

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK REAHABILITASI GEDUNG SERBAGUNA LONTAR SURABAYAMENGGUNAKAN METODE *CRASHING*

Agus Setiawan (agussetiawan@unisda.ac.id)¹

Ainun Nurin Sharvina (vina@unisda.ac.id)²

Choirul Anam (choirulanam@unisda.ac.id)³

M. Nasikhul Abid (muhammadnasikhul.2022@mhs.unisda.ac.id)⁴

Sulis Tyaswati (sulis.2022@mhs.unisda.ac.id)⁵

Zahratus Sita Nur Salsabila (zahratus.2022@mhs.unisda.ac.id)⁶

**Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Darul ‘Ulum
Lamongan^{1, 2, 3, 4, 5, 6}**

ABSTRAK

Proyek konstruksi merupakan rangkaian pekerjaan yang sensitif karena setiap aspeknya saling mempengaruhi. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi sering terjadi konflik antara jadwal rencana kerja yang tidak sesuai dengan realisasi di lapangan. Penyebab sering terjadinya keterlambatan adalah karena adanya perubahan situasi saat pelaksanaan proyek, perubahan desain, faktor cuaca, kebutuhan tenaga kerja, dan lain sebagainya. Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Lontar Kota Surabaya yang memiliki estimasi waktu pengerjaan kurang lebih 24 minggu saat ini tengah mengalami permasalahan yaitu adanya permintaan percepatan waktu pengerjaan proyek yang dalam pelaksanaannya mengalami keterlambatan pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penghematan durasi dan biaya proyek dengan menggunakan metode crashing program yang bertujuan untuk menggambarkan aktivitas jaringan dan melakukan optimasi dengan bantuan software Microsoft Project. Hasil yang diperoleh yaitu durasi waktu normal 164 hari kalender setelah aktivitas crashing dengan penambahan jam kerja (lembur) menjadi 108 hari kalender, sedangkan jika menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja menjadi 123 hari kalender. Dengan penambahan biaya akibat kegiatan crashing dengan penambahan jam kerja (lembur) sebanyak 4 jam selama 56 hari adalah sebesar Rp. 159.350.156. Sedangkan perbandingan biaya yang dibutuhkan untuk percepatan dengan alternatif penambahan tenaga kerja selama 41 hari adalah sebesar Rp. 106.433.952.

Kata Kunci: Manajemen Konstruksi; Microsoft Project; *crashing*; Optimasi.

ABSTRAK

Abstract — A construction project is a sensitive set of work because each aspect affects each other in a similar way. In the implementation of construction projects there is often a conflict between the schedule of the work plan that does not correspond to the realization on the field. Often the cause of delays is due to a change in the situation during the implementation of the project, changes in design, weather factors, labor needs, and so on the construction Lontar Multipurpose Building Development Project, Surabaya City, which has an estimated work time of approximately 24 weeks, is experiencing problems, namely the demand for accelerated work time, which in its implementation is due to delays. This research will analyze the acceleration time and cost of project using the Crashing program method which aims to describe the work network activity and optimize it with the help of microsoft project software. The result in the normal duration of 377

calendar days after the crash activity with the addition of working hours (overtime) to 232 calendar days while if using the alternative, adding the working time to 248 calendar days. With the addition of costs due to crashing activities with the addition of working hours (overtime) of 4 hours for 56 days is Rp. 159.350.156. Meanwhile, the comparison of the cost required for acceleration with the alternative of adding labor for 41 days is Rp. 106.433.952.

Keywords: *construction management; Microsoft Project; crashing program; optimization.*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur pendidikan merupakan salah satu aspek penting dalam meningkatkan mutu proses belajar mengajar. Pembangunan gedung ruang kelas baru di SMP Negeri 2 Mantup merupakan bagian dari upaya penyediaan fasilitas pendidikan yang layak dan memadai. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi seperti ini, efisiensi waktu dan biaya menjadi dua faktor krusial yang saling memengaruhi. Keterlambatan proyek tidak hanya berdampak pada kenaikan biaya, tetapi juga dapat mengganggu jadwal operasional sekolah dan menurunkan kualitas pelaksanaan proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1999).

