



PENERAPAN METODE LEAST COST ANALYSIS UNTUK OPTIMASI PERCEPATAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK

I Nyoman Indra Kumara^{a,*}, I Komang Agus Ariana^b

^aUniversitas Pendidikan Nasional, Denpasar

^bUniversitas Pendidikan Nasional, Denpasar

*Corresponding author, email address: indrakumara@undiknas.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 30 Desember 2022

Revised: 12 Januari 2023

Accepted: 4 April 2023

Available Online: 30 April 2023

Kata Kunci:

least cost analysis, lembur, percepatan, optimum

Keywords:

least cost analysis, overtime, acceleration, optimum

ABSTRAK

Pada pelaksanaan proyek konstruksi di SMP 15 Denpasar mengalami keterlambatan akibat perubahan waktu kerja di minggu ke-14. Hal ini mengakibatkan pekerjaan konstruksi mengalami keterlambatan sebesar 5,51% pada minggu ke-17 yang seharusnya sudah mencapai 56,20%, namun realisasi di lapangan hanya mencapai 50,69% dengan waktu yang tersedia 61 hari. Jadi, perlu dilakukan percepatan dengan menambah waktu kerja (lembur) 3 jam per hari dengan metode *least cost analysis*. Analisis dimulai dengan mengidentifikasi sisa pekerjaan proyek hingga mendapatkan lintasan kritis, lalu melakukan *crashing program* dimulai dari *cost slope* terendah sehingga diperoleh perubahan waktu dan biaya yang optimum. Hasil analisis dengan metode *least cost analysis* didapatkan bahwa biaya sisa proyek akibat keterlambatan sebesar Rp. 922.060.863,3. Biaya yang diperlukan untuk mencapai waktu kontrak menjadi Rp. 908.571.018,01. Sedangkan waktu dan biaya optimum proyek didapat 60 hari dengan biaya sebesar Rp. 908.191.705,56. Dengan diterapkannya percepatan durasi jam kerja lembur dengan metode *least cost analysis*, dapat dilihat bahwa biaya yang dapat dihemat oleh kontraktor dengan menerapkan percepatan waktu dan biaya optimum sebesar Rp.14.177.051. Dari hasil percepatan 7 hari hingga mencapai waktu tersedia 61 hari didapat 10 item pekerjaan yang dilemburkan dari total 13 item pekerjaan

ABSTRACT

The implementation of the construction project at SMP 15 Denpasar experienced delays due to changes in working times in the 14th week. This problem gives rise to construction work being delayed by 5,51% in the 17th week which should have reached 56,20%, but the realization in the field only reached 50,69% with available time of 61 days. So, it is necessary to accelerate by increasing working time (overtime) by 3 hours per day using the least cost analysis method. The analysis begins by identifying the remaining project work to obtain a critical path, then crashing the program starting from the lowest cost slope so that optimum changes in time and cost are obtained. The results of the analysis using the least cost analysis method showed that the remaining project costs due to delays were IDR. 922.060.863,3. The costs required to reach the contract time are Rp. 908.571.018,01. Meanwhile, the optimum project time and cost was found to be 60 days with a cost of Rp. 908.191.705,56. By implementing accelerated duration of overtime working hours using the least cost analysis method, it can be seen that the costs that can be saved by the contractor by implementing accelerated time and optimum costs are IDR 14,177,051. From the results of accelerating 7 days to reach 61 days of available time, 10 work items were overtime out of a total of 13 work items.



1. PENDAHULUAN

Proyek pemerintah akan dituntut untuk selesai tepat waktu. Namun sering terjadi keterlambatan akibat cuaca, kesalahan perencanaan, kebutuhan pekerja, material, dan peralatan. Keterlambatan ini dapat diatasi dengan melakukan percepatan pelaksanaan, yaitu dengan penambahan penambahan waktu kerja atau jam lembur [1]. Pelaksanaan percepatan pekerjaan proyek akan meningkatkan biaya, sehingga perlu diperhatikan biaya yang dikeluarkan agar seminimal mungkin dan tetap memenuhi standard mutu yang sudah ditentukan. Pada penelitian pelaksanaan proyek konstruksi di SMP 15 Denpasar ini melakukan percepatan dengan menggunakan biaya dan waktu yang optimum. Optimum dalam hal ini merupakan suatu cara untuk mendapatkan durasi waktu pelaksanaan proyek yang tercepat dan biaya pelaksanaan yang minimum [2].

Proyek proyek konstruksi di SMP 15 Denpasar ini berlangsung terlambat karena banyak pekerja yang tidak datang ke proyek setelah libur hari raya Idul Fitri. Hal ini berdampak pada keterlambatan pekerjaan proyek akibat perubahan waktu kerja, sehingga mengakibatkan pekerjaan konstruksi mengalami keterlambatan sebesar 5,51% pada minggu ke-14 yang seharusnya sudah mencapai 56,20%, namun realisasi di lapangan hanya mencapai 50,69% dengan waktu yang tersedia 61 hari. Apabila penyelesaian proyek melewati waktu yang disepakati, maka kontraktor akan terkena sanksi. Penyebab perubahan rencana ini karena proyek berada di sebelah ruangan kelas untuk siswa belajar, sehingga pekerjaan konstruksi baru dapat dilaksanakan kembali setelah siswa selesai melangsungkan kegiatan belajar. Berdasarkan penelitian sebelumnya pada proyek peningkatan jalan ruas beroanging-bungung bungung di Kabupaten Jeneponto yang menggunakan metode *least cost analysis* diperoleh percepatan waktu yang lebih tepat dan hemat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi pengurangan waktu 12 hari, namun ada penambahan biaya sebesar Rp. 26.577.649,57.

Pemilihan metode *least cost analysis* dipakai sebagai bahan pertimbangan pengambilan keputusan dalam melakukan percepatan waktu pada suatu proyek untuk mendapatkan total biaya percepatan yang minimal karena data-data yang diperlukan memungkinkan untuk menjalankan metode ini. Diharapkan dengan penerapan metode ini maka tercapai waktu dan biaya optimum serta dapat menjadi solusi ketika terjadi keterlambatan pekerjaan proyek pemerintah yang selalu dituntut selesai tepat waktu, mendapatkan durasi waktu pelaksanaan proyek yang tercepat, dan biaya pelaksanaan yang minimum.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Optimasi

Optimasi adalah proses untuk mencapai hasil yang ideal [3]. Pada penelitian ini, optimasi adalah proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi sehingga proyek dapat selesai lebih cepat dari yang telah dijadwalkan. Percepatan durasi sebuah proyek konstruksi dapat terjadi karena dua hal, yakni permintaan dari pihak Owner dan terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek.

