



Optimasi waktu proyek konstruksi dengan penambahan jam kerja menggunakan metode crashing

(Studi kasus : Proyek pembangunan gedung pusat terpadu RSUD Sidoarjo)

Zudan Arif Fakhrulloh¹✉, Masca Indra Triana¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia⁽¹⁾

DOI: [10.31004/jutin.v8i1.38965](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.38965)

✉ Corresponding author:

[email: zudanariffakhrulloh97@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Metode Crashing;
Proyek Konstruksi;
Lembur;
Keterlambatan Proyek;
Biaya

Dalam menjalankan proyek konstruksi, keberhasilan proyek diukur melalui penyelesaian yang cepat dan tepat waktu dengan pengeluaran biaya seminimal mungkin, tanpa mengabaikan kualitas hasil pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi waktu dan biaya yang paling optimal dalam pelaksanaan proyek. Studi ini dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Pusat Terpadu RSUD Sidoarjo yang memiliki target penyelesaian 194 hari kalender dan direncanakan selesai dalam 28 minggu. Menurut hasil data yang ada di lapangan pada minggu ke-7 sampai minggu ke-10 mengalami keterlambatan 5,06% dengan nilai progress 8,80% dari 13,86%. Keterlambatan proyek mengakibatkan menurunnya kualitas pekerjaan, maka cara untuk mengatasi salah satunya dengan melakukan metode percepatan (crashing) dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dengan variasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil lembur yang optimal yaitu 3 jam dengan durasi normal 194 hari menjadi 181 hari dipercepat 13 hari dengan biaya total proyek Rp. 62.632.208.400,99 dengan penurunan biaya sebesar Rp. 159.417.599,01 sehingga lebih rendah dibandingkan biaya normal sebesar Rp. 62.791.626.000,00.

Keywords:

Crashing Method;
Construction Project;
Overtime;
Project Delays;
Cost

Abstract

In implementing construction projects, the benchmark for project success can be seen from short and timely completion times with minimal costs without forgetting the quality of the work. This study aims to identify the optimal time and cost for the project. The research was conducted on the construction of the Sidoarjo Regional Hospital's Integrated Central Building, which has a target

completion time of 194 calendar days and is planned to be finished within 28 weeks. Field data revealed a delay of 5.06% between the 7th and 10th weeks, with actual progress reaching 8.80% compared to the planned 13.86%. These delays negatively impacted the quality of work. To address this issue, an acceleration method (crashing) was applied, using the alternative of extended working hours (overtime) with variations of 1 hour, 2 hours, and 3 hours. The research findings indicated that the optimal overtime increase is 3 hours, reducing the project duration from 194 days to 181 days, an acceleration of 13 days. The total project cost was calculated at Rp. 62,632,208,400.99, reflecting a cost reduction of Rp. 159.417.559,01 compared to the normal cost of Rp. 62,791,626,000.00.

1 PENDAHULUAN

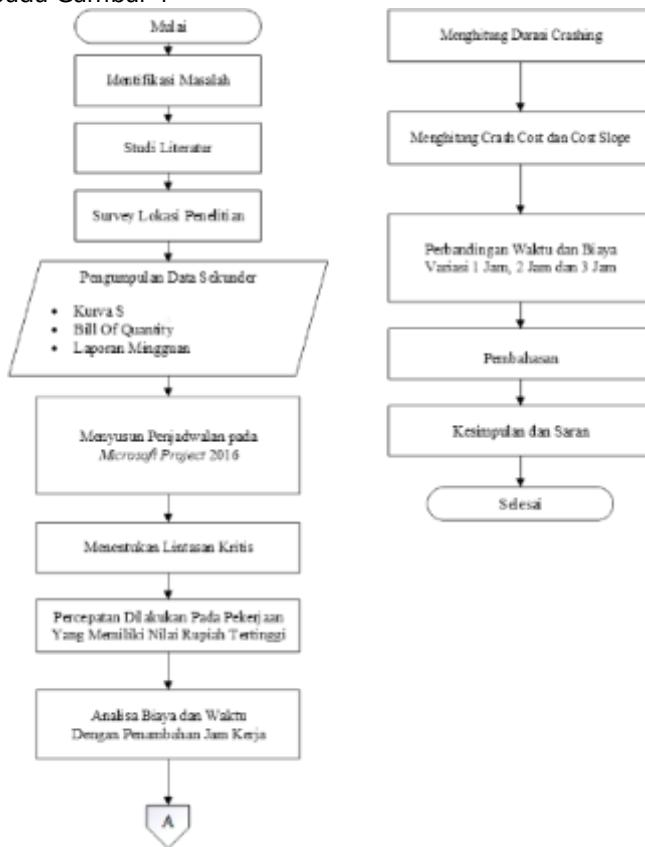
Proyek adalah kumpulan aktivitas dan kejadian yang saling terhubung, dirancang untuk mencapai tujuan tertentu serta menghasilkan output dalam kurun waktu yang telah ditentukan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada (Witjaksana et al., 2019). Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang saling terhubung, dimana setiap pekerjaan berhubungan erat dengan pekerjaan yang lainnya (Elita Saragi & Uli Situmorang, 2022). Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari penyelesaian yang cepat dan tepat waktu dengan biaya yang efisien, tanpa mengesampingkan kualitas hasil pekerjaan (Usman et al., 2023). Permasalahan yang sering muncul dalam proyek meliputi keterlambatan penyelesaian, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti perubahan desain, perbedaan kondisi lokasi, kurangnya tenaga kerja yang memadai, kondisi cuaca, serta kesalahan dalam perencanaan atau spesifikasi (Ananda & Mulyani, 2021). Dari perspektif pemilik, keterlambatan proyek akan mengakibatkan pengurangan pendapatan akibat penundaan dalam pengoperasian fasilitas yang dimiliki (Buya et al., 2022). Keterlambatan dalam proyek konstruksi mengakibatkan perpanjangan waktu pelaksanaan yang telah direncanakan dan disepakati dalam kontrak, juga menyebabkan menurunnya produktivitas juga mengakibatkan pemborosan biaya (Rompis Michelle et al., 2019). Jika dilihat dari segi waktu, jika suatu proyek konstruksi mengalami keterlambatan, maka cara untuk mengatasinya dengan melakukan penjadwalan proyek. Adanya penjadwalan yang tepat diharapkan dapat mengoptimalkan sumber daya dan waktu yang tersedia dengan hasil yang baik dan secepat mungkin (Ana Dwi Rahayu & Heri Zulfiar, 2020). Terdapat berbagai metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengatur waktu dan sumber daya secara efektif yaitu *barchart* dan *network planning* (Wilson Simanungkalit et al., 2022)