Crashing adalah salah satu metode untuk mempercepat atau memperlambat waktu penyelesaian proyek. Metode crashing merupakan teknik percepatan proyek dengan cara menambahkan sumber daya atau biaya pada aktivitas tertentu, sehingga durasi aktivitas tersebut dapat diperpendek. Aktivitas-aktivitas yang dipilih untuk dilakukan crashing biasanya adalah aktivitas yang berdampak langsung terhadap waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, dan dipilih berdasarkan analisis efisiensi antara penambahan biaya dan pengurangan waktu yang dihasilkan (Kerzner, 2017).

Penerapan metode crashing harus mempertimbangkan keseimbangan antara manfaat percepatan dan konsekuensi biaya tambahan. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam untuk menentukan alternatif *crashing* yang paling optimal, yaitu yang menghasilkan pengurangan durasi proyek dengan peningkatan biaya seminimal mungkin (PMI, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan metode *crashing* dalam percepatan proyek pembangunan ruang kelas baru di SMP Negeri 2 Mantup. Fokus analisis meliputi identifikasi aktivitas yang dapat dipercepat, perhitungan durasi proyek setelah crashing, serta estimasi peningkatan biaya yang ditimbulkan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi pengelola proyek dalam mengambil keputusan strategis terkait efisiensi waktu dan biaya.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Crashing Program*

Crashing Program adalah metode untuk mempercepat satu atau lebih aktivitas dari keseluruhan aktivitas proyek. Menambah, personel, peralatan atau jam kerja dan jika dapat mempersingkat durasi aktivitas dan jika merupakan jalur kritis, mempercepat proyek secara keseluruhan (Dwijayanto, 2021). Jika prosesnya dipercepat secara tidak langsung akan menimbulkan biaya tambahan. Biaya tambahan ini dapat tercermin dalam biaya tenaga kerja, material, dan peralatan yang terkait langsung dengan operasi yang dipercepat. Penurunan aktivitas ini dapat menyebabkan peningkatan biaya tidak langsung karena pekerjaan tidak efisien dan karena dipercepat serta pekerjaan dapat terselesaikan dalam waktu tertentu. Mempercepat pelaksanaan proyek harus direncanakan terlebih dahulu. Ini dapat menghasilkan dorongan berkelanjutan yang baik. Saat

merencanakan, perhatian harus diberikan pada keseimbangan, meskipun hal ini dapat menyebabkan peningkatan sumber daya manusia. Namun, selama peningkatan SDM lebih murah daripada biaya tambahan akibat keterlambatan proyek, maka peningkatan SDM masih bisa dihitung (Putri et al., 2021).

Kegiatan dalam suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu:

1. Mengadakan shift pekerjaan, berarti biaya tambahan berupa biaya untuk penerangan, makan dan lain sebagainya
2. Memperpanjang waktu kerja (lembur)
3. Menggunakan alat bantu yang lebih produktif
4. Menambah jumlah pekerja
5. Menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya

2.2 Analisa Percepatan Waktu

Kapasitas kerja adalah kemampuan rata-rata teknisi dalam menangani beban kerja harian, atau dapat dicari dengan membagi beban kerja dengan durasi pekerjaan (Rofiq et al., 2020).

Berikut merupakan persamaan dalam menghitung jumlah pekerja dan durasi crashing:

1. Mengetahui kapasitas pekerjaan:

$$\text{Kapasitas Pekerjaan} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}}$$

2. Mengetahui indeks jumlah pekerja:

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Pekerjaan} \times \text{Durasi Pekerjaan}}$$

3. Mengetahui durasi crashing:

$$\text{Durasi Crashing} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Pekerjaan} \times \text{Jumlah Pekerja}}$$

Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1, 2, 3, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (Putri et al., 2021).

Dari uraian tersebut didapatkan perhitungan sebagai berikut:

4. Mengetahui produktivitas harian:

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal Pekerjaan}}$$

5. Mengetahui produktivitas tiap jam:

$$\text{Produktivitas Tiap Jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja per Hari}}$$

6. Mengetahui produktivitas harian sesudah crash:

$(\text{Jam kerja/hari} \times \text{Produktifitas tiap jam}) + (A \times B \times \text{Produktifitas tiap jam})$ Note:

A = Lama penambahan jam kerja (lembur) B = Koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja.