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah kegiatan dalam mengatur jalannya kegiatan-kegiatan dalam pelaksanaan proyek serta penerapan fungsi-fungsi manajemen dalam suatu kegiatan proyek [4]. Tujuannya adalah memperoleh hasil optimal sesuai dengan mutu, biaya, dan waktu. Pengawasan terhadap mutu, biaya, dan waktu harus dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan. Adanya penyimpangan dari kegiatan pengawasan dapat mengakibatkan timbulnya permasalahan pada pembangunan proyek konstruksi [5].

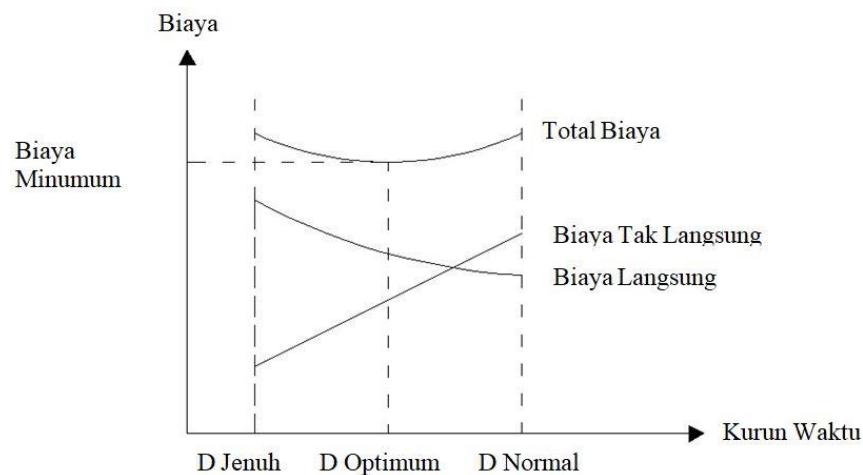
2.3 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan hasil dari perencanaan proyek yang berfungsi untuk memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek [6]. Selain itu juga dapat mengetahui kinerja sumber daya seperti biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk menyelesaikan proyek. Penggunaan biaya dan waktu merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan pelaksanaan proyek, sehingga perlu perencanaan penjadwalan proyek yang baik untuk

penggunaan waktu yang efektif dan efisien sengga dapat meningkatkan potensi keberhasilan pelaksanaan pekerjaan konstruksi [7].

2.4 Biaya Proyek

Biaya proyek melibatkan estimasi dan pengelolaan dana yang diperlukan untuk merencanakan, mendesain, dan melaksanakan suatu proyek pembangunan. Pengelolaan biaya proyek merupakan aspek kritis dalam keseluruhan manajemen proyek, dan kesalahan dalam estimasi atau pengendalian biaya dapat berdampak signifikan terhadap kesuksesan proyek [8]. Ada dua jenis biaya yang berhubungan dengan proyek konstruksi, yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) [9]. Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi dilapangan, seperti biaya material dan upah pekerja. Sedangkan biaya tak langsung adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi dilapangan, tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, seperti biaya overhead, biaya tak terduga, dan profit. Seluruh biaya ini memiliki hubungan yang dapat dilihat pada gambar 1 [10].



Gambar 1. Grafik hubungan biaya pada proyek konstruksi [10]

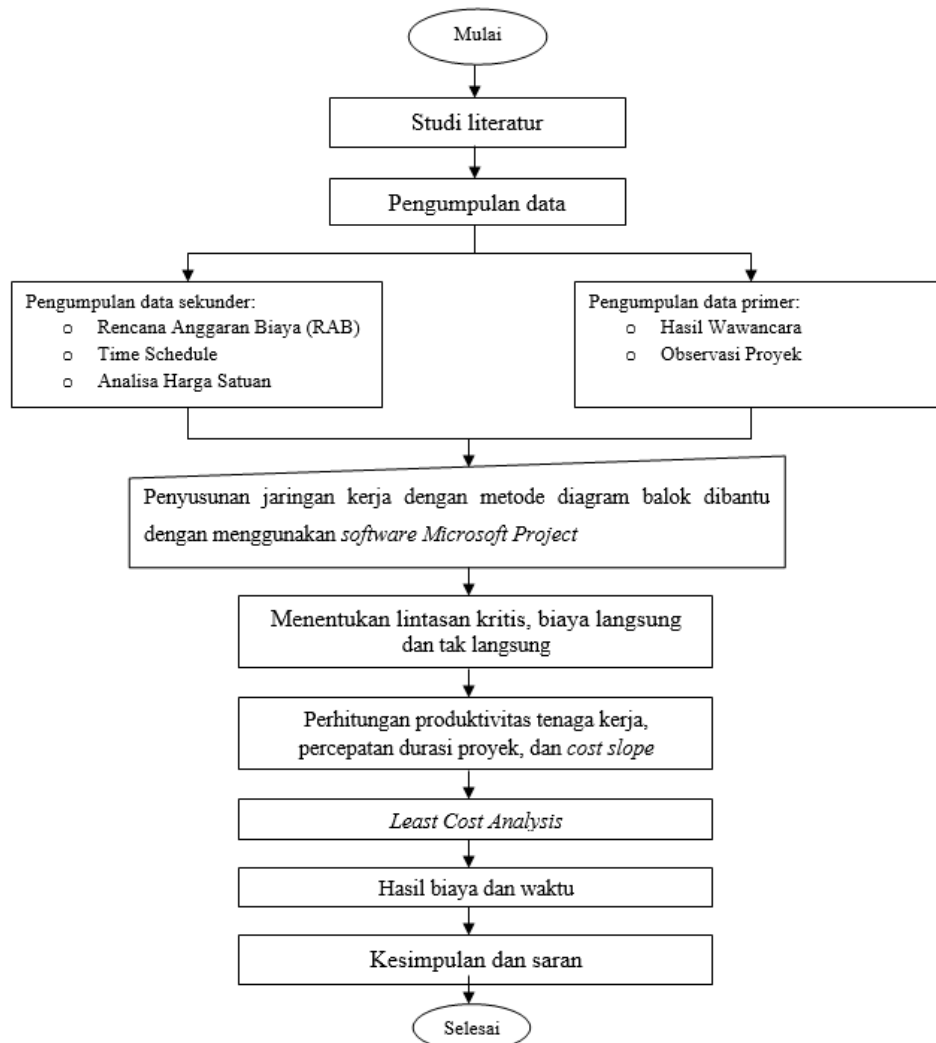
2.5 Metode *Least Cost Analysis*

Metode *Least Cost Analysis* adalah metode perhitungan yang digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dalam proyek konstruksi guna mencapai biaya yang paling efisien [11]. Dalam analisis ini, variabel-variabel seperti biaya, waktu, dan sumber daya manusia diidentifikasi dan dianalisis secara cermat untuk menemukan kombinasi terbaik yang dapat menghasilkan hasil proyek dengan biaya terendah. Manfaat yang diberikan dapat berguna dalam pengambilan keputusan proyek konstruksi dengan meminimalkan biaya keseluruhan dan meningkatkan efisiensi operasional. Metode ini memanfaatkan algoritma matematis dan model optimasi untuk menyusun jadwal proyek yang efisien dan mengidentifikasi jalur kritis, yang merupakan langkah penting dalam manajemen proyek konstruksi [12]. Pada setiap langkah penekanan durasi, tambahan biaya untuk memperpendek waktu terlihat pada *cost slope* biaya kegiatan yang akan dipercepat. Adanya penambahan biaya pada setiap langkah akan menghasilkan jumlah biaya total proyek yang baru [13].

