiatan, dan estimasi durasi. Keterlambatan dalam satu tahap proyek dapat berdampak pada tahapan selanjutnya dan mengakibatkan penundaan keseluruhan proyek. Perencanaan yang baik dan pengelolaan jadwal yang efektif sangat penting untuk memastikan proyek berjalan sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Selain itu, faktor internal dan eksternal seperti perubahan peraturan, cuaca eksternal, dan perubahan kebutuhan pemilik proyek dapat mempengaruhi estimasi biaya dan jadwal yang telah ditetapkan. Fleksibilitas dan kemampuan untuk merespons perubahan menjadi penting dalam mengelola proyek konstruksi secara efektif. Pelaksanaan proyek konstruksi memiliki rangkaian kegiatan, mulai dari perencanaan (pengaturan sumber daya tenaga kerja, biaya, bahan, waktu dan sebagainya) sampai pada pelaksanaan pengaturan penjadwalan, mengendalikan dan

mengontrol proyek dengan baik. Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan suatu hal yang penting, karena perencanaan ini merupakan dasar dari suatu proyek agar proyek dapat berjalan dengan lancar dan selesai pada waktu yang telah ditetapkan.

Pelaksanaan proyek Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya mengalami keterlambatan, sehingga perlu dilakukan analisis penjadwalan ulang. Metode yang dapat digunakan yaitu dengan metode Time Cost Trade Off (TCTO) atau bisa disebut juga dengan metode pertukaran antara biaya dan waktu. Metode ini memungkinkan manajer proyek untuk menentukan jadwal optimal yang meminimalkan biaya proyek atau biaya tambahan yang diperlukan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek. Metode ini adalah alat yang berguna dalam manajemen proyek konstruksi untuk membantu manajer proyek membuat keputusan yang tepat dalam mempercepat penyelesaian proyek dan mengoptimalkan biaya proyek secara keseluruhan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui waktu percepatan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pada proyek Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya sesuai dengan rencana dengan menerapkan metode Time Cost Trade Off (TCTO).
2. Mengetahui biaya yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya dengan menerapkan metode Time Cost Trade Off (TCTO).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, penelitian ini menggambarkan atau menjelaskan keadaan kondisi proyek dengan analisis data yang sudah ada. Analisis data menggunakan analisis deskriptif yaitu analisis

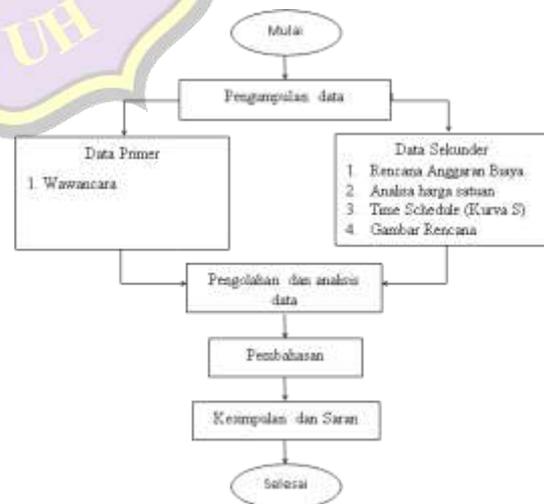
yang sudah ada diolah dengan sedemikian rupa sehingga mendapatkan hasil yang dapat disimpulkan, sedangkan deskriptif yaitu dengan memaparkan suatu masalah yang telah ada.

Adapun yang menjadi objek dari penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya.



Gambar 1 Peta Lokasi objek penelitian

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian seperti terlihat pada diagram alir penelitian di bawah ini.



Gambar 2 diagram alir penelitian Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode TCTO dengan Tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan Crash Program  
Menentukan crash program dilakukan dengan mengidentifikasi kegiatan proyek yang memungkinkan untuk dilakukan percepatan. Adapun tahapan perhitungan crash program adalah :

a. Durasi Normal  
Normal Duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam sebuah proyek.

b. Durasi dipercepat (Crash Duration)  
Crash duration adalah waktu yang dibutuhkan suatu proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari normal duration.  
Crash duration =

$$\left( \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}} \right)$$

c. Biaya Normal (Normal Cost)  
Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan waktu normal.

d. Biaya dipercepat (Crash Cost)  
Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam jangka waktu sebesar durasi crash-nya. Biaya setelah dicrashingakan menjadi lebih besar dari biaya normal. (Wulfram I Ervianto, 2004 : 65).