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram alir



Gambar 3.1 Diagram alir

Sumber : olahan penulis 2025

3.2 Data yang diperoleh

Penelitian dilakukan pada proyek pembanguna Gedung Serbaguna Lontar tersebut dilaksanakan oleh CV. Firda Konsultan selaku kontraktor pelaksana yang ditunjuk. Proyek pembangunan Gedung Serbaguna Lontar dimulai pada bulan Juli Tahun 2024 dengan estimasi waktu pengerjaan selama kurang lebih 164 hari

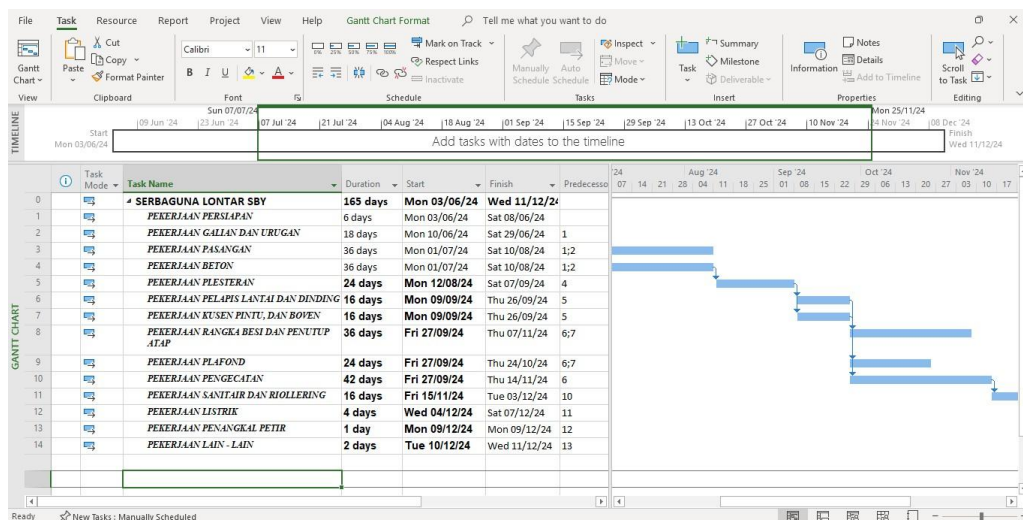
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hubungan logika ketergantungan kegiatan dan durasi proyek.

Hubungan logika ketergantungan kegiatan dibuat berdasarkan pemahaman terhadap seluruh hal mengenai dokumen proyek yang meliputi : Kontrak, gambar, spesifikasi dan metodemetode tentang pelaksanaan proyek, kemudian dipecah menjadi item-item pekerjaan yang cukup detail menurut pola struktur dan hirarki tertentu. Dalam tahapan ini dilakukan penggolongan item pekerjaan sesuai dengan urutan dari metode pelaksanaan proyek. Setelah menentukan hubungan logika ketergantungan kegiatan, selanjutnya adalah mengolah data tersebut menggunakan *Software Microsoft Project* yang bertujuan mengetahui lintasan kritis pada item-item pekerjaan proyek.

Penjadwalan proyek menggunakan *Microsoft Project*

Penjadwalan proyek menggunakan *Microsoft Project* bertujuan untuk mengimplementasikan sebuah perencanaan waktu dengan lebih mudah dan cepat. Kemampuan untuk menggunakan aplikasi ini njuga menentukan apakah proyek dapat berjalan dengan baik atau tidak



Gambar 4 Tampilan Gantt Chart

Sumber : oleh penulis 2025

Dari penjadwalan proyek menggunakan Microsoft project, maka diperoleh data berupa critical task atau pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis serta durasi pekerjaan normal untuk menyelesaikan proyek selama 164 hari dari tanggal (03 juni 2024 s/d 09 desember 2024)

Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek (*Crashing*)

