

## **Analisis Manajemen Penjadwalan Proyek Pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta Kota Bandung dengan Menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dan *Cost Time Trade-Off* guna Mengoptimalkan Waktu dan Biaya Pekerjaan**

**Aulia Khuzaima Dhiyariza\* , Muhardi, Cici Cintyawati**

Prodi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*auliakhuzaima@gmail.com, muhardi.zainudin@gmail.com,  
cici.cintyawati94@gmail.com

**Abstract.** The project management of scheduling is one of the important thing and has a big impact on a project activities. This research aims to study and analyze the project management construction of Fly Over on Jakarta street in Bandung city conducted by PT. Amber Hasya using the critical path method (CPM) and Cost Time Trade-off to gain optimal time and cost of project activities. The type of research used in this research is descriptive quantitative and used the case study method. The results of this study after using CPM calculation is that the work time project remains 31 weeks. Based on an agreement with the company, the acceleration of work time is done by using Cost Time-Trade off for 3 weeks so as to accelerate work to 28 weeks with work time efficiency of 9% and after using Cost Time-Trade off/Crash, the project work cost will become Rp. 23,551,880,411.7,- with an increase of 0,5% in the percentage of project work cost.

**Keywords:** *Project Management, Critical Path Method (CPM), Cost Time Trade-off, Optimal Time and Cost.*

**Abstrak.** Penjadwalan pada sebuah proyek merupakan salah satu hal yang penting dan berdampak besar untuk suatu kegiatan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan menganalisis manajemen penjadwalan proyek PT. Amber Hasya pada pembangunan Fly Over Jalan Jakarta di Kota Bandung dengan menggunakan Critical Path Method (CPM) dan Cost Time Trade-off untuk menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan proyek yang optimal. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode studi kasus. Hasil dari penelitian ini setelah menggunakan perhitungan CPM yaitu waktu pekerjaan proyek tetap 31 minggu, berdasarkan kesepakatan dengan perusahaan maka digunakan percepatan waktu pekerjaan proyek dengan menggunakan Cost Time Trade-off selama 3 minggu sehingga mendapatkan total durasi pekerjaan menjadi 28 minggu dengan efisiensi waktu pekerjaan sebesar 9% . Setelah dilakukan crash maka biaya pengerjaan proyek menjadi Rp. 23,551,880,411.7,- dengan kenaikan 0,5% pada presentase biaya pekerjaan proyek.

**Kata Kunci:** *Manajemen Proyek, Critical Path Method (CPM), Cost Time Trade-off, Waktu dan Biaya Optimal.*

## A. Pendahuluan

Perencanaan pada penjadwalan pekerjaan proyek penting dilakukan dengan menggunakan beberapa alat pengendalian. Untuk membantu penyusunan perencanaan penjadwalan proyek, banyak metode yang sudah dikembangkan digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas kritis dan untuk menghitung minimum waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proyek. Pada penelitian ini, dilakukannya perhitungan penjadwalan proyek pada salah satu perusahaan kontraktor yang melakukan proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung yang dilaksanakan pada tahun 2020. Proyek dilaksanakan dengan padatnya lalu lintas di area tersebut dan aktivitas tambahan proyek. Maka, untuk menghitung perencanaan dalam penjadwalan proyek ini, digunakannya salah satu metode yang dapat menghitung penjadwalan proyek ini yaitu dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dan *cost-time trade off* yang bertujuan untuk mempelajari perusahaan dalam merencanakan dan mengelola penjadwalan pada proyek-proyek yang akan dikerjakan sehingga diharapkan perencanaan penjadwalan proyek berjalan dengan menggunakan waktu dan biaya yang optimal dan tidak terjadinya batasan-batasan seperti keterlambatan, kekurangan biaya, kekurangan sumber daya dan sebagainya yang bisa merusak berjalannya suatu proyek.

