

ANALISA PENGENDALIAN WAKTU DENGAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PROYEK PEMBANGUNAN PONDOK IQRO', SURAKARTA

Hilda Rahsa Pramesti¹, Anto Budi Listyawan²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan A. Yani Tromol 1 Pabelan, Sukoharjo, Jawa Tengah

*Email: d100190035@student.ums.ac.id

Abstrak

Manajemen proyek merupakan proses di mana individu sebagai bagian dari organisasi, berpartisipasi dalam pemeliharaan, pengembangan, pengendalian, dan pelaksanaan program semuanya harus konsisten dengan tujuan yang telah ditetapkan dan berjalan seiring waktu. Keunggulan CPM adalah menyelesaikan jadwal yang dibentuk secara empiris serta membantu pelaksana menganalisis, merencanakan dan menjadwalkan proyek agar efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pekerjaan apa saja yang perlu diawasi dengan metode CPM serta menganalisis pengendalian waktu dengan metode Crashing. Metode dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data, menganalisis data dengan metode CPM dan metode crashing, menganalisis hasil serta menarik kesimpulan dari penelitian ini. Dengan metode CPM ini didapatkan jalur kritis yaitu pada pekerjaan pasangan dan beton, pekerjaan plafond dan pekerjaan pengecatan dan politur. Dari jalur kritis tersebut, maka dilakukan metode crashing dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Sehingga membutuhkan tiga percobaan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, percobaan pertama dengan durasi 34 minggu dengan biaya Rp 90.384.000, percobaan kedua dengan durasi 35 minggu dengan biaya Rp 87.084.000, dan percobaan ketiga dengan durasi 36 minggu dengan biaya Rp 86.340.000. sehingga dapat ditarik kesimpulan dari data di atas, data yang paling optimal adalah percobaan kedua dengan durasi 35 minggu dan biaya kritis Rp 87.084.000,00.

Kata kunci: CPM, Crashing, Manajemen proyek, Pengendalian waktu.

Abstract

Project management is a process by which individuals as part of an organization participate in the maintenance, development, control and execution of programs, all of which must be consistent with established objectives and progress over time. The advantages of CPM are completing schedules that are formed empirically and helping executors analyze, plan and schedule projects so that they are effective and efficient. This study aims to analyze what work needs to be supervised by the CPM method and to analyze time control by the method Crashing. The method in this study is data collection, analyzing data with the CPM method and methods crashing, analyze the results and draw conclusions from this study. With this CPM method, the critical path is obtained, namely in masonry and concrete work, ceiling work and painting and burnishing work. From the critical path, the method is carried out crashing with an increase in the number of workers. So it takes three trials to get optimal results. Based on the analysis that has been done, the first trial with a duration of 34 weeks costs IDR 90,384,000, the second trial with a duration of 35 weeks costs IDR 87,084,000, and the third trial with a duration of 36 weeks costs IDR 86,340,000. so that it can be concluded from the data above, the most optimal data is the second experiment with a duration of 35 weeks and a critical cost of IDR 87,084,000.00.

Keywords: CPM, Crashing, Project Management, Time Control.

1. PENDAHULUAN

Manajemen adalah ilmu tentang perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian untuk mencapai tujuan tertentu. Konstruksi adalah susunan suatu bangunan, baik

gedung, jembatan, bendungan. Dengan demikian, dapat diartikan bahwa manajemen konstruksi adalah ilmu yang merencanakan, mengatur, dan mengarahkan proses penyiapan konstruksi dengan menggunakan sumber daya secara efektif dan efisien (Damara and Hepiyanto, 2021).

Manajemen proyek merupakan proses di mana individu sebagai bagian dari organisasi, berpartisipasi dalam pemeliharaan, pengembangan, pengendalian, serta pelaksanaan program semuanya harus konsisten dengan tujuan yang telah ditetapkan serta berjalan seiring waktu (Iluk dkk, 2020).