Dalam penelitian ini, langkah yang perlu diambil dalam mengoptimalkan waktu adalah dengan penyusunan jaringan kerja proyek, identifikasi kegiatan kritis, perhitungan durasi proyek, serta penentuan jumlah sumber daya yang diperlukan (Budianto & Husin, 2021). Metode *crashing* digunakan untuk mempersingkat waktu dan biaya pekerjaan dengan cara seperti menambah shift kerja, tenaga kerja dan peralatan yang lebih cepat sebagai unsur dari biaya langsung yang lebih cepat (*direct cost*). Menurut (Fikri Miranda Djau Tisano Tj Arsjad & Inkiriwang, 2021) *Crashing* melibatkan dua aspek waktu: waktu normal dan waktu akselerasi, yang juga disebut sebagai waktu *crash*. Dari kedua komponen ini, seseorang dapat memperoleh total waktu akselerasi. Pada pembangunan Gedung Pusat Terpadu RSUD Sidoarjo ini memiliki target penyelesaian sebesar 194 hari kalender dan direncanakan selesai dalam 28 minggu. Namun berdasarkan hasil data dilapangan terdapat keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan struktur dibeberapa jenis pekerjaan dilapangan. Menurut hasil data yang ada pada lapangan yaitu pada minggu ke-7 sampai dengan minggu ke-10 mengalami keterlambatan sebesar 5,06% dengan nilai progress sebesar 8,80 % dari 13,86%. Oleh karena itu, diperlukan percepatan jadwal yang lebih efektif dengan mempertimbangkan kondisi di lapangan, salah satunya melalui penambahan jam kerja.

Dalam penelitian ini, analisis percepatan durasi proyek akan dilakukan pada pelaksanaan proyek konstruksi dengan memanfaatkan *Microsoft Project 2016*, sehingga dapat diidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang berada dilintasan kritis. Pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis tersebut akan dianalisis lebih lanjut melalui metode *crashing* dengan beberapa alternatif, termasuk lembur. Hasil akhir dari perhitungan *crashing* ini diharapkan menghasilkan percepatan durasi proyek yang optimal. Penelitian ini dibatasi hanya pada mekanisme pengendalian waktu dan biaya pada pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pusat Terpadu RSUD Sidoarjo dengan menggunakan Metode *Crashing*.

2 METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, diperlukan tahapan yang diatur secara umum dalam bentuk diagram alir. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir

2.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilaksanakan berupa pembacaan literatur ataupun teori-teori yang relevan dengan penelitian untuk mendukung penulisan tugas akhir. Studi literatur tentang penambahan tenaga kerja, penambahan jam kerja, dan metode *crashing* dengan membaca penelitian terdahulu, dengan tujuan untuk menjadi refensi dalam pengembangan wawasan dan analisis.

2.2 Survey Lokasi Penelitian

Survey lokasi adalah Langkah pertama dalam suatu penelitian sebelum melaksanakan studi literatur. Dalam konteks ini, survey lokasi dilakukan untuk memperoleh gambaran umum mengenai studi kasus yang akan dipakai dalam penelitian ini, yang nantinya akan dikembangkan dalam proses penyusunan penelitian supaya berjalan dengan baik.

2.3 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk penelitian ini, yang bertujuan mendukung penyelesaian rumusan masalah. Data yang diperlukan diantaranya data sekunder meliputi *time schedule* (Kurva S), *bill of quantity* (BoQ), laporan mingguan. Data penelitian ini didapatkan dari Proyek Pembangunan Gedung Pusat Terpadu RSUD Sidoarjo.