3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan pelaksanaan proyek SMP 15 Denpasar yang mengalami keterlambatan karena tenaga kerja menghadapi hambatan kehadiran akibat libur hari raya sehingga adanya keterbatasan jumlah pekerja yang tersedia. Sebagai hasilnya, analisis ini dilakukan untuk mencari solusi strategis dalam perencanaan jadwal. Metode analisis untuk mengoptimalkan biaya dan durasi dalam menyelesaikan pekerjaan sisa dengan metode *least cost analysis*. Metode analisis bisa dilihat pada Gambar 1. Selanjutnya,

pada proses pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder. Data Primer yang diperlukan meliputi wawancara dengan kontraktor, observasi lapangan. Kemudian data sekunder yang diperlukan meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), analisa harga satuan, dan Kurva S [14].



Gambar 1. Metode *Least Cost Analysis*.

3.1 Penyusunan Jaringan Kerja.

Penyusunan jaringan kerja berdasarkan kurva S dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Project* digunakan karena dapat efektif dalam menentukan lintasan kritis pada suatu proyek konstruksi. Metode ini memungkinkan untuk memetakan urutan kegiatan serta memberikan informasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masing-masing pekerjaan. Selain itu, perangkat lunak ini memungkinkan identifikasi lintasan kritis yang berguna untuk memastikan proyek berjalan sesuai rencana dan pada waktu yang diinginkan [15]. Setelah diketahui pekerjaan yang ada pada lintasan kritis proyek, maka dapat dilakukannya percepatan durasi pekerjaan dengan menggunakan metode *least cost analysis*.

3.1 Perhitungan Crash Duration.

Setelah jaringan kerja, lintasan kritis, serta tenggang waktu proyek diketahui, maka selanjutnya dilakukan perhitungan percepatan proyek. 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 jam lembur sampai waktu kembali pada jadwal rencana. Perhitungan crashing dapat dilihat pada persamaan berikut [16]:

a. Produktivitas harian

$$\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi normal}} \quad (1)$$

b. Produktivitas tiap jam
 koefisien analisa \times produktifitas grup pekerja (2)

c. Produktivitas harian akibat kerja lembur
 (jml. jam kerja lembur \times koef. penurunan prod. kerja lembur \times prod. tiap jam) (3)

d. Produktivitas harian sesudah *crash*
 $(8 \times \text{prod. tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod. tiap jam})$ (4)
 Dimana:
 a = jumlah jam kerja lembur
 b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

e. *Crash Duration*

$$\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah } crash}$$
 (5)

3.2 Perhitungan *Cost slope*.

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 [17]:

a. *Normal cost* pekerja per jam
 Harga per satuan pekerjaan \times produktivitas tiap jam (6)

b. *Normal cost* pekerja per hari
 8 jam \times *normal cost* tiap jam (7)

c. *Normal cost*
Normal duration \times *normal cost* perhari (8)

d. *Crash cost* pekerja perhari
Normal cost pekerja per hari + biaya lembur per hari (9)

e. *Crash Cost*
Crash duration \times *crash cost* pekerja perhari (10)

f. *Cost Slope*

$$\frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$
 (11)

3.3 Perhitungan Biaya Percepatan dengan Metode *Least Cost Analysis*.

Setelah didapat nilai *cost slope* dari masing-masing aktivitas kritis dilanjutkan dengan mencari nilai slope terendah dan dilakukan penekanan (kompresi). Kegiatan ini akan akan mengakibatkan meningkatnya biaya langsung pada proyek dan pengurangan biaya tak langsung proyek. Biaya langsung bertambah diakibatkan oleh penambahan upah jam kerja, sedangkan biaya tak langsung berkurang diakibatkan adanya pengurangan hari dari durasi normal proyek pada tahap pengkompresian. Pengkompresian terus dilakukan sampai akhirnya didapatkan total pengurangan hari dan biaya yang optimum.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rincian Biaya Langsung

Biaya langsung dapat diperoleh dengan mengalikan volume suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut. Untuk mendapatkan biaya langsung, setiap uraian item pekerjaan dipisahkan terlebih dahulu dari pajak dan profitnya. Adapun rincian biaya langsung proyek dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Biaya Langsung

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	10.720.638,5
II	Pekerjaan Galian & Urugan	21.757.839,25
III	Pekerjaan Pasangan & Plesteran	445.415.630
IV	Pekerjaan Beton	135.299.311
V	Pekerjaan Pembesian	213.282.425
VI	Pekerjaan Begesting	225.160.804
VII	Pekerjaan Plafond	93.379.010
VIII	Pekerjaan Kusen Pintu & Jendela	130.363.648
IX	Pekerjaan Penggantung & Pengunci	46.190.213,5
X	Pekerjaan Kap & Atap	110.274.118
XI	Pekerjaan Style Bali	31.383.052
XII	Pekerjaan Pengecatan & Finishing	58.368.496
XIII	Pekerjaan Listrik	53.668.500
XIV	Pekerjaan Sanitair	43.044.349
XV	Penataan Halaman	222.885.820
	Real Cost =	1.841.175.851,35
	PPN 11% =	202,529,343.65
	Total Cost =	2,043,705,195.00
	Dibulatkan =	2,043,705,000.00

4.2 Rincian Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung adalah biaya-biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Yang termasuk biaya tak langsung adalah biaya overhead dan biaya tak terduga. Adapun rincian biaya tak langsung dapat dilihat dalam tabel 2.

Tabel 2. 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
	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			92.058.792,57
	2. Biaya tak terduga per hari			511.437,74
	3. Biaya Overhead + Fasilitas + Biaya tak terduga per hari			1.021.437,74
III	Total Biaya Tak Langsung (180 x 1.022.575,09)			183.858.792,57

Adapun pekerja yang langsung terlibat dalam kerja lembur dilokasi proyek adalah pelaksana (satu orang) dan logistik (satu orang), untuk selanjutnya dilaporkan ke site manager. Perhitungan biaya untuk staf di lapangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Gaji logistik per hari} &= \text{Rp. } 90.000,00 \\ \text{Gaji pelaksana per hari} &= \text{Rp. } 100.000,00 + \end{aligned}$$

Total gaji = Rp. 190.000,00
 Total gaji per jam (5 jam kerja) = Rp.190.000,00/5 jam
 = Rp. 38.000,00/jam
 Total gaji lembur per hari menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/ MEN/ VI/ 2004 pasal 11
 Lembur 3 jam = (Rp. 38.000,00 × 1,5) + (2 × (Rp. 38.000,00 × 2))
 = Rp. 209.000,00

4.3 Penyusunan Jaringan Kerja

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 3.