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis:

1. Untuk mengetahui bagaimana penerapan manajemen proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* jalan Jakarta di Kota Bandung oleh PT. Amber Hasya.
2. Untuk mengetahui bagaimana penerapan manajemen proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* jalan Jakarta di Kota Bandung dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan *cost-time trade off* untuk mengoptimalkan biaya & waktu di PT. Amber Hasya.

## B. Metodologi Penelitian

1. Manajemen Operasi menurut Stevenson adalah sistem manajemen atau serangkaian proses dalam pembuatan produk atau penyediaan jasa. (Chang, 2017).
2. Proyek menurut Husen (2011) adalah gabungan dari sumber-sumber daya baik itu berupa manusia, peralatan, material dan modal atau biaya yang disusun dalam suatu organisasi untuk mencapai target dan tujuan bersama.
3. Manajemen Proyek menurut Kholil (2017), adalah perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian dari sumber daya-sumber daya yang ada pada perusahaan untuk mencapai objektivitas dengan jangka waktu yang pendek dan sudah disesuaikan agar dapat memenuhi tujuan yang diinginkan.
4. Network Planning menurut Badri (1997) yang dikutip oleh Iwawo (2016), berpendapat bahwa network planning pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variables) yang digambarkan dalam diagram network..
5. AON (activity-on-node) dan AOA (activity-on-arrow) adalah dua pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan jaringan proyek. Menurut Heizer dan Render (2015), setiap aktivitas pada AON dinyatakan dengan *node* (titik simpul). Sedangkan pada AOA, panah menunjukkan aktivitas. Garis, atau anak panah menjelaskan hubungan yang didahulukan di antara aktivitas-aktivitas yang ada. Berikut adalah perbedaan antara pendekatan AON dengan AOA:

**Tabel 1.** Perbedaan AON dan AOA

Activity-on-Node (AON)	Arti dari Kegiatan	Activity-on-Arrow (AOA)
	A datang sebelum B yang datang sebelum C	
	A dan B keduanya harus diselesaikan sebelum C dapat dimulai	
	B dan C tidak dapat dimulai hingga A selesai	
	C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai	

Sumber: Heizer & Render (2015)

6. *Critical Path Method* (CPM): Menurut Levin dan Kirkpatrick yang dikutip oleh Khoiroh (2018), CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.
7. *Forward Pass: Forward Pass* dimulai dari aktivitas pertama dalam proyek. Menurut Heizer dan Render (2015), jika sebuah aktivitas memiliki banyak aktivitas pendahulu terdekat, ES merupakan nilai maksimal dari semua nilai EF dari aktivitas pendahulunya. Maka: **ES = Maksimal** (EF dari semua aktivitas pendahulu terdekat). Waktu selesai yang paling awal atau EF dari sebuah aktivitas merupakan jumlah dari waktu mulai yang paling awalnya (ES) dan waktu aktivitasnya. Maka: **EF = ES + Waktu Aktivitas**.
8. *Backward Pass: Backward Pass* dimulai dengan aktivitas terakhir dalam proyek. Menurut Heizer dan Render (2015). Jika sebuah aktivitas merupakan sebuah aktivitas pendahulu terdekat bagi lebih dari satu aktivitas, maka nilai LF-nya merupakan minimal dari semua nilai LS dan semua aktivitas yang mengikut setelahnya. Maka: **LF = Minimal** (LS dari semua aktivitas yang mengikuti setelahnya). Waktu mulai yang paling lambat (LS) dari sebuah aktivitas adalah perselisihan dengan waktu selesai paling lambat (LF) dan waktu aktivitasnya. Maka: **LS = LF – Waktu aktivitas**.
9. Jalur kritis: Menurut Heizer dan Render (2015), slack time merupakan suatu rentang waktu sebuah aktivitas bisa ditunda tanpa menunda keseluruhan proyek. Slack time bisa dijabarkan sebagai berikut: **Slack time = LS – ES atau Slack time = LF – EF**. Berdasarkan Heizer dan Render (2015) adapun rumus yang digunakan untuk mempersingkat suatu proyek yaitu:

$$\text{Biaya singkat per periode} = \frac{(\text{Biaya singkat} - \text{Biaya normal})}{(\text{Waktu normal} - \text{Waktu singkat})}$$