$$\text{Crash Cost pekerja per hari} = (\text{jam kerja per hari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{biaya lembur per jam})$$

e. Biaya Akibat Percepatan (Cost Slope)  
Perhitungan cost slope (kemiringan biaya) adalah metode untuk menentukan biaya tambahan yang terjadi ketika waktu penyelesaian suatu proyek dikurangi. Dalam konteks manajemen proyek, cost slope digunakan untuk mengevaluasi biaya tambahan yang terjadi ketika jadwal proyek dipersingkat. Pertambahan biaya percepatan tersebut mempertimbangkan besarnya durasi percepatan yang direncanakan serta jumlah biaya setelah percepatan. Cost slope (slope biaya) adalah sebuah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu

aktivitas persatuan waktu. (Soeharto, 1999).

$$\text{Cosh Slope} = \left( \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}} \right)$$

2. Analisis Time cost trade off (TCTO)  
Adalah suatu pendekatan yang digunakan dalam manajemen proyek untuk menyeimbangkan antara biaya dan waktu. Dengan cara mengkompresi jadwal untuk menghasikan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), biaya, dan pendapatan. Analisis Time Cost Trade Off dilakukan setelah diperoleh nilai cost slope (biaya akibat percepatan) dari masing-masing kegiatan, kemudian dilakukan perhitungan analisis pertukaran waktu dan biaya. Analisis ini dilakukan dengan melakukan kompresi (penekanan) pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini usaha yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek tersebut adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) optimum. Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode lembur adalah sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (07.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00 WIB).
2. Rencana jam kerja lembur dilakukan selama 1 jam sampai dengan 2 jam.
3. Menurut (Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004, 2004) Pasal 3 dan 11 tentang standar upah lembur dan waktu kerja lembur adalah :
  - Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.

- Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

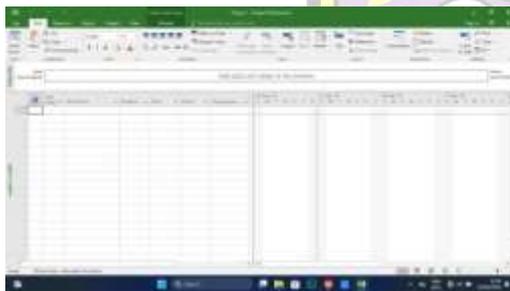
### 3.1.1 Analisa Durasi Normal dan Biaya Normal

1) Membuat network planning dan menentukan lintasan Kritis

Untuk pembuatan network planning penulis menggunakan bantuan program microsoft project 2016.

Adapun langkah-langkah penjadwalan dengan menggunakan MS Project 2016 adalah sebagai berikut:

a. Memulai lembar kerja baru



Gambar 3 Ms Project 2016

b. Masukan tanggal mulainya pada proyek.



Gambar 4 Tanggal dimulai pekerjaan

c. Menentukan kalender kerja untuk mengetahui hari kerja, jam kerja dan hari libur.



Gambar 5 Menyusun kalender kerja

d. Menyusun data kegiatan proyek dengan mengisi jenis kegiatan pada kolom task name dan waktu kegiatan pada kolom durasi, kemudian setelah kolom durasi diisi, kolom start dan finish akan terisi secara otomatis.



Gambar 6 memasukan kegiatan kerja

e. Untuk melihat jalur kritis klik pada tab Format, centang Critical Tasks, klik text styles, item to change pilih critical tasks, pilih color klik ok.



Gambar 7 Melihat jalur kritis

Tab 1 Daftar pekerjaan jalur kritis kondisi normal pada pekerjaan Arsitektur Standar.

No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI
<b>3.A</b>	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>	<b>115</b>
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI SATU</b>	
<b>I.1</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN DINDING &amp; BETON PRAKTIS</b>	
1	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga	15
5	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen	6
<b>I.6</b>	<b>PEKERJAAN PENGECATAN</b>	
1	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior)	6
2	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior)	10
3	Cat plafond	5
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI DUA</b>	
<b>II.1</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN DINDING &amp; BETON PRAKTIS</b>	
1	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm	14
5	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen	6
<b>II.6</b>	<b>PEKERJAAN PENGECATAN</b>	
1	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior)	5
<b>III</b>	<b>PEKERJAAN LANTAI DAN DAK ATAP</b>	
<b>III.1</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN DINDING &amp; BETON PRAKTIS</b>	
1	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm	11
2	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam	12
4	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen	5
<b>III.3</b>	<b>PEKERJAAN PLAFOND</b>	
1	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60	10
2	List plafond gypsum 5/5	4
<b>III.4</b>	<b>PEKERJAAN PENGECATAN</b>	
1	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior)	5