Tabel 3. Kegiatan Pada Lintasan Kritis

No	Nama Kegiatan	Durasi (hari)	Volume	Satuan
1	Pek. Acian	14	532,84	m ²
2	Pek. Pas Rell Atas Pintu Folding	14	14,2	m
3	Pek. Pas Rell Bawah Pintu Folding	14	14,2	m
4	Pek. Pas Hanger Atas Pintu Folding	14	24	Buah
5	Pek. Pas Engsel Roda Bawah Pintu Folding	14	24	Buah
6	Pek. Pas Engsel Tengah Pintu Folding	14	48	Buah
7	Pek. Pas Handle Tanam Pintu Folding	14	8	Buah
8	Pek. Pas Grendel Pintu Folding	14	8	Buah
9	Pek. Plesteran 1pc : 5ps	7	635,82	m ²
10	Pek. Acian	14	694,33	m ²
11	Pek. Pas Handle Pipa 3" Stainlees Relling Teras	14	33,3	m
12	Pek. Lemari Tanam Ruang Kelas + Accessories	14	8,14	m ²
13	Pek. Pengecatan dinding setara finilex	14	694,33	m ²

4.4 Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja dan *Crash Duration*

Produktivitas tenaga kerja mempengaruhi biaya proyek. Salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas. Penurunan produktivitas bila jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah. Contoh perhitungan untuk pekerjaan acian dengan waktu lembur 3 jam sebagai berikut:

- Prestasi kerja = $0,1 \times 3 \text{ jam} = 0,3/\text{jam}$
- Prosentase prstasi kerja = $0,3 \times 100\% = 30\%$
- Jadi koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur 3 jam = $100\% - 30\% = 70\% = 0,7$
- Durasi normal = 14 hari
- Volume kegiatan = $532,84 \text{ m}^2$
- Produktivitas harian = $\text{Volume}/\text{Normal Duration}$
 $= 532,84 \text{ m}^2 / 14 \text{ hari}$
 $= 38,06 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Produktivitas tiap jam = $\text{Produktivitas harian} / 5 \text{ jam}$
 $= 38,06/5$
 $= 7,612 \text{ m}^2/\text{jam}$
- Produktivitas harian akibat lembur 3 jam = $(a \times b \times \text{prod. tiap jam})$ (Persamaan 4)
 $= 3 \times 0,7 \times 7,612$
 $= 15,9852 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Crash duration* = $\text{Volume} / \text{Prod. harian sesudah crash}$
 $= 532,84 / 38,06 + 15,9852$
 $= 9,85915 \approx 10 \text{ hari}$

Jadi, untuk pekerjaan acian dengan waktu lembur 3 jam memiliki produktivitas harian akibat lembur 3 jam sebesar 15,9852 m²/hari dan mendapatkan nilai crash duration sebesar 10 hari. Seluruh pekerjaan yang berada di lintasan kritis harus dihitung juga dengan cara yang sama.

4.5 Perhitungan *Crash Cost*, *Crash Cost Total*, dan *Cost Slope*

Pada analisis ini, percepatan durasi dilakukan dengan penambahan jam kerja selama 3 jam/hari. Contoh perhitungan *crash cost*, *crash cost total*, dan *cost slope* pekerja untuk pekerjaan acian dengan lembur 3 jam sebagai berikut:

- a. Harga satuan upah pekerja
Pembuatan 1 m² Pekerjaan Acian
0,200 Pekerja × Rp 31.875,00 = Rp. 6.375,00
0,100 Tukang Labur / Cat × Rp 40.625,00 = Rp. 4.062,50
0,010 Kepala Tukang × Rp 43.750,00 = Rp. 437,50
0,010 Mandor × Rp 46.875,00 = Rp. 468,75
Total = Rp. 11.343,75
- b. Produktivitas normal tiap jam
= 7,612 m²/jam
- c. Normal cost pekerja per jam
= prod. tiap jam × harga satuan upah pekerja
= 7,612 m²/jam × 11.343,75
= Rp. 86.348,63
- d. Normal cost pekerja per hari
= 5 jam × normal cost pekerja per jam
= 5 jam × 86.348,63
= Rp. 431.743,13
- e. Biaya lembur 3 jam pekerja per hari
= (jam kerja lembur pertama × 1,5 × upah satu jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya × 2 × upah sejam normal)
= (1 × 1,5 × Rp. 86.348,63) + (2 × 2 × 86.348,63)
= Rp. 474.917,44
- f. Crash cost pekerja per hari
= Normal cost pekerja per hari + biaya lembur per hari
= Rp. 431.743,13 + Rp. 474.917,44
= Rp. 906.660,56
- g. Crash duration = 10 hari
- h. Crash cost pekerja
= Normal cost pekerja per hari + biaya lembur per hari
= 431.743,13 + Rp. 474.917,44
= Rp. 906.660,56
- i. Crash cost total
= crash duration × crash cost pekerja
= 10 hari × Rp. 906.660,56
= Rp. 9.066.605,63
- j. Normal cost
= Normal duration × normal cost per hari
= 14 × Rp. 431.743,13
= Rp. 6.044.403,75
- k. Crash cost = Rp. 9.066.605,63

- l. Normal duration = 14 hari
- m. Crash duration = 10 hari
- n. Cost slope
= ((Rp. 9.066.605,63 – Rp. 6.044.403,75)) / (14 hari – 10 hari)
= Rp. 755.550,47

Nilai *cost slope* dari semua pekerjaan yang berada di lintasan kritis untuk lembur 3 jam dihitung untuk bisa diurutkan dan mencari nilai *slope* terendah.