Sumber: Heizer & Render (2015)

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

**Penerapan manajemen proyek pekerjaan pembangunan Fly Over jalan Jakarta di Kota Bandung oleh PT. Amber Hasya**

Penelitian ini menggunakan data primer yang yang diperoleh melalui wawancara dengan ketua proyek pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung oleh PT. Amber Hasya. Data dibawah ini merupakan tabel yang berisi uraian pekerjaan dan lama durasi pekerjaan dari proyek pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung:

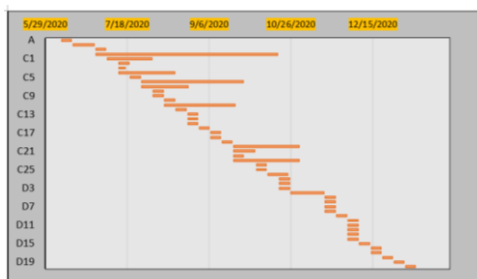
**Tabel 2.** Pekerjaan dan Lama Durasi Pekerjaan

No	Nama Aktivitas	Harga (Rp.)	Durasi(week)	Kode
1.	Mobilisasi	590,114,119.48	1	A
2.	Pekerjaan Pemasangan Baja Tulangan Ulir	286,512,163.13	2	B

3.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Abutmen	89,989,043.85	1	C
4.	Pekerjaan Pemasangan Baja Tulangan Ulir Tahap II	2,005,585,141.93	16	D
5.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Abutmen Tahap II	89,989,043.85	1	C1
6.	Pekerjaan Penyediaan Unit Pracetak Gelagar	1,516,957,749.99	1	C2
7.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah	50,726,200.84	2	C3
8.	Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak (Peninggi/ <i>Mountable</i> )	108,040,364.30	5	C4
9.	Pekerjaan Penggalian, Pelapisan Pondasi Agregat dan Pembongkaran Beton	25,445,300.15	1	C5
10.	Pekerjaan Penimbunan Beton Ringan	9,874,932,000.00	9	C6
11.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang	224,491,956.00	5	C7
12.	Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Gelagar	1,636,561,146.03	1	C8
13.	Pekerjaan Perletakan Elastomerik Alam	14,553,428.76	1	C9
14.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap II	25,363,100.43	1	C10
15.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap III	968,393,695.89	8	C11
16.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Abutmen Tahap III	89,989,043.85	1	C12
17.	Pekerjaan Penggalian Tanah	1,892,616.00	1	C13
18.	Pekerjaan Penggalian Perkerasan Beraspal	16,443,792.74	1	C14
19.	Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak (Peninggi/ <i>Mountable</i> ) Tahap II	21,608,072.85	1	C15
20.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Lantai Jembatan	354,073,379.59	1	C16
21.	Pekerjaan Pemoangan Pohon	2,464,000.00	1	C17
22.	Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak (Peninggi/ <i>Mountable</i> ) Tahap III	21,608,072.85	1	C18
23.	Pekerjaan Penggalian Perkerasan Beraspal Tahap II	16,443,792.74	1	C19
24.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Lantai Jembatan Tahap II	1,416,293,518.39	4	C20
25.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap IV	242,098,423.98	2	C21
26.	Pekerjaan Pembuatan <i>Deck Drain</i>	26,250,000.00	1	C22
27.	Pekerjaan Plesteran	91,644,541.18	4	C23
28.	Pekerjaan Perletakan <i>Strip</i>	42,041,667.96	1	C24
29.	Pekerjaan Pemasangan Pipa Drainase PVC	46,620,000.00	1	C25
30.	Pekerjaan Pemasangan Pipa Drainase PVC Tahap II	32,174,400.00	1	C26
31.	Pekerjaan Pelapisan Pondasi Agregat	8,192,313.01	1	D1

