

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

Jurnal Penelitian

Application of the Least Cost Analysis Method to Determine the Optimal Cost and Duration for Delayed Projects

Penerapan Metode Least Cost Analysis Guna Mendapatkan Biaya dan Durasi Optimum Pada Proyek yang Terlambat

I Nyoman Indra Kumara¹, I Gede Fery Surya Tapa², Decky Cipta Indrashwara³, Dewa Ayu Trisna Adhiswari Wedagama⁴, Melati Budi Srikandi⁵

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional

⁵Program Studi Ilmu Komunikasi, Fakultas Ilmu Sosial dan Humaniora, Universitas Pendidikan Nasional

Email korespondensi: indrakumara@undiknas.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci :</p> <p>Least Cost Analysis, Optimasi, Tenaga Kerja</p>	<p>Proyek pembangunan Gedung Serbaguna Polresta Kota Denpasar mengalami keterlambatan akibat berlangsungnya libur hari raya Idul Fitri, yang menyebabkan kemunduran progres sebesar 9,35% atau setara dengan 19 hari. Pada minggu ke-20, progres yang direncanakan adalah 66,52%, namun pada pelaksanaannya hanya mencapai 57,17%. Durasi pekerjaan tersisa selama 76 hari pada saat dilakukannya penerapan metode <i>least cost analysis</i> ini. Sehingga, metode ini bertujuan untuk mencari biaya dan waktu optimum untuk penyelesaian pekerjaan sisa dengan melakukan penambahan tenaga kerja. Hal ini dilakukan agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan kontraktor terhindar dari denda. Denda yang wajib dibayarkan kontraktor adalah sebesar 1/1000 (1 ‰) dari nilai kontrak. Analisis ini menggunakan data primer seperti hasil wawancara dan observasi proyek, serta data sekunder yang mencakup analisa harga satuan kontraktor, rencana anggaran biaya (RAB), dan kurva S. Data dianalisis mulai dari pekerjaan sisa proyek, <i>crashing duration</i>, hingga mencari <i>cost slope</i> pada setiap pekerjaan, hingga menggunakan metode <i>least cost analysis</i> untuk menemukan biaya dan waktu yang optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya optimasi proyek setelah percepatan adalah Rp 3.077.713.130,90 dengan durasi proyek yang dipercepat dari 76 hari menjadi 57 hari, yaitu dipercepat selama 19 hari. Percepatan durasi proyek ini menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 18.428.493,93. Penerapan metode ini, diharapkan proyek dapat selesai lebih cepat tanpa mengurangi kualitas, serta kontraktor dapat menghindari denda keterlambatan. Pendekatan ini membantu efisiensi waktu dan pengelolaan anggaran, memastikan semua sumber daya digunakan secara optimal dan proyek selesai sesuai target.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p><i>least cost analysis, optimization, manpower</i></p>	<p><i>The construction project of the Polresta Denpasar Multi-Purpose Building experienced delays due to the Eid al-Fitr holiday, resulting in a 9.35% setback, equivalent to 19 days. In the 20th week, the planned progress was 66.52%, but actual progress was only 57.17%. With 76 days remaining for the project's completion, the least cost analysis method was applied to find the optimal cost and time for completing the remaining work by increasing the workforce. This approach aims to</i></p>

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

ensure the project is completed on time and the contractor avoids penalties. The penalty is 1/1000 (1 ‰) of the contract value. The analysis used primary data such as interviews and project observations, and secondary data including contractor unit price analysis, budget plans (RAB), and S-curves. The data was analyzed from the remaining project work, crashing duration, to finding the cost slope for each task, and then using the least cost analysis method to determine the optimal cost and time. The analysis results showed that the optimized project cost after acceleration was Rp 3,077,713,130.90, with the project duration reduced from 76 days to 57 days, accelerated by 19 days. This acceleration saved costs by Rp 18,428,493.93. By applying this method, the project is expected to be completed faster without compromising quality, and the contractor can avoid delay penalties. This approach helps in time efficiency and budget management, ensuring all resources are used optimally and the project is completed on target.

1. Pendahuluan

Proyek pemerintah selalu dituntut untuk selesai tepat waktu [1]. Faktor yang dapat membuat proyek tidak selesai tepat waktu, yaitu cuaca, ketersediaan material konstruksi, akses jalan ke proyek, dan terlambatnya pemberian dana ke kontraktor [2]. Jika pekerjaan proyek terlambat, maka kontraktor harus segera membuat strategi guna mempercepat durasi proyek sehingga dapat terhindar dari denda [3]. Perencanaan guna mempercepat durasi proyek akan sangat penting agar alternatif pelaksanaan yang diambil tepat [4]. Adapun alternatif-alternatif yang dimaksud meliputi lembur serta penambahan tenaga kerja [5]. Apabila perencanaan tidak sesuai dengan yang terlaksana di lapangan, maka akan timbul permasalahan seperti keterlambatan pelaksanaan proyek yang bisa mengakibatkan peningkatan biaya pelaksanaan proyek [6].