2) Harga upah tenaga kerja

Adapun rincian harga upah tenaga kerja yang dipakai adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Upah Tenaga Kerja

No	Jenis Pekerja	Harga Upah (Rp)	Satuan Waktu
1	Pekerja	95.000	1 Orang/8 Jam
2	Tukang batu	115.000	1 Orang/8 Jam
3	Kepala Tukang	117.500	1 Orang/8 Jam
4	Mandor	120.000	1 Orang/8 Jam
5	Tukang Kayu	115.000	1 Orang/8 Jam
6	Tukang Besi	115.000	1 Orang/8 Jam
7	Tukang Cat	115.000	1 Orang/8 Jam

3) Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja

Adapun rincian perhitungan tenaga kerja adalah sebagai berikut:

Tabe 3 Menghitung Jumlah tenaga kerja Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga lantai 1.

Vol.	Sat	Dura-si	Pekerja	Koef	Sat	Jumlah Tenaga
------	-----	---------	---------	------	-----	---------------

a	b	c	d	e	f	g=(axe)/c
307,01	M2	15	Pekerja	0,2	Oh	4,1
			Tukang batu	0,1	Oh	2,0
			Kepala Tukang	0,01	Oh	0,2
			Mandor	0,005	Oh	0,1

4) Perhitungan upah kerja normal

Adapun rincian perhitungan harga satuan upah adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Menghitung upah tenaga kerja Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga lantai 1.

Pekerja	Jumlah Tenaga	Upah (Rp)	Upah Per Hari (Rp)	Upah Per Jam (Rp)
a	b	c	d =b*c	e =d/8
Pekerja	4,1	95.000,00	388.880,09	48.610,01
Tukang	2,0	115.000,00	235.374,79	29.421,85
Kepala Tukang	0,2	117.500,00	24.049,16	3.006,15
Mandor	0,1	120.000,00	12.280,42	1.535,05

Jumlah Total 660.584,47 82.573,06

Tabel 5 rekapitulasi durasi normal dan biaya normal

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Upah Normal per jam	Upah Normal per hari	Normal Cost
a	b	c	d	e	f=(c*e)
	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>	<b>115</b>			
	<b>I PEKERJAAN LANTAI SATU</b>				
1	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga	15	82.573,06	660.584,47	9.908.767,12
2	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen	6	86.628,74	693.029,89	4.158.179,35
3	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior)	6	48.448,23	387.585,83	2.325.515,00
4	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior)	10	50.586,12	404.688,99	4.046.889,94
5	Cat plafond	5	43.580,73	348.645,86	1.743.229,29
	<b>II PEKERJAAN LANTAI DUA</b>				
1	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm	14	71.794,93	574.359,45	8.041.032,23
2	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen	6	118.185,31	945.482,52	5.672.895,11
3	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior)	5	58.137,87	465.103,00	2.325.515,00
	<b>III PEKERJAAN LANTAI DAK DAN ATAP</b>				
1	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm	11	98.130,12	785.040,96	8.635.450,59
2	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam	12	85.595,33	684.762,60	8.217.151,25
3	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen	5	7.451,87	59.614,92	298.074,60
4	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60	10	21.157,12	169.256,94	1.692.569,38
5	List plafond gypsum 5/5	4	59.265,85	474.126,83	1.896.507,33
6	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior)	5	46.067,99	368.543,94	1.842.719,68

### 3.1.2 Perhitungan Crash Duration (Durasi Dipercepat)

Untuk mempercepat penyelesaian proyek maka dilakukan percepatan durasi pada pekerjaan, pada tugas akhir ini dilakukan percepatan durasi proyek penambahan jam kerja (Lembur).

Crash duration merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur) optimum. Sebelum menghitung crash duration perlu dicari produktivitas harian, produktivitas tiap jam, dan produktivitas harian sesudah crash (percepatan).

Sebagai contoh berikut perhitungan crash duration kerja lembur untuk pekerjaan Pas.

Dinding bata ringan t=10cm termasuk dinding railing tangga lantai 1.