4.5 Perhitungan *Least Cost Analysis*

Setelah didapat nilai *cost slope* dari masing-masing aktivitas kritis dilanjutkan dengan mencari nilai *slope* terendah. Kemudian dilakukan penekanan (kompresi) pada semua kegiatan kritis. Dalam mempercepat penyelesaian suatu proyek dengan melakukan kompresi durasi, diupayakan agar penambahan dari segi biaya seminimal mungkin. Pengendalian biaya dilakukan pada biaya langsung karena biaya inilah yang akan bertambah apabila dilakukan pengurangan durasi (dipercepat) hingga mencapai durasi sesuai kontrak. Adapun perhitungan dalam tahap kompresi adalah sebagai berikut:

- 1. Tahap Normal
 - a. Durasi proyek = 180 hari
Sisa durasi proyek = Proyek sudah berlangsung selama 119 hari
= 180 – 119 = 61 hari
 - b. Biaya *overhead* + biaya tak terduga per hari = Rp. 1.021.437,74
 - c. Biaya staf per hari dengan lembur 3 jam = Rp. 209.000,00
 - d. Keterlambatan proyek = 7 hari
Total durasi sisa proyek = 61 hari + 7 hari = 68 hari
Total durasi proyek = 180 hari + 7 hari = 187 hari
 - e. Sisa biaya tak langsung sesuai sisa durasi
= 61 hari × Rp. 1.021.437,74
= Rp. 62.307.701,93
 - f. Sisa biaya tak langsung dengan durasi keterlambatan
= 68 hari × Rp. 1.021.437,74
= Rp. 69.457.766,08
 - g. Sisa biaya langsung
= Sisa real cost – biaya tak langsung keterlambatan
= (49,31% × 1.841.175.851,35) – (68 × 1.021.437,74)
= Rp. 838.426.046,22
 - h. *Total cost* sisa
= Sisa biaya tak langsung dengan durasi keterlambatan + sisa biaya langsung
= Rp. 69.457.766,08 + Rp. 838.426.046,22
= Rp. 907.883.812,3
- 2. Tahap Kompresi 1
 - a. Pekerjaan = Pek. Pas Handle Tanam Pintu Folding
 - b. *Cost slope* = Rp. 34.856,25
 - c. *Normal duration* = 14 hari
 - d. *Crash duration* = 10 hari
 - e. *Total crash* = 4 hari
 - f. Kumulatif *Total crash* = 4 hari
 - g. Total durasi proyek = 68 hari – 4 hari = 64 hari

- h. Tambahan biaya = Rp. 34.856,25 × 4 hari
= Rp. 139.425
- i. Kumulatif tambahan biaya = Rp. 139.425
- j. Biaya langsung
= Sisa biaya langsung + kumulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 139.425
= Rp. 838.565.471,22
- k. Tambahan biaya lembur = Rp. 209.000,00 × 10 hari
= Rp. 2.090.000,00
- l. Kumulatif biaya lembur = Rp. 2.090.000,00
- m. Biaya tak langsung
= (64 hari × Rp. 1.021.437,74) + kumulatif biaya lembur
= Rp. 65.372.015,36 + Rp. 2.090.000,00
= Rp. 67.462.015,14
- n. *Total cost*
= biaya tak langsung + biaya langsung
= Rp. 67.462.015,14 + Rp. 838.565.471,22
= Rp. 906.027.486,35
-
- a. Pekerjaan = Pek. Pas Grendel Pintu Folding
- b. *Cost slope* = Rp. 34.856,25
- c. *Normal duration* = 14 hari
- d. *Crash duration* = 10 hari
- e. *Total crash* = 4 hari
- f. Kumulatif *Total crash* = 4 hari
- g. Total durasi proyek = 68 hari – 4 hari = 64 hari
- h. Tambahan biaya = Rp. 34.856,25 × 4 hari
= Rp. 139.425
- i. Kumulatif tambahan biaya = Rp. 139.425 + Rp. 139.425
= Rp. 278.850
- j. Biaya langsung
= Sisa biaya langsung + kumulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 278.850
= Rp. 838.704.896,22
- k. Tambahan biaya lembur = Rp. 209.000,00 × 10 hari
= Rp. 2.090.000,00
- l. Kumulatif biaya lembur = Rp. 2.090.000,00
- m. Biaya tak langsung
= (64 hari × Rp. 1.021.437,74) + kumulatif biaya lembur
= Rp. 65.372.015,36 + Rp. 2.090.000,00
= Rp. 67.462.015,14
- n. *Total cost*
= biaya tak langsung + biaya langsung
= Rp. 67.462.015,14 + Rp. 838.704.896,22
= Rp. 906.166.911,4
-
- a. Pekerjaan = Pek. Pas Handle Pipa 3” Stainless Relling Teras

- b. *Cost slope* = Rp. 49.099,29
- c. *Normal duration* = 14 hari
- d. *Crash duration* = 10 hari
- e. *Total crash* = 4 hari
- f. Komulatif *Total crash* = 4 hari
- g. Total durasi proyek = 68 hari – 4 hari = 64 hari

- h. Tambahan biaya = Rp. 49.099,29 × 4 hari
= Rp. 196.397,16
- i. Komulatif tambahan biaya = Rp. 278.850 + Rp. 196.397,16
= Rp. 475.247,16

- j. Biaya langsung
= Sisa biaya langsung + komulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 475.247,16
= Rp. 838.901.293,38
- k. Tambahan biaya lembur
= Rp. 209.000,00 × 10 hari
= Rp. 2.090.000,00
- l. Komulatif biaya lembur
= Rp. 2.090.000,00
- m. Biaya tak langsung
= (64 hari × Rp. 1.021.437,74) + komulatif biaya lembur
= Rp. 65.372.015,36 + Rp. 2.090.000,00
= Rp. 67.462.015,14
- n. *Total cost*
= biaya tak langsung + biaya langsung
= Rp. 67.462.015,14 + Rp. 838.901.293,38
= Rp. 906.363.308,5

- a. Pekerjaan = Pek. Pas Rell Atas Pintu Folding
- b. *Cost slope* = Rp. 61.869,84
- c. *Normal duration* = 14 hari
- d. *Crash duration* = 10 hari
- e. *Total crash* = 4 hari
- f. Komulatif *Total crash* = 4 hari
- g. Total durasi proyek = 68 hari – 4 hari = 64 hari
- h. Tambahan biaya = Rp. 61.869,84 × 4 hari
= Rp. 247.479,38
- i. Komulatif tambahan biaya = Rp. 475.247,16 + Rp. 247.479,38
= Rp. 722.726,53

- j. Biaya langsung
= Sisa biaya langsung + komulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 722.726,53
= Rp. 839.148.772,8
- k. Tambahan biaya lembur
= Rp. 209.000,00 × 10 hari
= Rp. 2.090.000,00