Percepatan waktu (*Crashing*) adalah metode untuk mempercepat waktu untuk mengejar keterlambatan yang sedang terjadi disuatu proyek dengan cara mempercepat satu atau beberapa pekerjaan dari keseluruhan proyek. Dalam pembahasan kali ini terdapat 2 metode *Crashing* yaitu penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan pekerja. Aktivitas pekerjaan yang dilakukan *crashing* adalah aktivitas yang berada pada lintasan kritis yang didapat dari penjadwalan proyek sebelumnya. Setelah didapat hasil data penjadwalan (*Critical Task*) kemudian dilakukan rekapitulasi mengenai volume, durasi dan normal biaya pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

Penambahan jam kerja (lembur)

Proses ini dilakukan untuk mempersingkat durasi waktu pelaksanaan proyek dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan mendapatkan jadwal serta biaya yang ekonomis. Berikut analisa *Crashing* kegiatan yang berada dilintasan kritis. Waktu kerja normal mulai 08.00 s/d 12.00 dan dilanjutkan 13.00 s/d 17.00. waktu istirahat tidak dihitung, sehingga waktu kerja normal adalah 8 jam.

Pekerjaan Urugan limestone pemadatan dengan alat berat

Volume : 1358,73 m³

Normal duration : 18 hari

Normal Cost : Rp. 254.960.249,58

Normal Cost : Rp. 254.960.249,58 / 18 hari

: Rp. 14,164.458,3 / hari

Normal Cost / jam : $\frac{\text{Normal cost} / \text{hari}}$

Jam kerja

Rp. 14,164.458,3

8

: Rp. 1.770.557,29 / jam

Crash Duration

1 hari crash : jam kerja + lembur

: 8 + 4

: 12 jam

Total jam aktivitas : durasi x jam kerja

: 18 x 8

$$\begin{aligned}
 & : 144 \text{ jam} \\
 \text{Crash duration} & : \frac{\text{Total jam aktivitas}}{1 \text{ hari crash}} \\
 & : 144 / 12 \\
 & : 12 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Crash cost

$$\begin{aligned}
 \text{Lembur} & : 4 \text{ jam} \\
 \text{Upah lebur 4 jam} & : (1,5 \times 1 \times \text{normal cost / jam}) + 2 \times 3 \times \text{normal cost / jam} \\
 & : (1,5 \times 1 \times \text{Rp. 1.770.557,29}) + (2 \times 3 \times \text{Rp. 1.770.557,29}) \\
 & : \text{Rp. 13.279.179,7 / hari} \\
 \text{Crash 9 hari} & : \text{upah lembur 4 jam} \times 12 \\
 & : \text{Rp. 13.279.179,7} \times 12 \\
 & : \text{Rp. 159.350.156} \\
 \text{Crash cost} & : \text{crash 12 hari} + \text{normal cost} \\
 & : \text{Rp. 159.350.156} + \text{Rp. 254.960.249,58} \\
 & : \text{Rp. 414.310.406} \\
 \text{Cost slope} & : \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \\
 & : \frac{\text{Rp. 414.310.406} - \text{Rp. 254.960.249,58}}{18 \text{ hari} - 12 \text{ hari}} \\
 & : \text{Rp. 26.558.359,4}
 \end{aligned}$$

Menurut penjabaran diatas maka langkah pertama yang dilakukan dalam perhitungan penambahan jam kerja lembur adalah menghitung *normal cost* tiap-tiap item pekerjaan dengan contoh rumus seperti diatas.

Jika data dari *crash duration* dan data *crash cost* yang kemudian diolah kembali sebagai berikut :

- Melakukan penjadwalan durasi (*crash duration*) penyelesaian proyek menggunakan *Microsoft Project* yang berguna mengetahui perbandingan waktu antara durasi normal dengan duarsi percepatan menggunakan alternatif tambah jam kerja (lembur)

Tabel 1. Project Summary Proyek Pembangunan
Gedung Serba Guna Lontar Surabaya

Name	Start	Finish	Duration
Gedung Serbaguna Lontar Surabaya	Mon 3/6/24	Sat 5/10/24	108 days

Dalam penjadwalan ini diketahui untuk durasi normal pekerjaan proyek adalah 164 hari dan durasi percepatan (*Crashing*) diperoleh waktu 108 hari yang artinya selisih kurang lebih 56 hari lebih cepat dari durasi normal proyek.