Pas. Dinding bata ringan t=10cm termasuk dinding railing tangga lantai 1.

a. Perhitungan produktivitas harian

$$\text{Produktivitas harian} = (307,01/15) = 20,467 \text{ m}^2/\text{hari}$$

b. Produktivitas per jam normal

$$\text{Produktivitas per jam} = (20,467/8) = 2,558 \text{ m}^2/\text{jam}$$

**Perhitungan crash duration 1 jam kerja lembur:**

a. Perhitungan produktivitas jam lembur

- Produktivitas jam lembur =  $(1 \times 0,9 \times 2,558)$   
 = 2,303 m<sup>2</sup>/jam
- b. Perhitungan produktivitas harian sesudah crash  
 Produktivitas sesudah crash =  $(20,467 + 2,303) = 22,770$  m<sup>2</sup>/hari
- c. Perhitungan crash duration  
 Crash duration =  $((307,01 \text{ m}^3) / (22,770 \text{ m}^3/\text{hari})) = 13,48$  hari

### Perhitungan crash duration 2 jam kerja lembur:

- a. Perhitungan produktivitas jam lembur  
 Produktivitas lembur =  $(2 \times 0,8 \times 2,558) = 4,093$  m<sup>2</sup>/jam
- b. Perhitungan produktivitas harian sesudah crash  
 Produktivitas sesudah crash =  $(20,467 + 4,093) = 24,561$  m<sup>2</sup>/hari
- c. Perhitungan crash duration  
 Crash duration =  $((307,01 \text{ m}^3) / (24,561 \text{ m}^3/\text{hari})) = 13$  hari

### 3.1.3 Menentukan Crash Cost (Biaya Dipercepat)

Crash cost dikeluarkan setelah dilakukan percepatan yang merupakan total biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan. Dimana biaya ini diperhitungkan dari penjumlahan biaya langsung dan biaya upah lembur total pekerja.

Pas. Dinding bata ringan t=10cm termasuk dinding railing tangga lantai 1.

- a. Upah normal per jam  
 = Rp. 82.573,059
- b. Upah normal per hari  
 = Rp. 660.584,474

### Perhitungan crash cost 1 jam lembur:

- a. Menghitung upah kerja lembur per hari  
 =  $(1,5 \times 82.573,06) = 123.859,589$
- b. Menghitung crash cost per hari  
 =  $(660.584,474 + 123.859,589)$

- = Rp. 784.444,063
- c. Menghitung crash cost total  
 =  $(784.444,063 \times 13,48)$   
 = Rp. 10.576.773,887

### Perhitungan crash cost 2 jam lembur:

- a. Menghitung upah kerja lembur per hari  
 =  $(1,5 \times 82.573,06) + 1 \times (2 \times 82.573,06)$   
 = Rp. 289.005,708
- b. Menghitung crash cost per hari  
 =  $(660.584,474 + 289.005,708)$   
 = Rp. 949.590,182

- c. Menghitung crash cost total  
 =  $(949.590,182 \times 12,50)$   
 = Rp. 11.869.877,273

### 3.1.4 Menentukan Cost Slope (Biaya Akibat Percepatan)

Cost slope merupakan penambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu. Penambahan biaya tersebut berbanding lurus dengan nilai crash cost.

Semakin besar crash cost-nya maka semakin besar nilai cost slope-nya dan sebaliknya. Durasi yang direncanakan juga mempengaruhi besarnya nilai biaya percepatan ini.

Berikut perhitungan cost slope untuk Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railing tangga lantai 1:

### Perhitungan cost slope 1 jam lembur.

$$\text{Cost slope} = \left( \frac{10.576.773,89 - 9.908.767,12}{15 - 13,48} \right)$$

$$= \text{Rp. } 440.389,65$$

### Perhitungan cost slope 2 jam lembur.

$$\text{Cost slope} = \left( \frac{11.869.877,27 - 9.908.767,12}{15 - 12,50} \right)$$

$$= \text{Rp. } 784.444,06$$

### 3.2 Analisa Pertukaran Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off)

Setelah nilai Cost Slope didapatkan dari masing-masing kegiatan kritis, maka tahapan selanjutnya adalah penekanan (kompresi)

durasi proyek pada setiap kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang dimulai dari nilai Cost Slope terendah hingga paling tinggi.

Tabel 6 urutan kegiatan dengan nilai Cost Slope terendah sampai tertinggi untuk 1 jam kerja lembur.