Studi kasus pada analisis ini adalah Proyek Gedung Serbaguna Polresta Kota Denpasar. Proyek ini berlangsung terlambat karena banyak pekerja yang terlambat datang ke proyek setelah libur hari raya Idul Fitri. Hal ini berdampak pada penyelesaian proyek yang terlambat sebesar 9,35% atau 19 hari, dengan progres yang direncanakan pada minggu ke-20 adalah 66,52%, namun realisasi di lapangan baru mencapai 57,17%. Di sisi lain, durasi sisa yang dimiliki kontraktor selama 76 hari dari 210 hari kerja yang direncanakan. Apabila penyelesaiain proyek melewati waktu yang disepakati, maka kontraktor akan terkena sanksi. Wilayah proyek yang berada di daerah pemukiman masyarakat menjadi alasan tidak dapat melaksanakan jam lembur sebagai alternatif melakukan percepatan durasi penyelesaian proyek.

Analisis ini mengoptimasi biaya dan durasi dalam menyelesaikan sisa pekerjaan di proyek dengan metode *least cost analysis*. Hasil analisis ini dapat mempercepat durasi sisa pekerjaan proyek guna memperoleh total biaya percepatan yang optimum. Diharapkan dengan penerapan metode ini dapat menjadi solusi ketika terjadi keterlambatan pekerjaan proyek pemerintah yang selalu dituntut selesai tepat waktu.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Least Cost Analysis*.

Berdasarkan permasalahan pelaksanaan proyek yang terlambat karena banyak pekerja yang terlambat datang ke proyek setelah libur hari raya Idul Fitri sehingga mengakibatkan waktu penyelesaian proyek semakin sedikit, maka pada analisis ini dilakukan agar dapat mengoptimalkan biaya dan durasi dalam menyelesaikan pekerjaan sisa dengan metode *least cost analysis*.

Metode ini dapat mengidentifikasi keadaan optimum biaya dan durasi proyek dengan melaksanakan kompresi pada setiap lintasan kritis, perhitungan jaringan kerja, hingga mendapatkan *cost slope* terendah dari masing-masing lintasan kritis [7]. Pengkompresian terus dilakukan sampai akhirnya didapatkan total pengurangan hari dan biaya yang optimum.

2.2 Penyusunan Jaringan Kerja

Penyusunan jaringan kerja berdasarkan kurva S dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project* bertujuan untuk menentukan lintasan kritis proyek, tenggang waktu atau *float*, dan mengetahui waktu kapan proyek dapat diselesaikan [8]. Setelah diketahui pekerjaan yang ada pada lintasan kritis proyek, maka dapat dilakukannya metode *least cost analysis*.

2.3 Perhitungan *Crash Duration*

Setelah jaringan kerja tersusun dan mengetahui lintasan kritis serta tenggang waktu proyek, selanjutnya diadakan perhitungan percepatan proyek (*crashing project*). Perhitungan ini mencari percepatan waktu, biaya akibat crash duration (*crash cost*), dan *cost slope* kegiatan pada lintasan kritis. *Crash duration* yang dilakukan pada percepatan ini adalah dengan metode penambahan tenaga kerja sampai waktu kembali pada jadwal rencana. Perhitungan *crashing* dapat dilihat pada persamaan berikut [9]:

$$a. \text{ Produktivitas grup pekerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} \quad (1)$$

$$b. \text{ Total kebutuhan tenaga kerja} = \text{koefisien analisa} \times \text{produktifitas grup pekerja} \quad (2)$$

$$c. \text{ Konversi kebutuhan tenaga kerja ke satuan pekerja} = \frac{\text{Koefisien tenaga kerja}}{\text{Koefisien pekerja}} \quad (3)$$

$$d. \text{ Penambahan kebutuhan tenaga kerja} = \frac{\text{koefisien pekerja}}{\text{koefisien tenaga kerja}} \times \text{jumlah pek. set. penambahan} \quad (4)$$

$$e. \text{ Produktivitas (prod.) per hari/pekerja} = \frac{\text{produktivitas grup pekerja}}{\text{jumlah pekerja setelah penambahan}} \quad (5)$$

$$f. \text{ Prod. per hari setelah adanya penambahan} = \text{prod. per hari/pekerja} \times \text{jumlah pekerja setiap penambahan} \quad (6)$$