2.4 Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang diperoleh atau dikumpulkan dari studi-studi sebelumnya atau yang dirilis oleh lembaga terkait. Berikut adalah data sekunder yang digunakan:

1. Data Time Schedule (Kurva S)

Data time schedule adalah jadwal atau rencana pelaksanaan proyek yang mendefinisikan tahapan-tahapan yang perlu dilakukan selama proyek berlangsung.

2. Bill of Quantity (BoQ)

Data Bill of Quantity (BoQ) atau daftar kuantitas dan harga adalah rincian sistematis dari item-item kegiatan dalam proyek, yang dilengkapi dengan keterangan mengenai volume dan satuan untuk setiap jenis pekerjaan serta harga satuan yang berlaku.

3. Laporan Mingguan Proyek

4. Laporan mingguan proyek adalah dokumen tertulis yang berisi rangkuman laporan harian dan hasil kemajuan pekerjaan dalam satu minggu.

2.5 Pengolahan Data

Saat ini, proses tersebut melibatkan analisis data yang dikumpulkan dari hasil studi lapangan. Informasi ini kemudian diproses sesuai dengan literatur dan teori yang relevan yang berkaitan dengan penelitian ini. Data yang dirujuk mencakup hal-hal berikut:

1. Memperkirakan Waktu Kegiatan

Kegiatan berikutnya yaitu membuat perkiraan waktu yang diperlukan serta menambahkan satuan dan volume sebagai informasi pelengkap yang akan digunakan dalam perhitungan durasi normal

2. Menyusun Penjadwalan Pada Microsoft Project 2016

Dalam menentukan jaringan kerja atau network planning peneliti menggunakan software Microsoft Project dalam menyusun penjadwalan. Kemudian memasukkan data item pekerjaan kedalam aplikasi Microsoft project secara detail dan jelas sesuai dengan urutan aktivitas pekerjaan, dengan sesuai data yang diperoleh.

3. Menentukan Lintasan Kritis

Jalur kritis terdiri dari serangkaian aktivitas yang menghubungkan simpul awal ke simpul akhir, yang penting untuk penyelesaian proyek; semua jalur di simpul tersebut harus dilalui. Setelah melakukan perhitungan maju dan mundur, jalur kritis ini dapat diidentifikasi, yang dicirikan oleh beberapa indikator: ES sama dengan LS, atau EF sama dengan LF, atau LF dikurangi ES sama dengan durasi aktivitas, atau TF sama dengan 0. Dengan memeriksa diagram jaringan beserta total float setiap aktivitas, seseorang dapat menentukan jalur kritis

4. Analisa Biaya dan Waktu Dengan Lembur

Dalam penelitian ini, metode crashing digunakan untuk menghitung durasi crash, biaya crash, dan cost slope. Durasi crash dalam studi ini diterapkan pada pekerjaan yang berada di jalur kritis, di mana keterlambatan dalam pelaksanaannya dapat menyebabkan penundaan pada proyek secara keseluruhan. Setelah dilakukan crash duration langkah selanjutnya ialah dilakukan perhitungan biaya crashing yaitu menghitung upah lembur pekerja pada crashing dan selisih biaya setelah dilakukan crash program menggunakan alternatif percepatan yang telah dipilih sebesar 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Sehingga output yang didapatkan berupa waktu dan biaya.

5. Perbandingan Waktu dan Biaya Variasi 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam

Perbandingan dilakukan guna mengetahui total durasi proyek yang efektif dan efisiensi waktu proyek. Dengan meninjau apakah alternatif percepatan penambahan jam kerja dengan variasi tersebut cukup efisien untuk diterapkan dalam mempercepat durasi proyek.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Proyek

Nama Proyek : Pembangunan Gedung Pusat Terpadu RSUD Sidoarjo

Nilai Proyek : Rp. 62.791.626.000.00

Waktu Pelaksanaan : 194 Hari Kalender

3.2 Daftar Pekerjaan Lintasan Kritis

Dari Microsoft Project dapat diketahui durasi dan daftar kegiatan-kegiatan kritis pada proyek Pembangunan Gedung Pusat Terpadu RSUD Sidoarjo, dari total 74 lintasan kritis hanya 3 (tiga) yang diambil dikarenakan memiliki nilai rupiah yang tertinggi. Berikut lintasan kritis yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Table 1. Daftar Pekerjaan Lintasan Kritis

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi	Nilai Rupiah
1	Pemancangan SpunPile 600 mm	m'	8478,00	21	Rp. 1.060.597.800,00
2	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai				
1					
	Urugan Pasir Urug	m3	80,67	3	Rp. 25.407.823,20
	Lantai Kerja Beton	m3	40,34	4	Rp. 41.335.187,80
	Pembesian BJTS-420 B/BJTP 24	kg	13837,37	12	Rp. 211.711.761,00
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c 25 Mpa	m3	100,84	3	Rp.124.330.678,00
				Total	Rp. 402.785.450,00

Table 1. Daftar Pekerjaan Lintasan Kritis (Lanjutan)

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Durasi	Nilai Rupiah
3	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai				
2					
	Pasang Bekisting untuk Plat Lantai Multipleks t=9 mm melamin	m2	990,96	12	Rp. 385.800.547,20
	Pembesian BJTS-420 B/BJTP 24	kg	13799,25	12	Rp. 211.128.525,00
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c 25 Mpa	m3	100,84	3	Rp. 152.725.516,50
				Total	Rp. 749.654.588,70

3.3 Jumlah Tenaga Kerja dan Upah Pada Pekerjaan Normal

Berikut Contoh Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja dan Upah Pada Pekerjaan Normal per hari pada pekerjaan Pemancangan SpunPile 600mm.