	Kelas A			
32.	Pekerjaan Pelapisan Pondasi Agregat Kelas B	9,883,401.32	1	D2
33.	Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap V	121,049,211.99	1	D3
34.	Pekerjaan Pemasangan Unit Lampu Penerangan Jalan	420,543,880.63	3	D4
35.	Pekerjaan Pelapisan Resap Pengikat	11,559,592.00	1	D5
36.	Pekerjaan Pelapisan Perekat Emulsi	50,561,721.55	1	D6
37.	Pekerjaan Pemasangan Laston Lapis Aus	1,204,581,048.18	1	D7
38.	Pekerjaan Pemasangan Laston Lapis Aus Perata dan Laston Lapis Antara	109,734,048.00	1	D8
39.	Pekerjaan Pemasangan Pipa Drainase PVC Tahap III	32,174,400.00	1	D9
40.	Pekerjaan Penggalian Tahap II	1,892,616.00	1	D10
41.	Pekerjaan Pelapisan Pondasi Agregat Tahap II	9,883,401.32	1	D11
42.	Pekerjaan <i>Expansion Joint</i> (dll)	29,988,379.52	1	D12
43.	Pekerjaan Pemasangan Rambu Jalan Tunggal dan Rambu Jalan Ganda	825,000,000.00	1	D13
44.	Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak dan Pekerjaan Plesteran	140,870,156.05	1	D14
45.	Pekerjaan Pengecatan Kerb	24,089,100.00	1	D15
46.	Pekerjaan Pemasangan Marka Jalan Termoplastik	156,845,473.58	1	D16
47.	Pekerjaan Pemasangan Unit Lampu Penerangan Jalan Tahap II	140,181,293.53	1	D17
48.	Pekerjaan Pemasangan Marka Jalan Termoplastik Tahap II	11,552,848.42	1	D18
49.	Pekerjaan Pemasangan Unit Lampu Penerangan Jalan Tahap III	140,181,293.53	1	D19
50.	Pekerjaan Pemasangan Mata Kucing	49,536,000.00	1	D20
	TOTAL	23.427.599.955,36		

*Gantt Chart* digunakan dalam perencanaan proyek pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung oleh perusahaan. Berikut adalah gambaran *Gantt Chart* pada jadwal pekerjaan pembangunan proyek, hasil diperoleh dari data perusahaan yang diberikan oleh PT. Amber Hasya.



Sumber: PT. Amber Hasya (2019), data diolah (2021)

**Gambar 1.** Gantt Chart Jadwal Proyek Pekerjaan Pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta Kota Bandung

**Penerapan manajemen proyek pekerjaan pembangunan Fly Over jalan Jakarta di Kota Bandung dengan menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dan cost-time trade off untuk mengoptimalkan biaya & waktu di PT. Amber Hasya.**

Berikut adalah tabel perhitungan yang sudah diolah dalam mencari jalur kritis beserta mengetahui *slack time* pada tiap aktivitas proyek pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung, termasuk perhitungan *forward pass* dan *backward pass*:

**Tabel 3.** Perhitungan Critical Time dan Slack pada Proyek

Nama Aktivitas	Kode	Predecessor	ES	EF	LS	LF	Slack
Mobilisasi	A	-	0	1	0	1	0
Pekerjaan Pemasangan Baja Tulangan Ulir	B	A	1	3	1	3	0
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Abutmen	C	B	3	4	16	17	13
Pekerjaan Pemasangan Baja Tulangan Ulir Tahap II	D	B	3	19	3	19	0
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Abutmen Tahap II	C1	C	4	5	17	18	13
Pekerjaan Penyediaan Unit Pracetak Gelagar	C2	C	4	5	17	18	13
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah	C3	C	4	6	20	22	16
Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak (Peninggi/Mountable)	C4	C	4	9	17	22	13
Pekerjaan Penggalian, Pelapisan Pondasi Agregat dan Pembongkaran Beton	C5	C1, C2	5	6	18	19	13
Pekerjaan Penimbunan Beton Ringan	C6	C5	6	15	22	31	16
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang	C7	C5	6	11	19	24	13
Pekerjaan Pemasangan Unit Pracetak Gelagar	C8	C3	6	7	22	23	16
Pekerjaan Perletakan Elastomerik Alam	C9	C3	6	7	22	23	16
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap	C10	C8, C9	7	8	30	31	23