- Mengolah data *crash cost* yang diperoleh dari hasil percepatan waktu sehingga dapat diketahui perbandingan biaya antara durasi normal dengan durasi percepatan

JU MLAH	Rp 2.773.588.351,78
---------	---------------------

Dari pengolahan data diatas diketahui untuk biaya normal pekerjaan proyek adalah sebesar Rp 2.614.238.195,36 dan untuk biaya percepatan adalah sebesar Rp 2.773.588.351,78 yang berarti biaya yang dibutuhkan untuk percepatan dengan alternatif lembur 4 jam selama 56 hari adalah Rp. 159.350.156.

Penambahan tenaga kerja

Dalam proyek sedang mengalami keterlambatan waktu, penambahan jumlah tenaga kerja merupakan salah satu alternatif untuk mempercepat aktivitas pekerjaan proyek. Dengan mempertimbangkan tenaga kerja dilapangan serta merencanakan kebutuhan jumlah tenaga kerja dan jadwal kebutuhannya, maka penambahan tenaga kerja menjadi sangat efektif untuk dilakukan. Dalam penelitian ini percepatan dan penambahan tenaga kerja

B.	GEDUNG LONTAR SERBAGUNA	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 7.911.665,10
II	PEK. GALIAN DAN URUGAN	Rp 469.270.479,36
III	PEK. PASANGAN	Rp 89.874.582,77
IV	PEK. BETON	Rp 793.107.549,53
V	PEK. PLESTERAN	Rp 170.836.949,15
VI	PEK. PELAPIS LANTAI DAN DINDING	Rp 94.554.479,50
VII	PEK. KUSEN PINTU DAN BOVEN	Rp 105.535.027,04
VIII	PEK. RANGKA BESI DAN PENUTUP ATAP	Rp 684.187.184,72

IX	PEK. PLAFOND	Rp	34.520.476,54
X	PEK. PENGECATAN	Rp	165.481.067,85
XI	PEK. SANITAIR DAN RIOLLERING	Rp	82.283.815,22
XII	PEK. LISTRIK	Rp	71.025.075,00
XIII	PEK. PENANGKAL PETIR		-
XIV	PEK. LAIN-LAIN	Rp	5.000.000,00

direncanakan sebesar 25%.

Pekerjaan Urugan limestone pematatan dengan alat berat

Volume : 1358,73 m³

Normal duration : 18 hari

Normal Cost : Rp. 254.960.249,58

Normal Cost : Rp. 254.960.249,58 / 18 hari

: Rp. 14.164.458,3 / hari

Normal Cost / jam : $\frac{\text{Normal cost} / \text{hari}}{\text{Jam kerja}}$

$\frac{\text{Rp. 14.164.458,3}}{8}$

: Rp. 1.770.557,29 / jam

Jumlah tenaga kerja (a)

: $\frac{\text{koef. Upah tertinggi} \times \text{volume}}{\text{durasi}}$

: durasi

: $(0,2500 \times 1358,73) /$

: 18.8 ---> 19 .OH

Penambahan tenaga : jumlah pekerja x 25%

Kerja (b) : 8 x 25%

: 2 .OH

Crash duration

Produktifitas harian : Volume / durasi normal

(ph) : 1358.73 x 18

: 24.45 m³/hari

Produktifitas *crashing*: $\frac{ph \times (a + b)}{a}$

: a

: $24.45 \times (19+2)/19$

: m²/hari

Crash duration : $\frac{\text{Volume}}{\text{produktifitas crashing}}$

: produktifitas crashing

: 1358.73 / 28.31

: 27 hari

Crash cost

Upah penambahan tenaga kerja	: penambahan tenaga kerja x upah normal
	: 2 x Rp. 1.770.557,29
	: Rp. 3.541.114.58
Crash 27 hari	: upah penambahan pekerja x 27
	: Rp. 375.293 x 27
	: Rp. 10.132.932.06
	: Rp. 106.433.952
Crash cost	: crash + normal cost
	: Rp. 106.433.952 + Rp. 254.960.249,58
	: Rp. 361.394.201.58
Cost slope	: $\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$
	: $\frac{\text{Rp. 361.394.201.58} - \text{Rp. 254.960.249,58}}{18 \text{ hari} - 27 \text{ hari}}$
	: Rp. 11.825.994.7

Menurut penjabaran diatas maka langkah pertama yang dilakukan dalam perhitungan penambahan jam kerja (lembur) adalah menghitung nilai normal cost tiap-tiap item pekerjaan dengan contoh rumus seperti diatas.