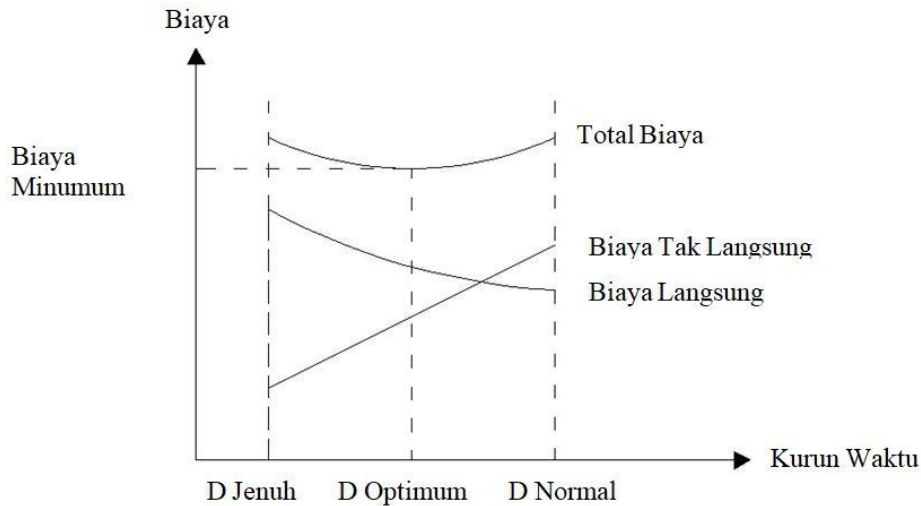
$$g. \text{ Jumlah penambahan pekerja} = \text{koefisien analisa} \times \text{prod. grup pekerja setiap penambahan} \quad (7)$$

$$h. \text{ Crash Duration} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{prod. grup pekerja setelah penambahan}} \quad (8)$$

$$i. \text{ Crash cost} = \text{biaya normal pek. per hari} + \text{biaya penambahan tenaga kerja per hari} \quad (9)$$

2.4 Perhitungan *Cost Slope*

Terdapat 2 tipe biaya pada proyek konstruksi diantaranya adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung. Semakin cepat proyek mengakibatkan jumlah biaya langsung meningkat. Di sisi lain, biaya tak langsung akan menurun. Grafik hubungan biaya proyek bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan biaya pada proyek konstruksi

Sumber: Laksana et. al, 2014. [10]

Cost slope adalah pertambahan biaya langsung yang digunakan agar bisa melakukan suatu percepatan pada setiap aktivitas per satuan waktu. *Cost slope* bisa dicari dengan persamaan sebagai berikut [11]:

$$Cost\ Slope = \frac{(Cc - Cn)}{(Tn - Tc)} \tag{10}$$

Cc = Biaya yang dipercepat

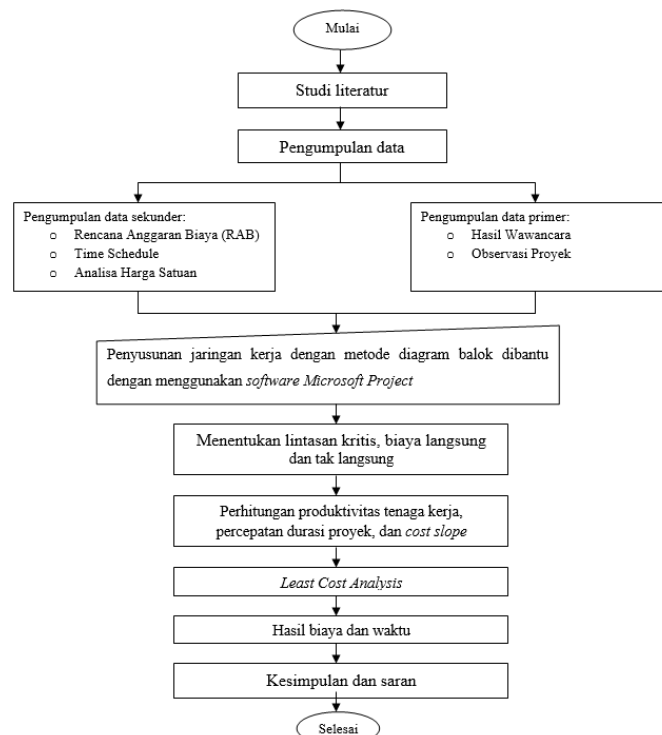
Tn = Waktu normal

Cn = Biaya normal

Tc = Waktu yang dipercepat

3. Metode Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan studi literatur yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka metode yang digunakan pada analisis ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode *Least Cost Analysis*.