II							
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap III	C11	C8, C9	7	15	23	31	16
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Abutmen Tahap III	C12	C4	9	10	22	23	13
Pekerjaan Penggalian Tanah	C13	C12	10	11	23	24	13
Pekerjaan Penggalian Perkerasan Beraspal	C14	C12	10	11	23	24	13
Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak (Peninggi/Mountable) Tahap II	C15	C12	10	11	23	24	13
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Lantai Jembatan	C16	C7, C13, C14, C15	11	12	24	25	13
Pekerjaan Pemotongan Pohon	C17	C16	12	13	25	26	13
Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak (Peninggi/Mountable) Tahap III	C18	C16	12	13	25	26	13
Pekerjaan Penggalian Perkerasan Beraspal Tahap II	C19	C17, C18	13	14	26	27	13
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Sedang untuk Lantai Jembatan Tahap II	C20	C19	14	18	27	31	13
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap IV	C21	C19	14	16	27	29	13
Pekerjaan Pembuatan <i>Deck Drain</i>	C22	C19	14	15	30	31	16
Pekerjaan Plesteran	C23	C19	14	18	27	31	13
Pekerjaan Perletakan <i>Strip</i>	C24	C21	16	17	29	30	13
Pekerjaan Pemasangan Pipa Drainase PVC	C25	C21	16	17	29	30	13
Pekerjaan Pemasangan Pipa Drainase PVC Tahap II	C26	C24, C25	17	18	30	31	13

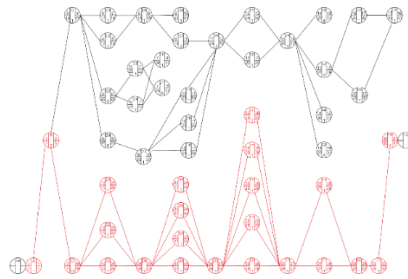
Pekerjaan Pelapisan Pondasi Agregat Kelas A	D1	D	19	20	19	20	0
Pekerjaan Pelapisan Pondasi Agregat Kelas B	D2	D	19	20	19	20	0
Pekerjaan Pemasangan Beton Mutu Rendah Tahap V	D3	D	19	20	19	20	0
Pekerjaan Pemasangan Unit Lampu Penerangan Jalan	D4	D1, D2, D3	20	23	20	23	0
Pekerjaan Pelapisan Resap Pengikat	D5	D4	23	24	23	24	0
Pekerjaan Pelapisan Perekat Emulsi	D6	D4	23	24	23	24	0
Pekerjaan Pemasangan Laston Lapis Aus	D7	D4	23	24	23	24	0
Pekerjaan Pemasangan Laston Lapis Aus Perata dan Laston Lapis Antara	D8	D4	23	24	23	24	0
Pekerjaan Pemasangan Pipa Drainase PVC Tahap III	D9	D5, D6, D7, D8	24	25	24	25	0
Pekerjaan Penggalian Tahap II	D10	D9	25	26	25	26	0
Pekerjaan Pelapisan Pondasi Agregat Tahap II	D11	D9	25	26	25	26	0
Pekerjaan <i>Expansion Joint</i> (dll)	D12	D9	25	26	25	26	0
Pekerjaan Pemasangan Rambu Jalan Tunggal dan Rambu Jalan Ganda	D13	D9	25	26	25	26	0
Pekerjaan Pemasangan Kerb Pracetak dan Pekerjaan Plesteran	D14	D9	25	26	25	26	0
Pekerjaan Pengecatan Kerb	D15	D10, D11, D12, D13, D14	26	27	26	27	0
Pekerjaan Pemasangan Marka Jalan Termoplastik	D16	D15	27	28	27	28	0
Pekerjaan Pemasangan Unit Lampu Penerangan	D17	D15	27	28	27	28	0