- l. Kumulatif biaya lembur
= Rp. 2.090.000,00
- m. Biaya tak langsung
= (64 hari × Rp. 1.021.437,74) + komulatif biaya lembur
= Rp. 65.372.015,36 + Rp. 2.090.000,00
= Rp. 67.462.015,14
- n. *Total cost*
= biaya tak langsung + biaya langsung
= Rp. 67.462.015,14 + Rp. 839.148.772,8
= Rp. 906.610.787,88
- a. Pekerjaan = Pek. Pas Rell Bawah Pintu Folding
- b. *Cost slope* = Rp. 61.869,84
- c. *Normal duration* = 14 hari
- d. *Crash duration* = 10 hari
- e. *Total crash* = 4 hari
- f. Kumulatif *Total crash* = 4 hari
- g. Total durasi proyek = 68 hari – 4 hari = 64 hari
- h. Tambahan biaya = Rp. 61.869,84 × 4 hari
= Rp. 247.479,38
- i. Kumulatif tambahan biaya = Rp. 722.726,53 + Rp. 247.479,38
= Rp. 970.205,91
- j. Biaya langsung
= Sisa biaya langsung + komulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 970.205,91
= Rp. 839.396.252,12
- k. Tambahan biaya lembur
= Rp. 209.000,00 × 10 hari
= Rp. 2.090.000,00
- l. Kumulatif biaya lembur
= Rp. 2.090.000,00
- m. Biaya tak langsung
= (64 hari × Rp. 1.021.437,74) + komulatif biaya lembur
= Rp. 65.372.015,36 + Rp. 2.090.000,00
= Rp. 67.462.015,14
- n. *Total cost*
= biaya tak langsung + biaya langsung
= Rp. 67.462.015,14 + Rp. 839.396.252,12
= Rp. 906.858.267,26

3. Tahap Kompresi 2

Dalam tahap kompresi ini volume yang digunakan sebesar 538,2403 m² dengan durasi 11 hari.

Berikut penjabarannya:

- a. Pekerjaan = Pek. Pengecatan dinding setara finilex
- b. *Cost slope* = Rp. 339.577,26
- c. *Normal duration* = 11 hari

- d. Crash duration = 8 hari
- e. Total crash = 3 hari
- f. Komulatif Total crash = 7 hari
- g. Total durasi proyek = 68 hari – 7 hari = 61 hari
- h. Tambahan biaya = Rp. 339.577,26 × 3 hari = Rp. 1.018.731,78
- i. Komulatif tambahan biaya
= Rp. 3.056.538,09 + Rp. 1.018.731,78
= Rp. 4.075.269,87
- j. Biaya langsung
= Sisa biaya langsung + komulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 4.075.269,87
= Rp. 842.501.316,1
- k. Tambahan biaya lembur
= Rp. 209.000,00 × 8 hari
= Rp. 1.672.000
- l. Komulatif biaya lembur
= Rp. 2.090.000,00 + 1.672.000
= Rp. 3.762.000,00
- m. Biaya tak langsung
= (61 hari × Rp. 1.021.437,74) + komulatif biaya lembur
= Rp. 62.307.702,14 + Rp. 3.762.000,00
= Rp. 66.069.701,93
- n. Total cost
= biaya tak langsung + biaya langsung
= Rp. 66.069.702,14 + Rp. 842.501.316,1
= Rp. 908.571.018,1

Dalam tahap kompresi 2, durasi proyek mencapai waktu tersedia yaitu 163 hari.

4. Tahap Kompresi 3

Dalam tahap kompresi ini volume yang digunakan adalah sisa dari volume pekerjaan tahap 2 yaitu $694,33 \text{ m}^2 - 538,2403 \text{ m}^2 = 156,0897 \text{ m}^2$ dengan durasi 3 hari. Berikut penjabarannya:

- a. Pekerjaan = Pek. Pengecatan dinding setara finilex
- b. Cost slope = Rp. 224.125,28
- c. Normal duration = 3 hari
- d. Crash duration = 2 hari
- e. Total crash = 1 hari
- f. Komulatif Total crash = 8 hari
- g. Total durasi proyek = 68 hari – 8 hari = 60 hari
- h. Tambahan biaya = Rp. 224.125,28 × 1 hari
= Rp. 224.125,28
- i. Komulatif tambahan biaya = Rp. 4.075.269,87 + Rp. 224.125,28
= Rp. 4.299.395,15
- j. Biaya langsung = Sisa biaya langsung + komulatif tambahan biaya
= Rp. 838.426.046,22 + Rp. 4.299.395,15
= Rp. 842.725.441,37
- k. Tambahan biaya lembur = Rp. 209.000,00 × 2 hari
= Rp. 418.000
- l. Komulatif biaya lembur = Rp. 3.762.000,00 + Rp. 418.000

- = Rp. 4.180.000
- m. Biaya tak langsung = (60 hari × Rp. 1.021.437,74) + komulatif biaya lembur
 = Rp. 61.286.264, 4 + Rp. 4.180.000
 = Rp. 65.466.264,2
- n. Total cost = biaya tak langsung + biaya langsung
 = Rp. 65.466.264,2 + Rp. 842.725.441,37
 = Rp. 908.191.705,6

Selanjutnya untuk perhitungan *crash duration*, *crash cost*, *crash cost total*, dan *cost slope* dapat dilihat pada tabel 4.

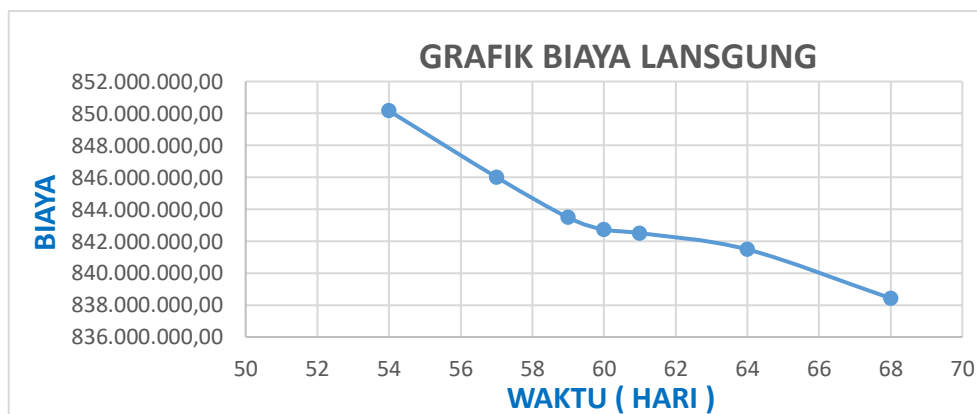
Tabel 4. Kompresi dngan Metode Least Cost Analysis (Waktu Kontrak dan Optimum)