Pada tahap pengumpulan data, analisis ini menggunakan data primer dan data sekunder [12]

1. Data Primer yang diperlukan meliputi:
 - a. Hasil wawancara dengan kontraktor, data ini berguna untuk mengetahui penyebab permasalahan dapat terjadi.
 - b. Hasil observasi lapangan, data ini berguna untuk mengetahui kesesuaian data sekunder dengan realisasinya di proyek.
2. Data Sekunder yang diperlukan meliputi:
 - a. Rencana Anggaran Biaya (RAB), data ini berguna untuk mengetahui item-item pekerjaan, biaya setiap pekerjaan, harga satuan setiap pekerjaan, dan volume pekerjaan.
 - b. Kurva S, data ini berguna untuk mengetahui runtutan dalam melakukan pekerjaan, mengetahui setiap durasi dan bobot dari setiap aktivitas pekerjaan proyek, dan waktu mulai hingga selesai dari item-item aktivitas proyek.
 - c. Analisa Harga Satuan Kontraktor, data ini berguna untuk mengetahui koefisien tenaga kerja dan harga satuan pekerja guna mencari produktifitas pekerja harian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Biaya Langsung

Biaya ini diperoleh dari biaya setiap item pekerjaan yang sudah dipisahkan pajak dan profit. Rincian biaya langsung proyek sebelum pengurangan pajak dan profit dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Biaya Langsung

No	Pekerjaan	Jumlah (Rp)
A.1	Pek. Lt. 1	1.022.388.269,92
A.2	Pek. Lt. 2	514.296.324,47
A.3	Pek. Lt. 3	1.026.588.755,40
B.1	Pek. Arsitektur Lt. 1	548.166.746,71
B.2	Pek. Arsitektur Lt.2	683.682.397,03
B.3	Pek. Arsitektur Lt. 3	1.207.434.101,90
C	Pek. MEP	1.148.691.897,70
D.1	Pek. Interior Lt. 2	120.816.451,27
D.2	Pek. Interior Lt. 3	327.993.717,60
E.1	Pek. Penataan halaman	14.802.900,00
E.2	Pek. Planter box	12.411.812,80
Real cost =		6.627.273.374,80
PPN 11% =		729.000.071,20
Total cost =		7.356.273.446,00
Dibulatkan =		7.356.000.000,00

Sumber: Hasil Wawancara, 2024

4.2 Biaya Tak Langsung

Biaya yang tidak secara langsung berhubungan pada proyek, contohnya seperti biaya overhead dan biaya tak terduga. Rincian biaya tak langsung proyek dapat dilihat dalam Tabel II.

Tabel II. Biaya Tak Langsung

No	Uraian Biaya	Jumlah	Gaji perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
I	Biaya Overhead			
	1. Gaji staff proyek			
	<i>Staff Engineer</i>	1	110.000,00	110.000,00
	Logistik	1	90.000,00	90.000,00

No	Uraian Biaya	Jumlah	Gaji perhari (Rp)	Jumlah (Rp)
	Pelaksana	1	100.000,00	100.000,00
	Administrasi	1	80.000,00	80.000,00
	Total perhari			380.000,00
	2.Fasilitas perhari			130.000,00
II	1. Biaya tak terduga 5% dari total biaya proyek			331.363.668,74
	2. Biaya tak terduga per hari			1.577.922,23
	3. Biaya Overhead + Fasilitas + Biaya tak terduga per hari			2.087.922,23
III	Total Biaya Tak Langsung (210 x 2.087.922,23)			438.463.668,74

Sumber: Hasil Wawancara, 2024

4.3 Penyusunan Jaringan Kerja

Tahap ini dikerjakan dengan menyusun setiap item pekerjaan sisa yang sebelumnya sudah identifikasi dan dikerjakan pada software *Microsoft Project* hingga mendapatkan lintasan kritis. Lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel III.

Tabel III. Lintasan Kritis

No. Kegiatan	Pekerjaan
15	Pek. Plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm
16	Pek. Pas. Rangka plafond kayu usuk 5/7 cm
18	Pek. Pas. Plafond gypsum rangka hollow
58	Pek. Acian
65	Pek. Pas. Plafond gypsum rangka hollow
67	Pek. Pas. Rangka plafond kayu usuk 5/7 cm
109	Pek. Plesteran 1pc : 2ps dinding toilet
111	Pek. Pasangan keramik lantai 60 x 60 cm
125	Pek. Daun jendela + kaca bening 5 mm
143	Pek. Pengecatan tembok interior
144	Pek. Kusen pintu dan jendela kamper
145	Pek. Pengecatan plafond gypsum
146	Pek. Pengecatan plafond lambrizing
147	Pek. Pas. Genteng karang pilang.
148	Pek. Polituran railing selasar
149	Pek. Pas. Pipa PVC 4 " talang beton
150	Pek. Instalasi titik lampu penerangan
152	Pek. Polituran tatab 3/12
153	Pek. Coating anti lumut paras
154	Pek. Cat sink chromate