Pertumbuhan dan perkembangan bangsa Indonesia diberbagai sektor terjadi pesat dan semakin baik. Dengan pertumbuhan positif, penyelesaian proyek menjadi prioritas, dari segi kontrol kualitas, waktu dan biaya. Hal ini, manajemen proyek sangat efektif untuk meminimalkan kegagalan dan keterlambatan penyelesaian proyek. Penyelesaian proyek yang tepat waktu membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pemantauan proyek yang tepat. Namun, masih banyak proyek yang tidak dikelola dengan baik karena tidak efektif dan efisien. Hal ini mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek dan pembengkakan biaya proyek (Brando dkk, 2017).

Keterlambatan dalam pekerjaan proyek dapat dicegah dengan percepatan pada pelaksanaannya, akan tetapi tetap memperhatikan faktor biaya. Biaya tambahan yang dihasilkan dapat seminimal mungkin dan tetap mempertahankan standar kualitas. Percepatan dapat dilakukan dengan penambahan jam kerja, penambahan jumlah tenaga kerja, penggunaan material yang cepat pemasangannya, serta metode pelaksanaan yang lebih cepat (Armalisa dkk, 2017).

Keberhasilan atau kegagalan dari pelaksanaan disebabkan oleh kurangnya kegiatan proyek yang direncanakan dan pengawasan yang kurang efektif, sehingga mengakibatkan kegiatan proyek tidak efisien, hal tersebut mengakibatkan keterlambatan (Putri, Muhtar and Gunasti, 2021). Banyak hal yang terjadi selama pelaksanaan proyek yang akan menyebabkan peningkatan durasi proyek. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi dalam pelaksanaan proyek yaitu: sumber daya yang tersedia, kondisi alam, material yang cocok, lokasi geografis serta faktor-faktor lainnya (Ratih, Zakia and Sari, 2022).

Pengendalian Waktu

Pengendalian waktu adalah proses perencanaan, pengorganisasian dan pengendalian kegiatan proyek, dimana perencanaan dan penjadwalan memberikan instruksi khusus untuk diselesaikan kegiatan proyek lebih efektif dan efisien (Hardianto, 2019). Perencanaan waktu adalah hal yang sangat penting untuk

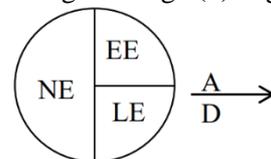
melaksanakan, pengendalian serta penyelesaian suatu proyek.

Proyek harus dikerjakan dan selesai dengan waktu yang telah ditentukan. Apabila penyelesaian proyek mengalami keterlambatan maka kontraktor akan mendapatkan sanksi. Sedangkan apabila proyek sesuai dengan waktu yang dibutuhkan, hal ini akan menjadi poin positif bagi kontraktor (Atmaja and Wijaya, 2016).

Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah model kerja untuk proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Jalur kritis itu sendiri adalah jalur yang memiliki rangkaian waktu total komponen terpanjang. Metode ini bertujuan untuk mengurangi keterlambatan jadwal dan gangguan sebanyak mungkin. *Critical Path Method* (CPM) mengasumsikan bahwa waktu aktivitas pasti sehingga diperlukan satu faktor waktu untuk setiap kegiatan. Salah satu keunggulan CPM ini adalah menyelesaikan jadwal yang dibentuk secara empiris serta membantu pelaksana menganalisis, merencanakan dan menjadwalkan proyek agar efektif dan efisien (Siregar and Iffiginia, 2019).

Ada dua teknik untuk menganalisis diagram jaringan, yaitu : (1) Kejadian paling awal (EET) adalah waktu terlama yang ditempuh dari jalur atau lingkaran sebelumnya ke lingkaran yang akan ditinjau. Untuk menentukan EET dengan perhitungan maju (*forward analysis*), (2) Kejadian paling lambat (LET) merupakan waktu akhir dari kejadian tanpa mempengaruhi total waktu proyek. Untuk menghitung LET dengan perhitungan mundur (*backward analysis*) (Sahid dkk., 2020). Untuk menghitung perhitungan maju dan mundur, lingkaran kecil dibagi atas tiga (3) bagian, antara lain:



Gambar 1 Diagram Jaringan Kerja

Dimana :

EET (*Earliest Event Time*) : Waktu atau kegiatan paling awal

LET (*Latest Event Time*) : kejadian paling lambat yang boleh terjadi

N : Nomor peristiwa

A : Kegiatan

B : Durasi kegiatan

Jaringan kerja CPM digambarkan dengan simbol sebagai berikut : (1)Anak panah (*arrow*) yaitu menunjukkan suatu kegiatan atau tindakan, kegiatan ini membutuhkan durasi, sumber daya manusia, peralatan dan biaya, (2)Lingkaran kecil (*node*) yaitu berarti kejadian atau peristiwa. Kegiatan (*event*) dapat berlangsung di awal pertemuan atau tengah atau akhir dari satu atau beberapa peristiwa, (3)Anak panah terputus-putus atau kegiatan semu (*dummy*) yaitu adalah kegiatan yang tanpa sumber daya. *Dummy* berfungsi untuk membatasi awal tindakan, panjang dan kemiringan yang tidak relevan (Hardianto, 2019).

Tujuan dari proses *Crashing* adalah untuk mengurangi pekerjaan yang mempengaruhi waktu akhir pelaksanaan proyek. Cara ini bisa mempersingkat durasi pekerjaan. Metode *Crashing* berfungsi untuk mengoptimalkan durasi pekerjaan, akan tetapi dengan biaya yang efisien (Sa'adah dkk, 2022).

Untuk mendapatkan percepatan atau *crashing* pada pelaksanaan proyek dilihat dari produktivitas tenaga kerja. Produktivitas merupakan perbandingan output dan input terhadap sumber daya yang digunakan. Sumber daya yang digunakan dalam proses konstruksi adalah *man, material, machines, market, method*, dan *money* (Ridwan, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pekerjaan apa saja yang perlu diawasi dengan metode CPM serta menganalisis pengendalian waktu dengan metode *Crashing*. Proyek pembangunan pondok Iqro' yang beralamatkan di Bendorejo, Jeruksawit, Kec. Gondangrejo, Kab. Karanganyar dengan kontraktor PT. Tukang Bangun Indonesia. Pelaksanaan pembangunan Pondok Iqro ini dimulai pada bulan Desember 2022 dan selesai pada bulan Oktober 2023.

Adanya permasalahan tersebut, penulis berminat untuk menganalisis bagaimana pengendalian waktu untuk menyelesaikan proyek tersebut. Sehingga, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana menganalisis pekerjaan yang perlu diawasi dengan metode CPM, serta bagaimana melakukan pengendalian waktu pada proyek pembangunan Pondok Iqro'.

2. METODOLOGI

Metode dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode CPM dan metode *Crashing*. Penelitian ini membutuhkan sumber data dari PT. Tukang Bangun Indonesia. Sumber data yang diperoleh dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah

data yang berasal dari pihak kontraktor berupa kurva s, laporan harian dan laporan mingguan. Sedangkan data sekunder adalah jurnal-jurnal dengan penelitian yang sama.

Analisis data dalam penelitian ini melalui proses pengumpulan data yang diperoleh dari sumber data. Selanjutnya data yang diperoleh akan di analisis menggunakan metode CPM, sehingga didapatkan lintasan kritis pada proyek tersebut. Hasil analisis metode CPM akan dianalisis kembali dengan metode *crashing* menggunakan analisis penambahan jumlah tenaga kerja. Metode tersebut digunakan untuk mempercepat waktu kegiatan dengan biaya yang telah ditetapkan. Setelah mendapatkan hasil analisis kemudian data akan di tarik kesimpulan agar penelitian ini lebih baik lagi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui perkembangan dan kemajuan pekerjaan, rencana pekerjaan dibandingkan dengan realisasi pekerjaan. Berdasarkan perbandingan tersebut maka mendapatkan deviasi (prestasi) dalam suatu kegiatan. Dari tampilan kurva s dibawah ini dapat dilihat prestasi pekerjaan perminggu apakah pekerjaan itu cepat atau lambat dari rencana pekerjaan.