A. Kebutuhan jumlah tenaga kerja per hari untuk pekerjaan dalam kondisi normal.

Koefisine tenaga kerja

- a. Tukang Batu = 0,1141
- b. Pekerja = 0,2282
- c. Mandor = 0,0228

$$\text{Jumlah tenaga kerja per hari} = \frac{\text{Volume} \times \text{Koefosien}}{\text{Durasi Normal}} \div \text{Jam Kerja Perhari}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (8478 \times 0.2282) / 21 \div 8 \\ &= 11,5160 \approx 12 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Batu} &= (8478 \times 0.1141) / 21 \div 8 \\ &= 5,7580 \approx 6 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (8478 \times 0.0228) / 21 \div 8 \\ &= 1,1506 \approx 1 \text{ orang} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas menggunakan pembagi jam kerja perhari karena pada koefisien yang didapatkan merupakan satuan Orang Per Jam maka harus dibagi 8 jam kerja perhari.

B. Perhitungan upah untuk pekerjaan dalam kondisi normal.

Upah Pekerja Perjam

$$\begin{aligned} \text{Tukang Batu} &= \text{Rp. } 18.569,51 \\ \text{Pekerja} &= \text{Rp. } 18.569,51 \end{aligned}$$

Mandor	= Rp. 24.079,44
Upah Perhari Pekerja	= Upah perjam pekerja \times Jumlah pekerja per hari \times 8 Jam kerja
	= Rp. 18.569,51 \times 11,5160 \times 8 Jam kerja
	= Rp. 1.710.764,39
Tukang Batu	= Rp. 18.569,51 \times 5,7580 \times 8 Jam kerja
	= Rp. 855.382,19
Mandor	= Rp. 24.079,44 \times 1,1506 \times 8 Jam kerja
	= Rp. 221.643,68

Upah harian karyawan yang terlibat dalam tugas rutin

$$= \text{Rp. } 1.710.764,39 + \text{Rp. } 855.382,19 + \text{Rp. } 221.643,68$$

$$= \text{Rp. } 2.784.790,26$$

C. Pendapatan keseluruhan untuk tenaga kerja standar pada proyek Spunpile 600mm

$$= \sum \text{Upah Perhari} \times \text{Durasi Normal}$$

$$= \text{Rp. } 2.784.790,26 \times 21$$

$$= \text{Rp. } 58.543.595,49$$

3.4 DURASI CRASH

Untuk dapat mengetahui durasi *crash*, Adapun Langkah yang pertama ialah menghitung produktivitas normal dari aktivitas pekerjaan.

Table 2. Penurunan Indeks Produktivitas

Durasi Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70

A. Perhitungan Durasi Crash Pekerjaan SpunPile 600mm Durasi Lembur 1 Jam :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal (hari)} &= \text{Volume} / \text{Durasi Normal (Hari)} \\ &= 8.478,00 / 21 (\text{Hari}) \\ &= 403,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal (jam)} &= \text{Volume} / \text{Durasi Normal (Jam)} \\ &= 8.478,00 / 168 (\text{Jam}) \\ &= 50,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration} &= \text{Volume} / ((\text{Prod. Normal (hari)} + (\text{durasi lembur} \times \text{Prod. Normal (jam)} \\ &\quad \times \text{koefisien produktivitas})) \\ &= 8.478,00 / (403,71 + (1 \times 50,46 \times 0,9)) \\ &= 18,88 \text{ hari} \end{aligned}$$

B. Perhitungan Durasi Crash Pekerjaan SpunPile 600mm Durasi Lembur 2 Jam :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal (hari)} &= \text{Volume} / \text{Durasi Normal (Hari)} \\ &= 8.478,00 / 21 (\text{Hari}) \\ &= 403,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal (jam)} &= \text{Volume} / \text{Durasi Normal (Jam)} \\ &= 8.478,00 / 168 (\text{Jam}) \\ &= 50,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration} &= \text{Volume} / ((\text{Prod. Normal (hari)} + (\text{durasi lembur} \times \text{Prod. Normal (jam)} \\ &\quad \times \text{koefisien produktivitas})) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \times \text{koefisien produktivitas}) \\
 & = 8.478,00 / (403,71 + (2 \times 50,46 \times 0,8)) \\
 & = 17,50 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