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4 Produktivitas dan Kebutuhan Tenaga Perhitungan Kerja

Perhitungan produktivitas kerja didapatkan dengan membagi volume pekerjaan dengan lamanya waktu yang diperlukan pada item pekerjaan terkait. Contoh uraian perhitungan pada pekerjaan plafond lamesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- Normal Durasi = 14 hari
- Volume kegiatan = 80,70 m²
- Produktivitas grup pekerja = (80,70 m²)/(14 hari) = 5,76 m²/hari

- d. Jumlah tenaga kerja = Koef. tenaga kerja x produktifitas grup pekerja
- Pekerja = $0,80 \times 5,76 = 4,608 = 5 \text{ or/hari}$
 - Tukang kayu = $0,80 \times 5,76 = 4,608 = 5 \text{ or/hari}$
 - Kepala tukang = $0,08 \times 5,76 = 0,461 = 1 \text{ or/hari}$
 - Mandor = $0,04 \times 5,76 = 0,230 = 1 \text{ or/hari}$
- e. Jumlah tenaga kerja total = 12 or/hari

Jadi, untuk pekerjaan plafond lambesiring kayu kamper 2/10 cm memiliki produktivitas grup pekerja sebesar 5,76 m² dan jumlah tenaga kerja total sebanyak 12 orang. Seluruh pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung juga dengan cara yang sama.

4.5 Perhitungan Penambahan Tenaga Kerja

Cara perhitungan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan plafond lambesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- a. Produktivitas grup pekerja = 5,76 m²/hari
- b. Konversi tenaga kerja ke pekerja
 - Pekerja = $0,80/0,80 \times 5 = 5 \text{ or/hari}$
 - Tukang batu = $0,80/0,80 \times 5 = 5 \text{ or/hari}$
 - Kepala tukang = $0,08/0,80 \times 5 = 1 \text{ or/hari}$
 - Mandor = $0,04/0,80 \times 5 = 1 \text{ or/hari}$
 - Total pekerja yang dibutuhkan = 12 or/hari

- c. Penambahan pekerja

Jumlah pekerja yang akan ditambahkan dilakukan dengan cara coba-coba sampai mendapatkan *crash duration* optimum tetapi dengan *crash cost* pekerja minimum. Cara perhitungan penambahan tenaga kerja pek. plafond lambesiring kayu kamper 2/10 cm sebagai berikut:

- Pekerja = $0,80 \times 8,07 = 6,45 = 7-5 = 2 \text{ or/hari}$
- Tukang kayu = $0,80 \times 8,07 = 6,45 = 7-5 = 2 \text{ or/hari}$
- Kepala tukang = $0,08 \times 8,07 = 0,65 = 1-1 = 0 \text{ or/hari}$
- Mandor = $0,04 \times 8,07 = 0,32 = 1-1 = 0 \text{ or/hari}$

Jadi, untuk penambahan tenaga kerja pada pekerjaan plafond lambesiring kayu kamper 2/10 cm sebanyak 2 or/hari pekerja dan 2 or/hari tukang kayu. Seluruh pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung juga dengan cara yang sama untuk mendapatkan jumlah penambahan tenaga kerja.

4.6 Perhitungan *Crash Duration*, *Crash Cost*, *Crash Cost Total*, dan *Cost Slope*

Cara perhitungan *crash duration*, *crash cost*, *crash cost total*, dan *cost slope* pada pekerjaan plafond lambesiring kayu kamper 2/10 cm adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan *Crash Duration*:

- Volume kegiatan = 80,70 m²
- Prod. setelah penambahan tenaga kerja = 8,07 m²/hr
- *Crash duration* = $80,70 \text{ m}^2/8,07 = 10 \text{ hari}$

- b. Perhitungan *Crash Cost*:

- Harga satuan upah pekerja

Upah pekerjaan plafond lambesiring kayu kamper 2/10 cm per hari yang digunakan adalah 80% dari koefisien karena 80% dari upah pekerja sebagai biaya langsung dan 20% sisanya adalah biaya tak langsung.