Tahap	Normal Durasi (hari)	Cost Slope (Rp)	Crash Duration (hari)	Total Crash (hari)	Kum. Total Crash (hari)	Durasi Sisa (hari)	Tambahan Biaya Lembur Pekerja (Rp)	Kumulatif Tambahan Biaya Lembur Pekerja (Rp)	Biaya Langsung (Rp)	Tambahan Biaya Lembur Staf (Rp)	Kumulatif Biaya Lembur Staf (Rp)	Biaya Tak Langsung (Rp)	Total Cost (Rp)
Normal	a	b	c	d	e	f	g = b x d	h	i = BLS + h	j = lembur x c	k	l = (BOx f)+k	m = i + l
						68			838,426,046.22	209,000.00		1,021,437.74	907,883,812.30
1	14	34,856.25	10	4	4	64	139,425.00	139,425.00	838,565,471.22	2,090,000.00	2,090,000.00	67,462,015.14	906,027,486.35
	14	34,856.25	10	4			139,425.00	278,850.00	838,704,896.22	2,090,000.00			906,166,911.35
	14	49,099.29	10	4			196,397.16	475,247.16	838,901,293.37	2,090,000.00			906,363,308.51
	14	61,869.84	10	4			247,479.38	722,726.53	839,148,772.75	2,090,000.00			906,610,787.88
	14	61,869.84	10	4			247,479.38	970,205.91	839,396,252.12	2,090,000.00			906,858,267.26
	14	103,308.05	10	4			413,232.19	1,383,438.09	839,809,484.31	2,090,000.00			907,271,499.45
	14	104,568.75	10	4			418,275.00	1,801,713.09	840,227,759.31	2,090,000.00			907,689,774.45
	14	104,568.75	10	4			418,275.00	2,219,988.09	840,646,034.31	2,090,000.00			908,108,049.45
	14	209,137.50	10	4			836,550.00	3,056,538.09	841,482,584.31	2,090,000.00			908,944,599.45
2	11	339,577.26	8	3	7	61	1,018,731.77	4,075,269.87	842,501,316.09	1,672,000.00	3,762,000.00	66,069,701.93	908,571,018.01
3	3	224,125.28	2	1	8	60	224,125.28	4,299,395.15	842,725,441.37	418,000.00	4,180,000.00	65,466,264.19	908,191,705.56
4	3	755,550.47	2	1	9	59	755,550.47	5,054,945.62	843,480,991.84	418,000.00	4,598,000.00	64,862,826.45	908,343,818.29
5	7	1,264,686.33	5	2	11	57	2,529,372.66	7,584,318.28	846,010,364.49	1,045,000.00	5,643,000.00	63,864,950.98	909,875,315.47
6	11	1,384,320.44	8	3	14	54	4,152,961.31	11,737,279.59	850,163,325.81	1,672,000.00	7,315,000.00	62,472,637.77	912,635,963.58

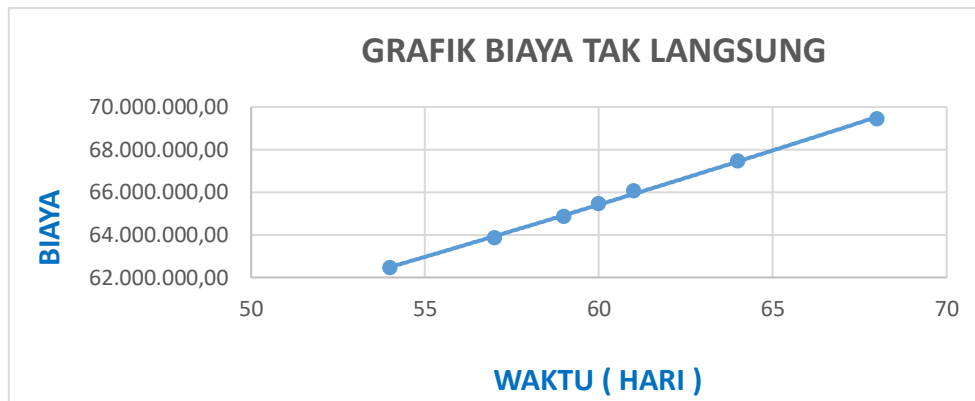
Keterangan:

- = Waktu mencapai kontrak 61 hari
- = Waktu Optimum 60 hari

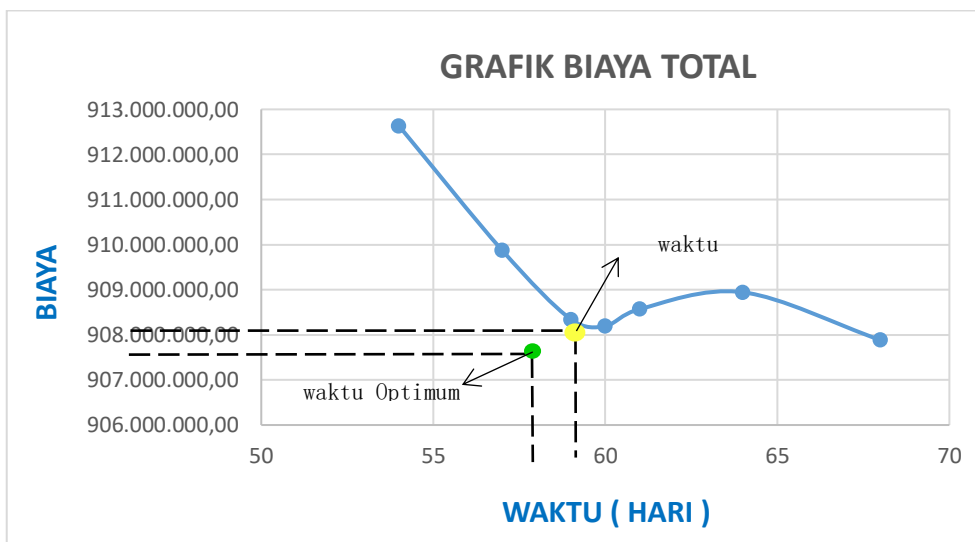
Dari hasil perhitungan kompresi dengan metode *least cost analysis* pada Tabel 4.14, didapat grafik hubungan biaya langsung, biaya tak langsung, dan biaya total dengan durasi proyek yang didapat dilihat pada Gambar 2 – Gambar 4.



Gambar 2. Grafik hubungan biaya langsung dengan durasi proyek akibat penambahan waktu kerja 3 jam per hari.



Gambar 3. Grafik hubungan biaya tak langsung dengan durasi proyek akibat penambahan waktu kerja 3 jam per hari



Gambar 4. Grafik hubungan biaya total dengan durasi proyek akibat penambahan waktu kerja 3 jam per hari.

Setelah dilakukan tahap kompresi pada kegiatan-kegiatan yang berada di lintasan kritis dengan metode *least cost analysis* dan dimulai dari pekerjaan dengan nilai *cost slope* terendah, maka dapat diketahui perubahan waktu dan biaya yang terjadi akibat penambahan waktu kerja (lembur) 3 jam per hari. Pada saat mencapai waktu kontrak 61 hari (68 hari waktu tersedia) sesuai Tabel 4 yang ditandai dengan warna kuning merupakan percepatan sampai pada kompresi ke-2 didapat biaya total proyek Rp. 908.571.018,01. Sedangkan titik optimum yang didapat ditandai dengan bertambahnya perubahan biaya total pada saat dilakukan tahap kompresi yaitu ditunjukkan dengan warna hijau merupakan percepatan sampai pada kompresi ke-3 dimana proyek dipercepat selama 8 hari dan didapat biaya total proyek Rp 908.191.705,56.