C. Perhitungan Durasi Crash Pekerjaan SpunPile 600mm Durasi Lembur 3 Jam :

Produktivitas normal (hari)	= Volume / Durasi Normal (Hari)
	= 8.478,00 / 21 (Hari)
	= 403,71
Produktivitas normal (jam)	= Volume / Durasi Normal (Jam)
	= 8.478,00 / 168 (Jam)
	= 50,46
Crash Duration	= Volume / ((Prod. Normal (hari) + (durasi lembur x Prod. Normal (jam) x koefisien produktivitas))
	= 8.478,00 / (403,71 + (3 x 50,46 x 0,7))
	= 16,63 hari

Table 3. Rekapitulasi Durasi Crash

No	Item Pekerjaan	Durasi	Crash Duration		
			1 Jam	2 Jam	3 Jam
1	Remancangan SpunPile 600 mm	21	18,88	17,50	16,63
2	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 1				
	Urugan Pasir Urug	3	2,70	2,50	2,38
	Lantai Kerja Beton	4	3,60	3,33	3,17

Table 3. Rekapitulasi Durasi Crash (Lanjutan)

No	Item Pekerjaan	Durasi	Crash Duration		
			1 Jam	2 Jam	3 Jam
	Pembesian BJTS-420 B/BJTP 24	12	10,79	10	9,50
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa	3	2,70	2,50	2,38
	f'c 25 Mpa				
3	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 2				
	Pasang Bekisting untuk Plat Lantai				
	Multipleks t=9mm melamin				
	Pembesian BJTS-420 B/ BJTP 24	12	10,79	10	9,50

3.5 CRASH COST

Untuk menghitung biaya crash, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Berikut contoh perhitungan biaya crash pada pekerjaan Pemancangan SpunPile 600mm :

A. Perhitungan Biaya Crash pada Pekerjaan Pemancangan SpunPile 600mm

1. Upah Normal per jam

Upah normal perjam = (Upah perhari)/(Jam kerja normal)

Pekerja = (Rp. 148.556,08)/(8 jam/hari)

= Rp. 18.569,51

Tukang = (Rp. 148.556,08)/(8 jam/hari)

= Rp. 18.569,51

Mandor = (Rp. 192.635,52)/(8 Jam/hari)

= Rp. 24.079,44

2. Upah Lembur 1 jam pertama

Upah normal perjam = 1,5 × Upah normal perjam

Pekerja	= $1,5 \times \text{Rp. } 18.569,51$
	= $\text{Rp. } 27.854,27$
Tukang	= $1,5 \times \text{Rp. } 18.569,51$
	= $\text{Rp. } 27.854,27$
Mandor	= $1,5 \times \text{Rp. } 24.079,44$
	= $\text{Rp. } 36.119,16$

3. Upah Lembur 2 jam

Upah normal perjam = $2 \times$ Upah normal perjam

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 2 \times \text{Rp. } 18.569,51 \\ &= \text{Rp. } 37.139,02 \\ \text{Tukang} &= 2 \times \text{Rp. } 18.569,51 \\ &= \text{Rp. } 37.139,02 \\ \text{Mandor} &= 2 \times \text{Rp. } 24.079,44 \\ &= \text{Rp. } 48.158,88 \end{aligned}$$

4. Upah Lembur 3 Jam

Upah normal perjam = $2 \times$ Upah normal perjam

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 2 \times \text{Rp. } 18.569,51 \\ &= \text{Rp. } 37.139,02 \\ \text{Tukang} &= 2 \times \text{Rp. } 18.569,51 \\ &= \text{Rp. } 37.139,02 \\ \text{Mandor} &= 2 \times \text{Rp. } 24.079,44 \\ &= \text{Rp. } 48.158,88 \end{aligned}$$

5. Upah Lembur Total

Upah lembur total = (upah normal perhari + upah lembur 1 jam pertama + upah lembur jam ke 2 + upah lembur jam ke 3)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (\text{Rp. } 148.556,08 + \text{Rp. } 27.854,26 + \text{Rp. } 37.139,02 \\ &\quad + \text{Rp. } 37.139,02) \\ &= \text{Rp. } 250.688,39 \\ \text{Tukang Batu} &= (\text{Rp. } 148.556,08 + \text{Rp. } 27.854,26 + \text{Rp. } 37.139,02 \\ &\quad + \text{Rp. } 37.139,02) \\ &= \text{Rp. } 250.668,39 \\ \text{Mandor} &= (\text{Rp. } 192.635,51 + \text{Rp. } 36.119,19 + \text{Rp. } 48.158,38 \\ &\quad + \text{Rp. } 48.158,38) \\ &= \text{Rp. } 325.072,43 \end{aligned}$$

6. Upah Lembur Pekerja Per hari

Upah lembur pekerja perhari = Jumlah pekerja \times Upah lembur

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 12 \times \text{Rp. } 250.688,39 \\ &= \text{Rp. } 3.008.260,62 \\ \text{Tukang Batu} &= 6 \times \text{Rp. } 250.688,39 \\ &= \text{Rp. } 1.504.130,31 \\ \text{Mandor} &= 1 \times \text{Rp. } 325.072,43 \\ &= \text{Rp. } 325.072,43 \\ \text{Total Upah lembur pekerja perhari} &= \text{Rp. } 4.837.463,36 \end{aligned}$$

7. Total Upah Lembur pada Pekerjaan Pemancangan SpunPile 600mm

Jumlah Upah Lembur perhari \times Durasi Percepatan

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 4.837.463,36 \times 16,63 \\ &= \text{Rp. } 80.466.737,02 \end{aligned}$$

3.6 Cost Slope

Menghitung cost slope yaitu dengan membagi selisih antara biaya crash dan biaya normal dengan selisih antara durasi normal dan durasi crash.