$$(0,80 \times 80\%) \times \text{Rp } 68.000,00 = \text{Rp } 43.520,00$$

$$\begin{aligned}
 &(0,80 \times 80\%) \times \text{Rp } 85.000,00 = \text{Rp } 54.400,00 \\
 &(0,08 \times 80\%) \times \text{Rp } 80.000,00 = \text{Rp } 5.120,00 \\
 &(0,04 \times 80\%) \times \text{Rp } 80.000,00 = \text{Rp } 2.560,00 \\
 &\text{Harga satuan pekerjaan} = \text{Rp } 105.600,00/\text{m}^2 \\
 &\text{- Produktivitas grup pekerja} = 5,76 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 &\text{- Normal ongkos pekerja perhari} \\
 &= 5,76 \text{ m}^2/\text{hari} \times \text{Rp } 105.600,00 \\
 &= \text{Rp } 608.256,00 \text{ m}^2/\text{hari} \\
 &\text{- Biaya penambahan tenaga kerja per hari} \\
 &= (\text{Rp } 68.000,00 \times 2) + (\text{Rp } 85.000,00 \times 2) + (4 \times 200.000,00) \\
 &= \text{Rp } 136.000,00 + \text{Rp } 170.000,00 + 800.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.106.000,00 \\
 &\text{- Crash cost pekerja per hari} \\
 &= \text{Rp } 608.256,00 + \text{Rp } 1.106.000,00 \\
 &= \text{Rp } 1.714.256,00
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan *Crash Cost Total*:

$$\begin{aligned}
 \text{- Crash duration} &= 10 \text{ hari} \\
 \text{- Crash cost pekerja} &= \text{Rp } 1.714.256,00 / \text{hari} \\
 \text{- Crash cost total} &= \text{crash cost pekerja} \times \text{crash duration} \\
 &= \text{Rp } 1.714.256,00 \times 10 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 17.142.560,00
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan *Cost Slope*:

$$\begin{aligned}
 \text{- Normal duration} &= 14 \text{ hari} \\
 \text{- Normal cost} &= 14 \text{ hari} \times \text{Rp } 760.885,71 = \text{Rp } 10.652.400,00 \\
 \text{- Crash duration} &= 10 \text{ hari} \\
 \text{- Crash cost} &= 10 \text{ hari} \times \text{Rp } 18.66.885,71 = \text{Rp } 17.142.560,00 \\
 \text{Jadi, Cost Slope} &= \frac{(\text{Rp } 17.142.560,00 - \text{Rp } 10.652.400,00)}{(14 - 10)} = \text{Rp } 2.004.114,29
 \end{aligned}$$

Nilai *cost slope* dari semua pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung untuk bisa diurutkan dan mencari nilai *slope* terendah.

4.7 Perhitungan *Least Cost Analysis*

Nilai *cost slope* yang sudah diurutkan dari yang terendah kemudian dilakukan penekanan atau kompresi dengan penambahan tenaga kerja pada semua kegiatan di lintasan kritis sampai mencapai tahap kompresi optimum. Adapun perhitungan dalam tahap kompresi adalah sebagai berikut:

1. Tahap Normal

$$\begin{aligned}
 \text{a. Sisa durasi normal} &= 76 \text{ hari} \\
 \text{b. Biaya langsung sisa durasi} \\
 &= [\text{real cost} \times (100\% - \% \text{realisasi})] - (\text{biaya tak langsung per hari} \times \text{sisa hari}) \\
 &= [(6.627.273.374,80 \times (100\% - 42,825\%)) - (2.087.922,23 \times 76)] \\
 &= \text{Rp } 2.679.447.733,28 \\
 \text{c. Biaya Tak Langsung} \\
 &\text{Biaya overhead} + \text{biaya tak terduga} + \text{fasilitas per hari} \\
 &= \text{Rp } 380.000,00 + \text{Rp } 1.577.922,23 + \text{Rp } 130.000,00 \\
 &= \text{Rp } 2.087.922,23
 \end{aligned}$$

- d. Total Biaya Tak Langsung
 Total Biaya overhead + biaya tak terduga + fasilitas per hari
 $= 76 \times \text{Rp } 2.087.922,23$
 $= \text{Rp } 158.682.089,48$
- e. Total biaya langsung + total biaya tak langsung
 $= \text{Rp } 2.679.447.733,28 + \text{Rp } 158.682.089,48$
 $= \text{Rp } 2.838.129.822,76$
- f. PPN 11%
 $= 11\% \times 2.838.129.822,76$
 $= \text{Rp } 258.011.802,07$
- g. *Total Cost*
 Total biaya langsung + total biaya tak langsung + PPN 11%
 $= \text{Rp } 2.679.447.733,28 + \text{Rp } 158.682.089,48 + 258.011.802,07$
 $= \text{Rp } 3.096.141.624,83$
2. Tahap kompresi 1
- a. Nama pekerjaan = Pekerjaan polituran railing selasar
- b. *Cost slope* = Rp 1.235,64
- c. Durasi Normal = 28 hari
- d. Crash Durasi = 14 hari
- e. Total durasi proyek = $(76 - 14) = 62$ hari
- f. Tambahan biaya = $14 \text{ hari} \times \text{Rp } 1.235,64 = \text{Rp } 17.298,94$
- g. Biaya langsung normal = Rp 2.679.447.733,28
- h. Kom. Biaya tambahan = Rp 17.298,94
- i. Biaya Langsung = Rp 2.679.465.032,22
- j. Biaya Tak Langsung = $62 \text{ hari} \times \text{Rp } 2.087.922,23 = \text{Rp } 129.451.178,26$
- k. PPN 11% dari
 $= \text{Biaya langsung} + \text{biaya tak langsung}$
 $= (\text{Rp } 2.679.465.032,22 + \text{Rp } 129.451.178,26) \times 11\%$
 $= \text{Rp } 255.356.019,13$
- l. Total Cost = Rp 3.064.272.229,61