Hasil perhitungan tahap kompresi dengan metode *least cost analysis*, didapatkan besarnya biaya akibat keterlambatan 7 hari dengan perhitungan sebagai berikut:

- a. Denda = $1\% \times \text{nilai kontrak} = 1\% \times \text{Rp } 2.025.293.000 = 2.025.293$ per-hari
- b. Denda akibat keterlambatan (7 Hari) = $7 \times 2.025.293 = 14.177.051$
- c. Sisa biaya langsung akibat keterlambatan = 907,883,812.30
- d. Biaya sisa proyek akibat keterlambatan
 = Biaya denda akibat keterlambatan + Sisa biaya langsung akibat keterlambatan
 = $14.177.051 + 907.883.812,30 = \text{Rp. } 922.060.863,3$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diketahui sisa biaya proyek akibat keterlambatan sebesar Rp. 922.060.863,3. Setelah dilakukan *crashing* hingga mencapai waktu kontrak 61 hari, maka biaya total menjadi Rp. 908.571.018,01. Sedangkan waktu optimum didapat pada 60 hari dengan biaya total Rp.

908.191.705,56. Dengan diterapkannya percepatan durasi jam kerja lembur dengan metode *least cost analysis*, dapat dilihat bahwa biaya yang dapat dihemat oleh kontraktor dengan menerapkan percepatan waktu dan biaya optimum sebesar Rp.14.177.051. Dari hasil percepatan 7 hari hingga mencapai waktu tersedia 61 hari didapat 10 item pekerjaan yang dilemburkan dari total 13 item pekerjaan.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisis pembahasan maka dapat disarankan agar kontraktor bisa mengkondisikan dalam memilih percepatan mana yang akan digunakan. Dengan pertimbangan jika memilih waktu dan biaya optimum hanya menambah sedikit biaya dibandingkan dengan memilih percepatan mengejar waktu kontrak, sehingga penulis menyarankan untuk memilih waktu dan biaya optimum [18].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subakir, Hasan A., and Sugiyanto S. 2022. "Analisis Duration Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus: Peningkatan Jalan Simorejo-Baureno Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur)." *Rang Teknik Journal* 5(1), 8-23. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2705>.
- [2] Putra, Y., & Hartati, S. 2017. "Optimalisasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Least Cost Analysis Pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkar Kota Dumai." *Jurnal Saintis*. 17(1), 100-113. <https://doi.org/10.47532/js.v6i2.753>.
- [3] Herwina, W. 2021. "Optimalisasi kebutuhan murid dan hasil belajar dengan pembelajaran berdiferensiasi." *Perspektif Ilmu Pendidikan*. 35(2), 175-182. <https://doi.org/10.21009/PIP.352.10>.
- [4] Arianie, G. P., & Puspitasari, N. B. 2017. "Perencanaan manajemen proyek dalam meningkatkan efisiensi dan efektifitas sumber daya perusahaan (Studi Kasus: Qiscus Pte Ltd)." *Jurnal Teknik Industri*, 12(3), 189-196. <https://doi.org/10.14710/jati.12.3.189-196>.
- [5] Djaelani, M., & Retnowati, E. 2022. "Pengaruh Pengawasan Kerja Dan Penerapan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Pekerja Proyek Konstruksi." *Jurnal Ilmiah Satyagraha*, 5(2), 32-38. <https://doi.org/10.47532/jis.v5i2.481>.
- [6] Sulistia, D., & Agustina, I. D. 2023. "Penjadwalan Proyek Dengan Kurva-S Pada Pembangunan Perumahan Di Kota Bekasi." *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2), 100-106. <https://doi.org/10.47662/alulum.v11i2.540>
- [7] Sastriani, N. K. E., Budiadi, I. M., & Putra, I. G. P. A. S. 2021. "Analisis Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Puskesmas Abiansemal I Dengan Metode PERT dan CPM." *In Proceedings*, 9(1), 204-214.
- [8] Belferik, R., Andiyan, A., Zulkarnain, I., Munizu, M., Samosir, J. M., Afriyadi, H., ... & Prasetyo, A. 2023. "Manajemen Proyek: Teori & Penerapannya." PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- [9] Ariana, I. W. 2020. "Optimasi Proyek Konstruksi Dalam Perspektif Waktu Dan Biaya (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Kantor DPD PDI Perjuangan Yogyakarta)." Doctoral Dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [10] Wiradarma, L. W., Gazalba, Z., & Handayani, T. 2023. "Analisis Penjadwalan Dengan Percepatan Pelaksanaan Menggunakan Metode Penambahan Jumlah Tenaga Kerja Dan Jam Kerja." *Ganec Swara*, 17(1), 115-123. <https://doi.org/10.35327/gara.v17i1.377>.
- [11] Nurhayana, C. 2024. "Penerapan Metode Transportasi untuk Mengoptimalkan Waktu Pengiriman Produk pada PT. Sera Banyu Urip." *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 556-571. <https://doi.org/10.47467/elmutjama.v4i1.5338>.
- [12] Khabibulloh, M., & Adi, T. J. W. 2022. Optimasi Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off-TCTO) Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO). *Jurnal Teknik ITS*, 11(3), D146-D153. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.96419>.
- [13] Jayantari, M. W., Predana, I. M. A., & Wade, Y. R. 2022. "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*, 1(1), 20-26. <https://doi.org/10.38043/reinforcement.v1i1.4098>.
- [14] Kumara, I. N. I., Tapa, I. G. F. S., & Susila, I. N. D. 2023. "Behavior And Performance Of Steel Frame Structures With X-Type Concentric Bracing System Due To Variations In Comparison Of Span Width To Story Height (L/H)." *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 23(2), 85-95. <https://doi.org/10.31940/logic.v23i2.85-95>.

- [15] Rizal, R., Juwono, P. T., & Haribowo, R. 2022. "Studi Manajemen Konstruksi Proyek Rehabilitasi Bendungan Simo Di Kabupaten Grobogan Dengan Menggunakan Program Microsoft Project Manager 2016." *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 28-40. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda>.
- [16] Oetomo, W., Priyoto, P., & Uhad, U. (2017). Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(1), 8-22. <https://doi.org/10.33084/mits.v6i1.262>.
- [17] Yasri, D. 2018. "Pengaruh Overtime Terhadap Analisa Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Gudang Arsip Dan Perlengkapan Pekanbaru." *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i1.907>.
- [18] Kumara, I. N. I., Sasongko, S., & Bestari, N. M. P. 2023. "Sosialisasi dan Pendampingan Perencanaan Tempat Pembuangan Sementara di Desa Wisata Pinge Kabupaten Tabanan." *Jurnal ComunitÃ Servizio*, 5(2), 1442-1451. <https://doi.org/10.33541/cs.v5i2.5211>.