Diketahui :

Biaya Normal = Rp. 58.543.595,49

Biaya Crash = Rp. 80.464.737,02

Durasi Normal = 21 Hari

Durasi Crash = 16,63 Hari

Cost Slope = (Biaya Crash-Biaya Normal)/(Durasi Normal-Durasi Crash)

= (Rp.80.466.737,02-Rp.58.543.595,49)/(21-16,63)

= Rp. 5.020.488,20

Table 4. Rekapitulasi Cost Slope 1 Jam

No	Item Pekerjaan	Normal		Crashing		Cost Slope
		Durasi	Biaya	Durasi	Biaya	
1	Pemancangan SpunPile 600mm	21	Rp 58.543.595,49	18,88	Rp 64.257.940,22	Rp 2.690.881,91
2	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 1					
	Urugan Pasir Urug	3	Rp 3.799.164,94	2,70	Rp 4.393.029,22	Rp 1.957.552,62
	Lantai Kerja Beton	4	Rp 9.442.625,84	3,60	Rp 10.621.699,27	Rp 2.914.931,53
	Pembesian BJTS-420 B / BJTP 24	12	Rp 31.622.170,82	10,79	Rp 33.885.573,14	Rp 1.865.211,17
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c = 25 Mpa	3	Rp 8.466.102,87	2,70	Rp 9.802.466,51	Rp 4.405.050,50
3	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 2					
	Pasang Bekisting untuk Plat Lantai Multipleks t=9mm Melam	12	Rp 157.178.052,39	10,79	Rp 168.419.034,47	Rp 9.263.401,90
	Pembesian BJTS-420 B / BJTP 24	12	Rp 31.535.056,21	10,79	Rp 34.066.251,72	Rp 2.085.892,60
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c = 25 Mpa	3	Rp 10.399.604,95	2,70	Rp 11.229.606,38	Rp 2.735.930,64

Table 5. Rekapitulasi Cost Slope 2 Jam

No	Item Pekerjaan	Normal		Crashing		Cost Slope
		Durasi	Biaya	Durasi	Biaya	
1	Pemancangan SpunPile 600mm	21	Rp 58.543.595,49	17,50	Rp 72.114.037,07	Rp 3.877.269,02
2	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 1					
	Urugan Pasir Urug	3	Rp 3.799.164,94	2,50	Rp 4.930.115,58	Rp 2.261.901,27
	Lantai Kerja Beton	4	Rp 9.442.625,84	3,33	Rp 11.920.295,18	Rp 3.716.504,01
	Pembesian BJTS-420 B / BJTP 24	12	Rp 31.622.170,82	10,00	Rp 38.231.149,82	Rp 3.304.489,50
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c = 25 Mpa	3	Rp 8.466.102,87	2,50	Rp 11.000.904,03	Rp 5.069.602,31
3	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 2					
	Pasang Bekisting untuk Plat Lantai Multipleks t=9mm Melam	12	Rp 157.178.052,39	10,00	Rp 189.009.738,79	Rp 15.915.843,20
	Pembesian BJTS-420 B / BJTP 24	12	Rp 31.535.056,21	10,00	Rp 38.231.149,82	Rp 3.348.046,80
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c = 25 Mpa	3	Rp 10.399.604,95	2,50	Rp 12.602.524,26	Rp 4.405.838,63

Table 6. Rekapitulasi Cost Slope 3 Jam

No	Item Pekerjaan	Normal		Crashing		Cost Slope
		Durasi	Biaya	Durasi	Biaya	
1	Pemancangan SpunPile 600mm	21	Rp 58.543.595,49	16,63	Rp 80.464.737,02	Rp 5.020.488,20
2	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 1					
	Urugan Pasir Urug	3	Rp 3.799.164,94	2,38	Rp 5.501.015,75	Rp 2.728.363,99
	Lantai Kerja Beton	4	Rp 9.442.625,84	3,17	Rp 13.300.647,91	Rp 4.638.812,25
	Pembesian BJTS-420 B / BJTP 24	12	Rp 31.622.170,82	9,50	Rp 42.658.261,01	Rp 4.423.194,88
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c = 25 Mpa	3	Rp 8.466.102,87	2,38	Rp 12.274.792,61	Rp 6.105.994,66
3	Plat Lantai S1-Thk 125mm Lantai 2					
	Pasang Bekisting untuk Plat Lantai Multipleks t=9mm Melamin	12	Rp 157.178.052,39	9,50	Rp 210.896.789,90	Rp 21.530.128,92
	Pembesian BJTS-420 B / BJTP 24	12	Rp 31.535.056,21	9,50	Rp 42.658.261,01	Rp 4.458.109,86
	Cor Beton Ready Mix dengan Pompa f'c = 25 Mpa	3	Rp 10.399.604,95	2,38	Rp 15.383.589,61	Rp 7.990.197,64