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Crash Duration	Cost Slope (Rp)
a	b	c	d	$g=(f-e)/(c-d)$
<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>				
1	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt. dak)	5	4,49	39.743,28
2	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60 (lt.dak)	10	8,99	112.837,96
3	Cat plafond (lt.1)	5	4,49	232.430,57
4	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt. dak	5	4,49	245.695,96
5	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.1	6	5,39	258.390,56
6	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior) lt.1	10	8,99	269.792,66
7	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.2	5	4,49	310.068,67
8	List plafond gypsum 5/5 (lt.dak)	4	3,60	316.084,55
9	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.2)	14	12,58	382.906,30
10	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga (lt 1)	15	13,48	440.389,65
11	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam (lt. dak)	12	10,79	456.508,40
12	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.1)	6	5,39	462.019,93
13	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.dak)	11	9,89	523.360,64
14	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.2)	6	5,39	630.321,68

Tabel 7 urutan kegiatan dengan nilai Cost Slope terendah sampai tertinggi untuk 2 jam kerja lembur.

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Crash Duration	Cost Slope (Rp)
a	b	c	d	$g=(f-e)/(c-d)$
<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>				
1	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt. dak)	5	4,17	70.792,72
2	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60 (lt.dak)	10	8,33	200.992,61
3	Cat plafond (lt.1)	5	4,17	414.016,96
4	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt. dak	5	4,17	437.645,92
5	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.1	6	5,00	460.258,18
6	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior) lt.1	10	8,33	480.568,18
7	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.2	5	4,17	552.309,81
8	List plafond gypsum 5/5 (lt.dak)	4	3,33	563.025,61
9	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.2)	14	11,67	682.051,84
10	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga (lt 1)	15	12,50	784.444,06

11	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam (lt. dak)	12	10,00	813.155,59
12	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.1)	6	5,00	822.973,00
13	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.dak)	11	9,17	932.236,14
14	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.2)	6	5,00	1.122.760,49

### 3.2.1 Analisa Percepatan Durasi

Setelah mendapatkan nilai Crash Duration dari perhitungan analisis di atas, maka tahapan selanjutnya dilakukan Controlling kembali dengan cara mengganti durasi normal dengan durasi Crash pada setiap kegiatan kritis.

Tabel 8 Total durasi proyek setelah Crashing untuk 1 jam kerja lembur.

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Normal (Hari)	Crash Duration	Total Crash	Total Duration
a	b	c	d	e=c-d	f
		115	-	-	115
<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>					
1	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt. dak)	5	4,49	0,51	114,49
2	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60 (lt.dak)	10	8,99	1,01	113,48
3	Cat plafond (lt.1)	5	4,49	0,51	112,98
4	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt. dak	5	4,49	0,51	112,47
5	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.1	6	5,39	0,61	111,87
6	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior) lt.1	10	8,99	1,01	110,85
7	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.2	5	4,49	0,51	110,35
8	List plafond gypsum 5/5 (lt.dak)	4	3,60	0,40	109,94
9	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.2)	14	12,58	1,42	108,53
10	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga (lt 1)	15	13,48	1,52	107,01
11	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam (lt. dak)	12	10,79	1,21	105,80
12	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.1)	6	5,39	0,61	105,19
13	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.dak)	11	9,89	1,11	104,08
14	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.2)	6	5,39	0,61	103,47

Dari tabel 8 hasil perhitungan total durasi proyek setelah crashing untuk 1 jam kerja lembur pada setiap kegiatan pekerjaan yang dimana durasi awal pada pekerjaan arsitektur standar adalah 115 hari menjadi 103,47 ~ 103 hari kerja.

Tabel 9 Total durasi proyek setelah Crashing untuk 2 jam kerja lembur.

NO	URAIAN PEKERJAAN	Durasi Normal (Hari)	Crash Duration	Total Crash	Total Duration
a	b	c	d	e=c-d	f
		115	-	-	115
<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>					
1	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt. dak)	5	4,17	0,83	114,17

2	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60 (lt.dak)	10	8,33	1,67	112,50
3	Cat plafond (lt.1)	5	4,17	0,83	111,67
4	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt. dak	5	4,17	0,83	110,83
5	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.1	6	5,00	1,00	109,83
6	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior) lt.1	10	8,33	1,67	108,17
7	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.2	5	4,17	0,83	107,33
8	List plafond gypsum 5/5 (lt.dak)	4	3,33	0,67	106,67
9	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.2)	14	11,67	2,33	104,33
10	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga (lt 1)	15	12,50	2,50	101,83
11	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam (lt. dak)	12	10,00	2,00	99,83
12	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.1)	6	5,00	1,00	98,83
13	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.dak)	11	9,17	1,83	97,00
14	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.2)	6	5,00	1,00	96,00

Dari tabel 9 hasil perhitungan total durasi proyek setelah crashing untuk 2 jam kerja lembur pada setiap kegiatan pekerjaan yang dimana durasi awal pada pekerjaan arsitektur standar adalah 115 hari menjadi 96 hari kerja.