Jika data dari crash duration tiap item pekerjaan sudah diketahui, maka tahapan selanjutnya adalah mencari crash cost dengan mencari nilai upah lembur 4 jam masingmasing item pekerjaan yang kemudian dikalikan dengan jumlah crash duration tiap-tiap pekerjaan.

Setelah diperoleh data crash duration yang kemudian diolah kembali dengan langkahlangkah sebagai berikut

- Melakukan penjadwalan ulang crash duration penyelesaian proyek dengan bantuan *Microsoft Project* yang berguna untuk mengetahui perbandingan waktu antara percepatan menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja.

Tabel 1. Project Summary Proyek Pembangunan

Gedung Serbaguna Lontar Surabaya			
Name	Start	Finish	Duration
Gedung Serbaguna Lontar Surabaya	Mon 3/6/24	Wed 23/10/24	123 days

Dalam penjadwalan ini diketahui untuk durasi normal pekerjaan proyek adalah 164 hari dan durasi percepatan (*crashing*) diperoleh waktu 123 hari yang artinya selisih kurang lebih 41 hari lebih cepat dari durasi normal proyek.

- Mengolah data *crash cost* yang diperoleh dari hasil percepatan waktu sehingga dapat diketahui perbandingan biaya antara durasi normal dengan durasi percepatan.

Tabel 2. Rekapitulasi rencana anggaran biaya dan biaya alternatif penambahan jam kerja

Jumlah	Rp 2.720.672.147,36
--------	----------------------------

Dari pengolahan data diketahui untuk biaya normal pekerjaan proyek adalah Rp 2.614.238.195,36 dan untuk biaya percepatan (*crashing*) diperoleh nilai sebesar Rp 2.720.672.147,36 yang berarti biaya yang dibutuhkan untuk percepatan dengan alternatif penambahan tenaga kerja selama 41 hari adalah Rp. 106.433.952.

B.	GEDUNG LONTAR SERBAGUNA	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 7.911.665,10
II	PEK. GALIAN DAN URUGAN	Rp 416.354.274,94
III	PEK. PASANGAN	Rp 89.874.582,77
IV	PEK. BETON	Rp 793.107.549,53
V	PEK. PLESTERAN	Rp 170.836.949,15
VI	PEK. PELAPIS LANTAI DAN DINDING	Rp 94.554.479,50
VII	PEK. KUSEN PINTU DAN BOVEN	Rp 105.535.027,04
VIII	PEK. RANGKA BESI DAN PENUTUP ATAP	Rp 684.187.184,72
IX	PEK. PLAFOND	Rp 34.520.476,54
X	PEK. PENGECATAN	Rp 165.481.067,85
XI	PEK. SANITAIR DAN RIOLLERING	Rp 82.283.815,22
XII	PEK. LISTRIK	Rp 71.025.075,00
XIII	PEK. PENANGKAL PETIR	-
XIV	PEK. LAIN-LAIN	Rp 5.000.000,00

KESIMPULAN

1. Durasi waktu normal proyek rehabilitasi gedung serbaguna Lontar Surabaya biasanya membutuhkan waktu 164 hari kerja. Setelah kegiatan Crashing, opsi penambahan jam kerja (lembur) menjadi 108 hari kalender, dan opsi penambahan tenaga kerja menjadi 123 hari kalender.