3.7 Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Berdasarkan Peraturan Badan Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah Nomor 9 Tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Melalui Penyedia, persentasenya ditetapkan sebesar 15% (lima belas persen). Berikut ini adalah rincian lengkap biaya langsung dan biaya tidak langsung:

1. Tahap Normal
 - a. Nilai Kontrak RAB (*real cost*)

- = Rp. 62.791.626.000,00.
- b. Profit
 = Total Biaya Proyek \times 10%
 = Rp. 62.791.626.000,00. \times 10%
 = Rp. 6.279.162.600,00
- c. Biaya Overhead
 = Total Biaya Proyek \times 5%
 = Rp. 62.791.626.000,00. \times 5%
 = Rp. 3.139.581.300,00.
- d. Biaya Overhead per hari
 = Biaya Overhead / Durasi Normal
 = Rp. 3.139.581.300,00. / 194 hari
 = Rp. 16.183.408,76
- e. Biaya langsung (85% *Real Cost*)
 = Nilai Kontrak \times 85%
 = Rp. 62.791.626.000,00. \times 85%
 = Rp. 53.372.882.100,00
- f. Biaya tidak langsung
 = Profit + Biaya Overhead
 = Rp. 6.279.162.600,00. + Rp. 3.139.581.300,00.
 = Rp. 9.418.743.900,00

2. Tahap Crashing

Ilustrasi cara menghitung biaya langsung, biaya tidak langsung, dan biaya crashing secara keseluruhan, dengan mempertimbangkan tambahan 3 jam kerja lembur yang mengakibatkan pengurangan 13 hari dari jadwal standar:

Durasi Crash	= 181 hari
Biaya Langsung	= Biaya Langsung Normal + Total Cost Slope 3 jam = Rp. 53.372.882.100,00. + Rp. 56.895.290,39 = Rp. 53.429.777.390,39
Biaya Tidak Langsung	= (Durasi Crash \times Overhead Per Hari) + Profit = (181 Hari \times Rp. 16.183.408,76) + Rp. 6.279.162.600,00 = Rp. 9.202.431.010,60
Total Cost	= Rp. 53.429.777.390,39 + Rp. 9.202.431.010,60 = Rp. 62.632.208.400,99

Table 7. Rekapitulasi Cost Slope 3 Jam

Kondisi	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Cost
Normal	194	Rp 53.372.882.100,00	Rp 9.418.743.900,00	Rp 62.791.626.000,00
Alternatif Lembur 1 Jam	187	Rp 53.400.800.952,87	Rp 9.304.187.186,29	Rp 62.704.988.139,16
Alternatif Lembur 2 Jam	182	Rp 53.414.781.594,74	Rp 9.229.937.464,43	Rp 62.644.719.059,17
Alternatif Lembur 3 Jam	181	Rp 53.429.777.390,39	Rp 9.202.431.010,60	Rp 62.632.208.400,99

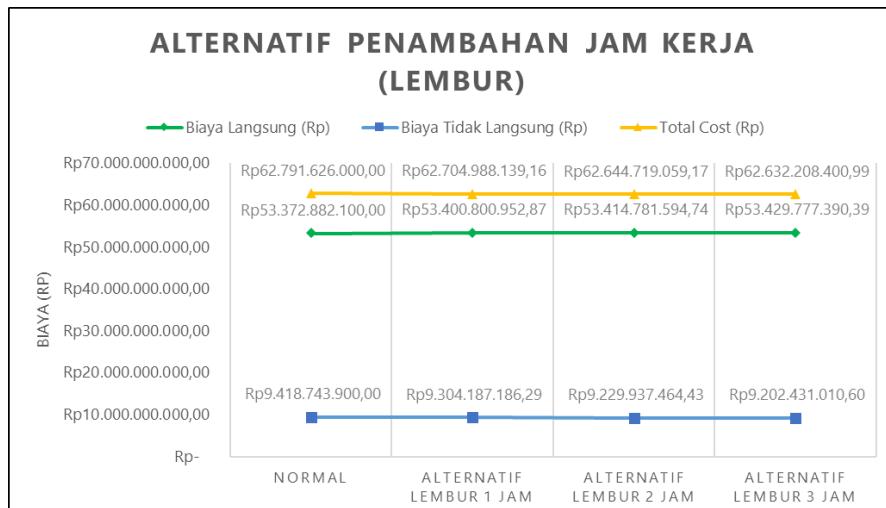
3.8 Perbandingan Waktu dan Biaya Variasi 1 Jam 2 Jam dan 3 Jam

Pada gambar di bawah, total durasi proyek dalam kondisi normal adalah 194 hari. Ketika proyek dipercepat dengan lembur sebanyak 1 jam, durasi proyek berhasil menjadi 187 hari lalu pada saat dipercepat dengan alternatif 2 jam mendapatkan durasi sebesar 183 hari dan dipercepat selama 3 jam lembur mendapatkan durasi sebesar 181 hari.