### 3.2.2 Analisa Waktu dan Biaya

Setelah proses crashing kegiatan dengan metode penambahan jam kerja (Lembur) selanjutnya menghitung biaya langsung dan tidak langsung setiap item pekerjaan yang terdapat pada lintasan kritis di pekerjaan arsitektur standar, berdasarkan hasil wawancara terhadap kontaktor proyek PT. Rimba Raya Utama biaya tidak langsung yaitu sebesar 10% dari biaya normal.

Kondisi normal

Durasi normal

= 115 hari

Biaya normal

= Rp. 856.366.913,45

Biaya langsung

= 90% x Rp. 856.366.913,45

= Rp 770.730.222

Biaya tidak langung

= 10% x Rp. 856.366.913,45

= Rp 85.636.691,351

Biaya langsung dan tidak langsung untuk pekerjaan arsitektur standar proyek pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya ini adalah :

Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga lantai 1.

#### Analisa waktu dan Biaya 1 jam lembur

1. Perhitungan tambahan biaya dan kumulatif tambahan biaya  
 $= ( 440.389,65 \times 1,52 ) = \text{Rp. } 668.006,77$   
 $= 668.006,77 + 1.632.273,20$   
 $= \text{Rp. } 2.300.279,97$

2. Perhitungan biaya langsung  
 $= ( 772.362.495,31 + 2.300.279,97 )$   
 $= \text{Rp. } 773.030.502,08$

3. Perhitungan biaya tidak langsung  
 $= ((85.636.691,351) / 115) \times 107,01$   
 $= \text{Rp. } 79.687.723,34$

4. Perhitungan biaya total  
 $= 773.030.502,08 + 79.687.723,34$   
 $= \text{Rp. } 852.718.225,42$

#### Analisa waktu dan Biaya 2 jam lembur

1. Perhitungan tambahan biaya dan kumulatif tambahan biaya  
 $= ( 784.444,06 \times 2,50 )$   
 $= \text{Rp. } 1.961.110,16$   
 $= 1.961.110,16 + 4.791.968,71$   
 $= \text{Rp. } 6.753.078,87$

2. Perhitungan biaya langsung  
 $= ( 775.522.190,82 + 6.753.078,87 )$   
 $= \text{Rp. } 777.483.300,98$

$$= \text{Rp. } 853.315.211,7$$

3. Perhitungan biaya tidak langsung  
 $= ((85.636.691,351)/115) \times 101,83$   
 $= \text{Rp. } 75.831.910,74$

4. Perhitungan biaya total  
 $= 777.483.300,98 + 75.831.910,74$

Tabel 10 Hasil perhitungan biaya untuk 1 jam lembur.

No	Uraian Pekerjaan	Cost Slope (Rp)	Total Crash (Hari)	Total Duration (Hari)	Tambahan Biaya (Rp)	Kumulatif Tambahan Biaya (RP)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
a	b	c	d	e	f=c*d	g	h	i	j=h+i
	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>						<b>770.730.222,11</b>	<b>85.636.691,35</b>	<b>856.366.913,45</b>
1	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt. dak)	39.743,28	0,51	114,49	20.094,92	20.094,92	770.750.317,03	85.260.174,38	856.010.491,41
2	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60 (lt.dak)	112.837,96	1,01	113,48	114.105,80	134.200,72	770.864.422,83	84.507.140,46	855.371.563,28
3	Cat plafond (lt.1)	232.430,57	0,51	112,98	117.521,08	251.721,79	770.981.943,90	84.130.623,50	855.112.567,40
4	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt. dak	245.695,96	0,51	112,47	124.228,29	375.950,09	771.106.172,19	83.754.106,53	854.860.278,73
5	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.1	258.390,56	0,61	111,87	156.776,29	532.726,38	771.262.948,49	83.302.286,18	854.565.234,67
6	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior) lt.1	269.792,66	1,01	110,85	272.824,04	805.550,42	771.535.772,53	82.549.252,25	854.085.024,78
7	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.2	310.068,67	0,51	110,35	156.776,29	962.326,71	771.692.548,82	82.172.735,29	853.865.284,11
8	List plafond gypsum 5/5 (lt.dak)	316.084,55	0,40	109,94	127.854,43	1.090.181,14	771.820.403,25	81.871.521,72	853.691.924,97
9	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.2)	382.906,30	1,42	108,53	542.092,06	1.632.273,20	772.362.495,31	80.817.274,23	853.179.769,53
10	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga (lt 1) Plester + aci (1:3) mortar	440.389,65	1,52	107,01	668.006,77	2.300.279,97	773.030.502,08	79.687.723,34	852.718.225,42
11	dinding exterior/dind. Terluar/dalam (lt. dak)	456.508,40	1,21	105,80	553.965,25	2.854.245,22	773.584.467,33	78.784.082,63	852.368.549,96
12	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.1)	462.019,93	0,61	105,19	280.326,70	3.134.571,92	773.864.794,03	78.332.262,27	852.197.056,30
13	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.dak)	523.360,64	1,11	104,08	582.165,21	3.716.737,13	774.446.959,24	77.503.924,96	851.950.884,19
14	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.2)	630.321,68	0,61	103,47	382.442,37	4.099.179,50	774.829.401,60	77.052.104,60	851.881.506,21