Jalan Tahap II							
Pekerjaan Pemasangan Marka Jalan Termoplastik Tahap II	D18	D16, D17	28	29	28	29	0
Pekerjaan Pemasangan Unit Lampu Penerangan Jalan Tahap III	D19	D18	29	30	29	30	0
Pekerjaan Pemasangan Mata Kucing	D20	D19	30	31	30	31	0

Sumber: Data yang Diolah (2021)

Dan berikut merupakan jaringan kerja atau *network planning* setelah mengetahui seluruh *slack time* dan juga *critical time* (jalur kritis) dari proyek pembangunan yang sudah ditelaah:



Sumber: Data yang Diolah (2021)

**Gambar 2.** Network Planning dengan Critical Time dan Slack Time

Pekerjaan atau aktivitas yang berwarna merah merupakan aktivitas yang berada di jalur kritis (*critical time*), dimana penentuan aktivitas tersebut dapat diketahui dari  $slack = 0$ . Dapat diketahui bahwa aktivitas dengan jalur kritis adalah aktivitas dengan kode pekerjaan, A-B-D-D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8-D9-D10-D11-D12-D13-D14-D15-D16-D17-D18-D19-D20. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan adalah 217 hari.

Untuk menggunakan metode *Cost-Time Trade Off*, atau dalam nama lain adalah *crashing*, maka perlu diketahui durasi dan biaya dari pekerjaan yang akan di *crash*. Penentuan pekerjaan yang dipilih serta biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *crashing* merupakan hasil diskusi dan wawancara dengan salah satu penanggung jawab proyek pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung.

Berikut ini adalah hasil perubahan dari durasi dan biaya pekerjaan yang dipilih setelah melakukan metode *crashing*:

**Tabel 4.** Hasil Durasi dan Biaya Pekerjaan setelah Crashing

Kode	Durasi Pekerjaan (Minggu)		Biaya Pekerjaan (Rp)		Biaya Crash/per minggu
	Nor	Cra	Normal	Crash	
C3	2	1	50,726,200.84	56,000,000.00	56,000,000.00
C4	5	4	108,040,364.30	112,000,000.00	28,000,000.00
C6	9	8	9,874,932,000.00	9,968,000,000.00	1,246,000,000.00
C7	5	4	224,491,956.00	229,600,000.00	57,400,000.00
D	16	15	2,005,585,141.93	2,016,000,000.00	134,400,000.00
D4	3	1	420,543,880.63	427,000,000.00	427,000,000.00

Sumber: PT. Amber Hasya (2021)

Berikut adalah total biaya pekerjaan sebelum pelaksanaan *crashing* dan sesudah pelaksanaan *crashing*:

**Tabel 5.** Total Biaya Pekerjaan Sebelum Pelaksanaan Crashing

Kode Pekerjaan	Biaya Sebelum Crashing(Rp)	Biaya Sesudah Crashing (Rp)
C3	50,726,200.84	56,000,000.00
C4	108,040,364.30	112,000,000.00
C6	9,874,932,000.00	9,968,000,000.00
C7	224,491,956.00	229,600,000.00
D	2,005,585,141.93	2,016,000,000.00
D4	420,543,880.63	427,000,000.00
Biaya Pekerjaan yang tidak di <i>crash</i>	10,743,280,411.66	10,743,280,411.66
TOTAL	23,427,599,955.36	23,551,880,411.7

Sumber: Data yang Diolah (2021)

Berikut adalah perhitungan proyek pembangunan dari total keseluruhan perhitungan setelah menggunakan metode *crashing*, perhitungan juga termasuk *forward pass*, *backward pass* beserta *slack*:

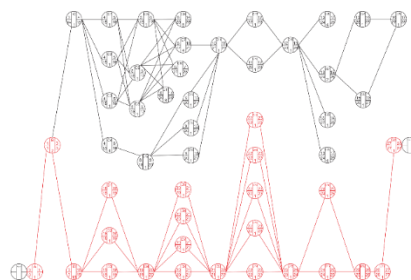
**Tabel 6.** Perhitungan *Critical Time* dan *Slack* pada Proyek setelah dilakukan *Crashing*

Kode Aktivitas	Predecessor	ES	EF	LS	LF	Slack
A	-	0	1	0	1	0
B	A	1	3	1	3	0
C	B	3	4	14	15	11
D	B	3	18	3	18	0
C1	C	4	5	15	16	11
C2	C	4	5	15	16	11
C3	C	4	5	15	16	11
C4	C	4	8	15	19	11
C5	C1, C2, C3	5	6	16	17	11
C6	C5, C8, C9	6	14	20	28	14
C7	C5, C8, C9	6	10	17	21	11
C8	C1, C2, C3	5	6	16	17	11
C9	C1, C2, C3	5	6	16	17	11
C10	C5, C8, C9	6	7	27	28	21
C11	C5, C8, C9	6	14	20	28	14
C12	C4	8	9	19	20	11
C13	C12	9	10	20	21	11
C14	C12	9	10	20	21	11
C15	C12	9	10	20	21	11
C16	C7, C13, C14, C15	10	11	21	22	11
C17	C16	11	12	22	23	11
C18	C16	11	12	22	23	11
C19	C17, C18	12	13	23	24	11
C20	C19	13	17	24	28	11
C21	C19	13	15	24	26	11
C22	C19	13	14	27	28	14
C23	C19	13	17	24	28	11
C24	C21	15	16	26	27	11
C25	C21	15	16	26	27	11

C26	C24, C25	16	17	27	28	11
D1	D	18	19	18	19	0
D2	D	18	19	18	19	0
D3	D	18	19	18	19	0
D4	D1, D2, D3	19	20	19	20	0
D5	D4	20	21	20	21	0
D6	D4	20	21	20	21	0
D7	D4	20	21	20	21	0
D8	D4	20	21	20	21	0
D9	D5, D6, D7, D8	21	22	21	22	0
D10	D9	22	23	22	23	0
D11	D9	22	23	22	23	0
D12	D9	22	23	22	23	0
D13	D9	22	23	22	23	0
D14	D9	22	23	22	23	0
D15	D10, D11, D12, D13, D14	23	24	23	24	0
D16	D15	24	25	24	25	0
D17	D15	24	25	24	25	0
D18	D16, D17	25	26	25	26	0
D19	D18	26	27	26	27	0
D20	D19	27	28	27	28	0

Sumber: Data yang Diolah (2021)

Dan berikut merupakan jaringan kerja/*network planning* setelah mengetahui seluruh *slack time* dan juga *critical time* (jalur kritis) dari proyek yang sudah menggunakan metode *crashing*:



Sumber: Data yang Diolah (2021)

**Gambar 3.** *Network Planning* setelah menggunakan *Crashing*

Dari gambar jaringan kerja atau *network planning* diatas, maka dapat diketahui bahwa aktivitas dengan jalur kritis adalah aktivitas dengan kode pekerjaan, A-B-D-D1-D2-D3-D4-D5-D6-D7-D8-D9-D10-D11-D12-D13-D14-D15-D16-D17-D18-D19-D20, jalur kritis tetap sama dengan hasil *network planning* sebelum menggunakan metode *crashing*. Total waktu atau durasi pekerjaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung ini berubah menjadi 196 hari.