Table 8. Perbandingan Waktu Variasi 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam

Alternatif Percepatan	Durasi (hari)			
	Waktu Normal	Penambahan Durasi 1 jam	Penambahan Durasi 2 jam	Penambahan Durasi 3 Jam
Penambahan Jam Kerja (Lembur)	194 hari	187 hari	183 hari	181 hari

Pada gambar selanjutnya menunjukkan perbandingan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total cost pada alternatif penambahan jam kerja lembur dengan variasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Biaya Pada Alternatif 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam

4 KESIMPULAN

Total pengeluaran untuk 1 jam kerja lembur tambahan sebesar Rp. 62.704.998.139,16 sehingga terjadi selisih biaya sebesar Rp. 86.637.860,84 yang lebih rendah dari biaya standar, sedangkan durasinya berkurang menjadi 187 hari atau 7 hari lebih pendek dari jadwal normal. Skenario kedua, dengan penambahan waktu lembur menjadi 2 jam, biaya totalnya menjadi Rp. 62.652.810.763,56, artinya ada selisih biaya sebesar Rp. 146.906.940,83 di bawah biaya normal dan durasinya menjadi 183 hari atau berkurang 11 hari dari durasi normal. Skenario ketiga, dengan penambahan waktu lembur selama 3 jam, biaya totalnya menjadi Rp. 62.632.208.400,99, dengan selisih biaya sebesar Rp. 159.417.599,01 di bawah biaya normal dan durasinya menjadi 181 hari atau berkurang 13 hari dari durasi normal.

Jika ditelaah dari ketiga skenario tersebut terkait lembur, maka skenario dengan penambahan waktu lembur sebanyak 3 jam merupakan skenario yang paling efisien karena lebih cepat 13 hari dan menghasilkan pengurangan biaya proyek secara total sebesar Rp. 159.417.599,01 dibandingkan dengan skenario pertama dan kedua., sehingga total biaya proyek menjadi Rp. 62.632.208.400,99, yang lebih rendah dibandingkan dengan biaya normal.

5 REFERENCES

- Ana Dwi Rahayu, F., & Heri Zulfiar, M. (2020). *PERCEPATAN JADWAL MENGGUNAKAN SISTEM LEMBUR DENGAN PRECEDENCE DIAGRAMMING METHOD (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN PIDEKSO YANG TERLETAK DI KABUPATEN WONOGIRI PROVINSI JAWA TENGAH)*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ananda, R., & Mulyani, E. (2021). ANALISIS KETERLAMBATAN DAN KUALITAS HASIL PEKERJAAN PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 8(1). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.26418/jelast.v8i1.46036>

- Budianto, E. A., & Husin, A. E. (2021). Analisis Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Gudang Amunisi. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(3).
- Buya, M., Ashad, H., & Watono. (2022). Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pada Pembagunan Kantor Bupati Pulau Taliabu Dengan Metode Analytic Hierarchy Process. *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur Dan Sains*, 1(1), 44–53.
- Elita Saragi, T., & Uli Situmorang, R. A. (2022). OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PERCEPATAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF DENGAN ALTERNATIF PENAMBAHAN TENAGA KERJA DAN JAM KERJA (LEMBUR) (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Convention Hall Kab. Deli Serdang). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2).
- Fikri Miranda Djau Tisano Tj Arsjad, M., & Inkiriwang, R. L. (2021). PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK DENGAN PENAMBAHAN TENAGA KERJA PADA PEMBANGUNAN RUKO DI JALAN BUKIT MORIA, TIKALA BARU. *Jurnal Sipil Statik*, 9(4), 709–716.
- Rompis Michelle, A. O., Ingkiriwang, R. L., & Sibi, M. (2019). OPTIMASI WAKTU PROYEK DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA MENGGUNAKAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD PADA PROYEK REHABILITASI PUSKESMAS MINANGA. *Jurnal Sipil Statik*, 7(9), 1203–1210.
- Usman, S., Muhammad, A. H., Adjum, I., Kom, M., & Altarans, I. (2023). OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA DAN PENAMBAHAN TENAGA KERJA MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Islamic Center Halmahera Tengah). *Jurnal Teknik*, 16(1), 17–31. www.jurnal.ummu.ac.id/dintek
- Wilson Simanungkalit, A., Lubis, M., & Simbolon, R. H. (2022). EVALUASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHODE) PADA PROYEK PEMBANGUNAN MALL SUZUYA JLN.KARYA WISATA MEDAN JOHOR. *Cetak Buletin Utama Teknik*, 18(1), 1410–4520.
- Witjaksana, B., Ratnawati, T., & Abdul Rahim, M. (2019). Activity Based Management Change Order Model-Based Economic Value Added Through The Effectiveness And Efficiency To Improve The Financial Performance Of Building Construction Projects In Surabaya City. *Archives of Business Research*, 7(2), 153–170. <https://doi.org/10.14738/abr.72.6201>