Tabel 11 Hasil perhitungan biaya untuk 2 jam lembur.

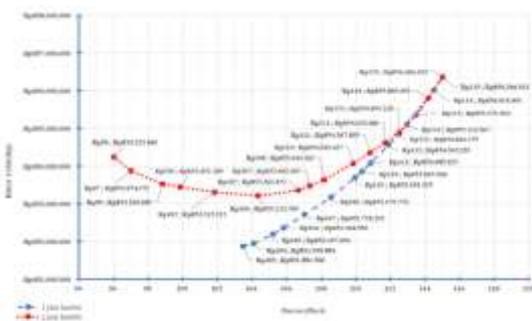
No	Uraian Pekerjaan	Cost Slope (Rp)	Total Crash (Hari)	Total Durati-on (Hari)	Tambahan Biaya (Rp)	Kumulatif Tambahan Biaya (RP)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Biaya Total (Rp)
a	b	c	d	e	f=c*d	g	h	i	j=h+i
	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR STANDAR</b>						<b>770.730.222,11</b>	<b>85.636.691,35</b>	<b>856.366.913,45</b>
1	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt. dak)	70.792,72	0,83	114,17	58.993,93	58.993,93	770.789.216,04	85.016.135,61	855.805.351,65

2	Penutup plafond GRC T=6 mm + rangka Holow Galvanish uk rangka 60x60 (lt.dak)	200.992,61	1,67	112,50	334.987,69	393.981,62	771.124.203,73	83.775.024,14	854.899.227,87
3	Cat plafond (lt.1)	414.016,96	0,83	111,67	345.014,13	738.995,75	771.469.217,86	83.154.468,41	854.623.686,27
4	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt. dak	437.645,92	0,83	110,83	364.704,94	1.103.700,69	771.833.922,80	82.533.912,67	854.367.835,47
5	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.1	460.258,18	1,00	109,83	460.258,18	1.563.958,86	772.294.180,97	81.789.245,79	854.083.426,76
6	Cat dinding bag. Dalam termasuk kolom (interior) lt.1	480.568,18	1,67	108,17	800.946,97	2.364.905,83	773.095.127,94	80.548.134,32	853.643.262,26
7	Cat dinding bag. Luar termasuk kolom (exterior) lt.2	552.309,81	0,83	107,33	460.258,18	2.825.164,01	773.555.386,12	79.927.578,59	853.482.964,70
8	List plafond gypsum 5/5 (lt.dak)	563.025,61	0,67	106,67	375.350,41	3.200.514,41	773.930.736,52	79.431.134,00	853.361.870,53
9	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.2)	682.051,84	2,33	104,33	1.591.454,30	4.791.968,71	775.522.190,82	77.693.577,95	853.215.768,76
10	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm termasuk dinding Railling tangga (lt 1)	784.444,06	2,50	101,83	1.961.110,16	6.753.078,87	777.483.300,98	75.831.910,74	853.315.211,72
11	Plester + aci (1:3) mortar dinding exterior/dind. Terluar/dalam (lt. dak)	813.155,59	2,00	99,83	1.626.311,18	8.379.390,05	779.109.612,16	74.342.576,98	853.452.189,14
12	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.1)	822.973,00	1,00	98,83	822.973,00	9.202.363,05	779.932.585,16	73.597.910,10	853.530.495,26
13	Pasangan dinding bata ringan t=10 cm (lt.dak)	932.236,14	1,83	97,00	1.709.099,60	10.911.462,64	781.641.684,75	72.232.687,48	853.874.372,24
14	Kolom & Balok praktis 11/11 Kusen (lt.2)	1.122.760,49	1,00	96,00	1.122.760,49	12.034.223,14	782.764.445,24	71.488.020,60	854.252.465,85