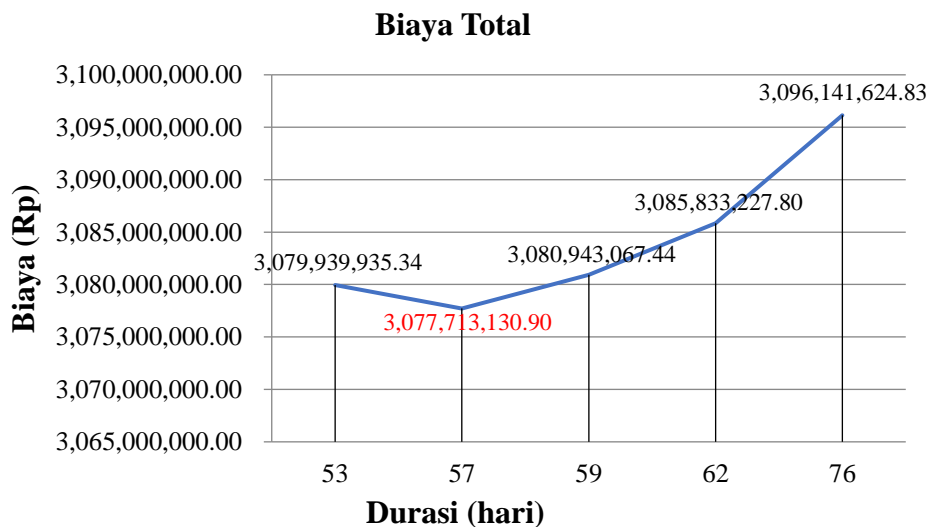
Perhitungan yang sama dilakukan sampai tahap optimum, seperti yang dapat dilihat pada Tabel IV.

Tabel IV. Perhitungan Kompresi Jalur Kritis

Tahap	No. Keg.	Crash Duration (hari)	Total Durasi (hari)	Cost Slope (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tak Langsung (Rp)	PPN 10% (Rp)	Total Cost (Rp)
		a	b	c	d	e	$f=(d+e)\times 11\%$	$g=\sum(d,f)$
Norma			76		2,679,447,733.28	158,682,089.48	258,011,802.07	3,096,141,624.83
1	148	14	62	1.235,64	2,679,465,032.22	129,451,178.26	255,356,019.13	3,064,272,229.61
	149	14	62	1.363,23	2,679,484,117.45	129,451,178.26	255,357,754.16	3,064,293,049.86
	151	14	62	4.180,81	2,679,542,648.76	129,451,178.26	255,363,075.18	3,064,356,902.21
	152	14	62	4.180,81	2,679,601,180.08	129,451,178.26	255,368,396.21	3,064,420,754.55
	147	14	62	4.351,00	2,679,662,094.09	129,451,178.26	255,373,933.85	3,064,487,206.20
	150	14	62	4.879,94	2,679,730,413.29	129,451,178.26	255,380,144.69	3,064,561,736.23
1	145	14	62	89.663,19	2,680,985,697.88	129,451,178.26	255,494,261.47	3,065,931,137.61
	153	14	62	108.541,80	2,682,505,283.09	129,451,178.26	255,632,405.58	3,067,588,866.92
	146	14	62	199.462,38	2,685,297,756.45	129,451,178.26	255,886,266.79	3,070,635,201.50
	154	14	62	313.311,28	2,689,684,114.37	129,451,178.26	256,285,026.60	3,075,420,319.23
	144	14	62	339.948,89	2,694,443,398.85	129,451,178.26	256,717,688.83	3,080,612,265.93
	143	14	62	341.848,69	2,699,229,280.56	129,451,178.26	257,152,768.98	3,085,833,227.80
2	111	18	59	419.713,04	2,700,488,419.69	123,187,411.57	257,267,236.18	3,080,943,067.44
3	125	1	57	433.541,13	2,701,355,501.96	119,011,567.11	257,346,061.84	3,077,713,130.90
4	109	2	56	624.776,13	2,703,645,878.28	118,739,779.19	257,554,277.87	3,079,939,935.34