**Tabel 7.** Hasil Analisis Waktu Pekerjaan Proyek

Metode	Waktu Pekerjaan Proyek
Normal	31 Minggu
CPM ( <i>Critical Path Method</i> )	31 Minggu
<i>Crashing</i>	28 Minggu

Sumber: Data yang diolah (2021)

Berdasarkan hasil analisis berikut, waktu pekerjaan dengan metode normal dan waktu pekerjaan dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) berada di hasil yang sama

yaitu 31 minggu, sedangkan dengan menggunakan metode *Cost Time Trade-Off* atau metode *Crashing* maka diperoleh hasil yaitu 28 minggu.

Berikut adalah perhitungan presentase efisiensi waktu pekerjaan proyek.

$$\frac{\text{waktu normal proyek} - \text{waktu proyek hasil crash}}{\text{waktu normal proyek}} \times 100$$

Maka berdasarkan rumus diatas, di dapat hasil persentase sebagai berikut:

$$\frac{31 \text{ minggu} - 28 \text{ minggu}}{31 \text{ minggu}} \times 100\% = 0,09 = 9\%$$

Berikut adalah data dari hasil perhitungan biaya pekerjaan yang telah dirumuskan:

**Tabel 8.** Hasil Analisis Biaya Pekerjaan Proyek

Metode	Biaya Pekerjaan Proyek
Normal	Rp. 23,427,599,955.36,-
CPM ( <i>Critical Path Method</i> )	Rp. 23,427,599,955.36,-
<i>Crashing</i>	Rp. 23,551,880,411.7,-

Sumber: Data yang diolah (2021)

Berdasarkan tabel analisis diatas, biaya pekerjaan hasil dari perhitungan perusahaan dan biaya pekerjaan hasil hitungan dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) berada di total yang sama yaitu Rp. 23,427,599,955.36,-, adapun perbedaan tampak pada biaya pekerjaan dengan menggunakan metode *Cost Time Trade-Off* atau metode *Crashing* dengan hasil Rp. 23,551,880,411.7,-

Berikut adalah perhitungan presentase kenaikan biaya pekerjaan proyek.

$$\frac{\text{total biaya hasil crash} - \text{total biaya normal proyek}}{\text{total biaya normal proyek}} \times 100\%$$

Maka berdasarkan rumus diatas, di dapat hasil persentase sebagai berikut:

$$\frac{23,551,880,411.7 - 23,427,599,955.36}{23,427,599,955.36} \times 100\% = 0,005 = 0,5\%$$

Hasil menunjukkan bahwa persentase kenaikan biaya proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta Kota Bandung dengan menggunakan metode *crashing* adalah sebesar 0,5%.

#### D. Kesimpulan

1. Penjadwalan proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung oleh PT. Amber Hasya berlangsung selama 31 minggu dengan biaya yang dikeluarkan yaitu, sebesar Rp. 23,427,599,955.36,-.
2. Setelah penerapan metode CPM (*Critical Path Method*), lamanya durasi pekerjaan dan besarnya biaya proyek tetap sama dan tidak berubah. Ini menandakan bahwa perencanaan dan pengendalian penjadwalan proyek pekerjaan pembangunan *Fly Over* Jalan Jakarta di Kota Bandung oleh PT. Amber Hasya sudah terencana dan terkendali dengan baik. Adapun hasil durasi pekerjaan pada penerapan metode *crashing* yaitu menjadi 28 minggu dengan biaya pekerjaan yang dikeluarkan yaitu sebesar Rp. 23,551,880,411.7,-. Presentase efisiensi waktu proyek sebesar 9% dan kenaikan biaya pekerjaan sebesar 0,5%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Amelia, Meli, Aspiranti, Tasya. (2021). *Analisis Pemeliharaan Mesin Conveyor Menggunakan Metode Preventive dan Breakdown Maintenance untuk Meminimumkan Biaya Pemeliharaan Mesin pada PT X*. Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis 1(1). 1-9.
- [2] Jacobs, R. (2018). *Operations and Supply Chain Management*. New York: McGraw-Hill Education.
- [3] Heizer, J. dan Render, B. (2015). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson Education.

- [4] Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [5] Herjanto, E. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Penerbit Grasindo.