### 3.3 Pembahasan

#### 3.3.1 Percepatan Waktu dan Biaya Proyek

Percepatan waktu dan biaya proyek merupakan usaha untuk menyelesaikan pekerjaan lebih awal dari keadaan normal. Dari tabel 10 dan 11 hasil perhitungan analisa waktu dan biaya dibuat sebuah grafik hubungan waktu dan biaya yang dipersingkat, yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 8 Hubungan Waktu dan Biaya yang dipersingkat

Dari gambar 8 terlihat bahwa pada penambahan 1 jam lembur biaya yang paling optimum pada pekerjaan arsitektur standar adalah Rp. 851.881.506,21 dari Rp. 856.366.913,45 dengan pengurangan biaya

sebesar Rp.4.485.407,25 dan pengurangan durasi waktu proyek selama 12 hari kerja dari waktu normal 115 hari kerja menjadi 103 hari kerja. Dan untuk penambahan 2 jam kerja lembur biaya yang paling optimum pada pekerjaan arsitektur standar adalah Rp. 854.252.465,85 dari Rp. 856.366.913,45 dengan pengurangan biaya sebesar Rp. 2.114.447,6 dan pengurangan durasi waktu proyek selama 19 hari kerja dari waktu normal 115 hari kerja menjadi 96 hari kerja.

## IV. SIMPULAN

Berdasarkan perhitungan optimasi waktu dan biaya dengan menggunakan metode Time Cost Trade Off setelah dilakukan analisis data maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Waktu percepatan yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya pada pekerjaan arsitektur standar untuk penambahan jam kerja lembur 1 jam jumlah durasi yang bisa dipercepat adalah 12 hari kerja, yang pada awalnya 115 hari kerja menjadi 103 hari

kerja. Sedangkan untuk penambahan jam kerja lembur 2 jam jumlah durasi yang bisa dipercepat adalah 19 hari kerja, yang pada awalnya 115 hari kerja menjadi 96 hari kerja.

- Biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Rumah Susun Jawa Barat 2 (RSNPP-21-02-JBR) Ponpes Hidayatul Ulum Kota Tasikmalaya pada pekerjaan arsitektur standar untuk penambahan jam kerja lembur 1 jam adalah Rp.851.881.506,21 dari Rp. 56.366.913,45 dengan pengurangan biaya sebesar Rp. 4.485.407,25. Sedangkan untuk penambahan jam kerja lembur 2 jam adalah Rp.854.252.465,85 dari Rp.856.366.913,45 dengan pengurangan biaya sebesar Rp.2.114.447,6.

## DAFTAR PUSTAKA

- Soehendrodjati RJB, (1987). *Manajemen Konstruksi*. Gadjra Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutjipto, R., Nugroho, P., Natan, I., 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi 1*. Kartika Yudha, Surabaya.
- Iramutyn, Ermis Vera. 2010. *Optimasi waktu dan biaya dengan metode crash (Studi Kasus Pada Proyek Pemeliharaan Gedung dan Bangunan Rumah Sakit Orthopedi Prof. Dr. R. Soeharso Surakarta)*. Tugas Akhir, Universitas Negeri Solo.
- Project Management Institute. 2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (3rd Ed.)*. Pennsylvania.
- Rois Saputro, 2015. *Analisa Percepatan dengan Metode Time Cost Trade Off pada proyek Pembangunan Hotel Ijen Padjajaran Malang*. Institut Teknologi Malang.
- Cakra Laksana Kusuma, Fatmawaty Rachim, Andi Ibrahim Yunus, 2019. *Pengendalian Biaya dan Waktu Pada Proyek Gedung Kampus UNIFA 9 Lantai*. Universitas Fajar.
- Muhamad Raihan Kusadi, Gede Surya, 2022. *Pengendalian Biaya dan Waktu Pada Proyek Penyelesaian Gedung Perkantoran PT.Merak Jaya Beton*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Soeharto, Iman, 1995. *Manajemen Proyek Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Jakarta, Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep.102/MEN/VI/2004. *Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur*. Peraturan perundang-undangan, 2003. UU Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.
- Wulfram I Ervianto, 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta, Andi.
- Pahri Abdulbari, 2023. *Optimasi Biaya dan Waktu Pekerjaan Konstruksi Pada Pembangunan Gedung Perpustakaan dan Kearsipan Kota Serang dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO)*. Universitas Galuh, Ciamis.