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel IV, kegiatan kompresi item pekerjaan pada lintasan kritis yang dimulai dengan nilai *cost slope* terendah berhenti dilakukan hingga pada tahap ke-3. Hal ini karena pada tahap ke-3 sudah mencapai biaya dan waktu optimum proyek yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Biaya Total dengan Durasi Proyek Akibat Penambahan Tenaga Kerja

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis percepatan penyelesaian proyek menggunakan metode *least cost analysis* yang menerapkan penambahan tenaga kerja pada Proyek Gedung Serbaguna Polresta Kota Denpasar, maka dapat disimpulkan bahwa kontraktor dapat mengatasi keterlambatan dengan cara melakukan penambahan tenaga hingga hari ke-57 pada saat mencapai biaya optimum sebesar Rp 3.103.063.775,97. Biaya tersebut dapat mengurangi biaya yang diperlukan sebesar Rp 11.988.885,70, serta dapat menghindarkan kontraktor dari sanksi denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

Ucapan Terimakasih

Tim pelaksanaan penelitian penerapan metode *least cost analysis* guna mendapatkan biaya dan durasi optimum pada proyek pembangunan Gedung Serbaguna Polresta Kota Denpasar mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Nasional atas dukungannya yang diberikan dalam penelitian. Kemudian ucapan terima kasih juga diberikan kepada PT. Amerta Sakti Jaya, serta seluruh pegawainya yang sudah dengan ramah dan baik hati memberikan informasi, mendukung, dan menerima diselenggarakannya kegiatan penelitian ini sampai diselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- [1] D. Asmaroni, and F. Zabadi, "Productivity Analysis of Construction Workers During The Tobacco Growing Season in Sampang Regency," *Journal of Civil Engineering and Planning* (JCEP), vol. 4, no. 1, pp. 82–93, 2023.
- [2] G. J. Johari and A. Gunawan, "Analisa Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Infrastruktur di Kabupaten Garut," *Jurnal Konstruksi*, vol. 19, no. 1, hal. 80–89, 2021.
- [3] A. A. D. P. Dewi, A. A. G. A. Yana, and K. Y. Dwinanjaya, "Optimalisasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus: Pembangunan Pasar Amlapura Barat)," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 24, no. 2, hal. 168–174, 2020.
- [4] M. W. Jayantari, I. M. A. Predana, and Y. R. Wade, "Analisis Biaya Serta Percepatan Durasi Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Sistem Waktu Gilir Kerja dan Lembur (Studi Kasus: Puskesmas Wolowaru, Kabupaten Ende)," *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, vol. 1 no. 1, hal. 20–26, 2022.
- [5] N. Sa'adah, and T. Rijanto, "Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) dan Crashing," *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, vol. 3 no. 2, hal. 55–62, 2021.
- [6] F. S. Handayani, S. Setiono, and W. Winarto, "Pengendalian Biaya Bahan dengan Metode Analisa Varian pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Rehabilitas Kantor Dirut PT. Taspen, Jakarta Pusat)," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 5 no. 3, hal. 838–843, 2017.
- [7] R. Setiawan, T. Rahman, and M. Jamal, "Optimalisasi Biaya & Waktu Pekerjaan pada Saluran Pelimpah (Spillway) dengan Menggunakan Metode Least Cost Analysis," *Teknologi Sipil*, vol. 4, no. 1, hal. 57–68, 2020.
- [8] F. Nabila, "Analysis of Time and Cost Optimization in Building Construction Using Time Cost Trade Off Method," *Journal of Civil Engineering and Planning* (JCEP), vol. 4, no 2, pp. 199–210, 2023.
- [9] S. K. Biswasa, C. L. Karmakera, and T. K. Biswasa, "Time-Cost Trade-Off Analysis In A Construction Project Problem: Case Study." *International Journal of Computational Engineering Research* (IJCER), vol. 6 no. 10, pp. 32–38, 2016.
- [10] D. Asmaroni, and F. Zabadi, "Productivity Analysis of Construction Workers During The Tobacco Growing Season in Sampang Regency," *Journal of Civil Engineering and Planning* (JCEP), vol. 4 no. 1, pp. 82–93, 2023.
- [11] I. N. I. Kumara, "Penerapan Metode Least Cost Analysis Untuk Optimasi Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek," *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, vol. 2, no. 1, pp. 8–24, 2023.
- [12] I. N. I. Kumara, N. M. Jaya, and I. B. P. Adnyana, "Upaya dan Strategi Peningkatan Kualitas Pelayanan pada Pembuatan Izin Mendirikan Bangunan di Kabupaten Badung," *Jurnal Spektran*, vol. 10, no. 2, pp. 127–132, 2022.