2. Biaya normal pekerjaan proyek gedung serba guna lantar surabaya ialah sebesar Rp 2.614.238.195,36 dan setelah dilakukan kegiatan *Crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) diperoleh biaya sebesar Rp. 2.773.588.351,78 sedangkan jika menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja diperoleh biaya sebesar Rp. 2.720.672.147,36.
3. Biaya normal proyek dibandingkan dengan biaya crashing dengan opsi penambahan 4 jam kerja (lembur) selama 56 hari adalah 2.773.588.351,78, sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk percepatan dengan opsi penambahan tenaga kerja selama 41 hari adalah 2.720.672.147,36.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas, N. P., Sompie, T. P. F., Sampe, A., & Runtuwuwu, S. (2022). Analisa Waktu Pelaksanaan dan Biaya Menggunakan Metode CPM dan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Forensik Polda Sulut. *Jurnal Produk Terapan Unggulan Vokasi*, 1(1), 1–12.
- Dwijayanto, P. (2021). MENGGUNAKAN CPM DENGAN CRASHING PROGRAM PADA PROYEK APARTEMEN KLASKA.
- Iluk, T., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), 162. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1054>
- Iskandar, M. R., Nugraha, O. C., & Belakang, L. (2022). Pada Pembangunan Rusunawa Gemawang Yogyakarta Dengan Program Microsoft. *IV*(1), 11–19.
- Noviandi. (2021). OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK DENGAN METODE CRASHING MENGGUNAKAN SOFTWARE MICROSOFT PROJECT (Studi Kasus : Proyek Pengadaan Pembangunan Baru Ruang Isolasi Bertekanan Negatif).
- Pramudya, A., & Listyanto, R. E. (2023). Implementasi Metode CPM , Crashing dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Masjid dan Asrama Yatim Piatu Barokah Amanah Mustaqbal. *VIII*(2), 5390–5400.
- Putri, D. A., Muhtar, & Gunasti, A. (2021). Penerapan Metode CPM dan Crashing pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember. *Jurnal Smart Teknologi*, 2(2), 151–158.
- Rizal Rosyid, Gede Sarya, Michella Beatrix, P. W. O. (2020). Analisis Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. *Jurnal EXTRAPOLASI*, 17, 20–29.
- Rofiq, M. F., Puspita, I. A., & Akbar, M. D. (2020). Perancangan Jadwal Proyek Untuk Percepatan Penyelesaian Proyek Fiber To The Home Menggunakan Metode Pert-cpm Dan Crashing (lokasi Jl. Sukapura Oleh Pt. xyz). *EProceedings of Engineering*, 7(3), 9507–9515.
- Sa'adah, N., Iqrammah, E., & Rijanto, T. (2022). Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) Dan Crashing. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil. (Proteksi)*, 3(2), 55–62. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v3n2.p55-62>
- Salas, B. S. S. S., Sari, D. P., Sudibyo, A., & Nur, A. R. (2023). Optimasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Jalan dengan Metode Crash Program (Studi Kasus: Pemeliharaan Jalan Kecamatan Tenggarong Seberang dan Tenggarong. *Rekayasa Sipil*, 17(1), 47–53. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.01.7>
- Suryanto, K., Widhiarto, H., Beatrix, M., & Fatmawati, L. E. (2021). Penjadwalan Waktu Proyek Pembangunan Gedung Telkom Group Surabaya Dengan Metode Pert (Program Evaluation

and Review Technique). *Extrapolasi*, 17(1), 44–51.
<https://doi.org/10.30996/exp.v17i1.3617>

- Setiawan, A., & Mayasari, I. (2021). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Peningkatan Jalan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off dengan Penambahan Jam Kerja dan Jumlah Alat (Studi Kasus: Jalan Betoyo-Dagang Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik). *DEARSIP: Journal of Architecture and Civil*, 1(1), 57-70.
- Robi'in, M., & Setiawan, A. (2021). Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Menggunakan Metode Earned Value (Studi Kasus: Jalan Betoyo-Dagang Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik). *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 1(1), 45-56.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52166/dearsip.v1i1.2526>
- Umam, M., Abidin, Z., & Wijaya, A. (2022). Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Hibah Perluasan Gedung Sabhara Polres Lamongan. *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 2(2), 93-114.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52166/dearsip.v2i2.3533>
- Khoirunnizam, M., & Setiawan, A. (2022). Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Rehabilitasi Jembatan Beton Penghubung Nglinggo — Kepohbaru. *DEARSIP : Journal of Architecture and Civil*, 2(2), 125-143.
<https://doi.org/https://doi.org/10.52166/dearsip.v2i2.3536>