Manajemen waktu dengan metode CPM sering digunakan sebagai metode untuk mempercepat waktu suatu rangkaian pekerjaan, karena dengan metode ini kita dapat mengetahui lintasan kritis dari rangkaian pekerjaan yang harus dilakukan sehingga dapat dipantau dan dikendalikan agar pekerjaan tidak mengalami keterlambatan. Lintasan kritis menunjukkan kegiatan utama proyek, dimana keterlambatan penyelesaian pekerjaan akan menyebabkan keterlambatan terhadap waktu penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan (Andi Ratih, 2022).

Pada kurva s proyek ini berlangsung selama 44 minggu, 2 minggu merupakan hari libur raya. Sehingga pada penjadwalan dibuat waktu selama 42 minggu. Pada jaringan kerja CPM ini dibuat 12 lintasan kerja, yaitu:

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan Tanah dan Pondasi
3. Pekerjaan Pasangan dan Beton
4. Pekerjaan Dinding
5. Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela
6. Pekerjaan Plafond
7. Pekerjaan Lantai
8. Pekerjaan Pengecatan dan Politur
9. Pekerjaan Kelistrikan/ Elektrikal
10. Pekerjaan Sanitair
11. Pekerjaan Plumbing dan Mekanikal

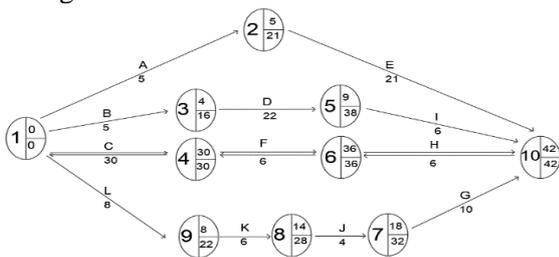
12. Pekerjaan Lain-lain

Berdasarkan 12 lintasan kerja di atas, jaringan kerja CPM didapatkan sesuai dengan kode dan durasi waktu yang terdapat di dalam kurva s. Data tersebut disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1
Jaringan Kerja CPM

Jenis Pekerjaan	KODE	Durasi (minggu)	Kegiatan Mendahului	Kegiatan Mengikuti
PEKERJAAN PERSIAPAN	A	4	-	E
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI	B	5	-	D
PEKERJAAN PASANGAN DAN BETON	C	30	-	F
PEKERJAAN DINDING	D	22	B	I
PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA	E	21	A	-
PEKERJAAN PLAFOND	F	6	C	H
PEKERJAAN LANTAI	G	10	J	-
PEKERJAAN PENGECATAN DAN POLITUR	H	6	F	-
PEKERJAAN KELISTRIKAN / ELEKTRIKAL	I	6	D	-
PEKERJAAN SANITAR	J	4	K	G
PEKERJAAN PLUMBING DAN MEKANIKAL	K	6	L	J
PEKERJAAN LAIN-LAIN	L	8	-	K

Berdasarkan jaringan kerja CPM diatas, maka didapatkan gambar jaringan kerja CPM sebagai berikut ini:



Gambar 2. Jaringan Kerja CPM

Adanya jaringan kerja tersebut, maka dapat mengetahui lintasan kerja pada proyek ini. Untuk menentukan jalur lintasan kritis maka dapat dilakukan dengan menghitung nilai EET dan LET dari masing-masing kegiatan.

Sesuai dengan perhitungan di atas, didapatkan nilai total float dari tiap pekerjaan. Nilai total float (TF) = LETj – Dij – EETi. Dapat dilihat pada tabel 2 nilai total float dibawah ini :

Tabel 2
Nilai Total Float

Kegiatan	LETj	Dij	EETi	TF	Keterangan
A	21	4	0	17	Non Kritis
B	16	5	0	11	Non Kritis
C	30	30	0	0	Kritis
D	38	22	4	12	Non Kritis
E	42	21	5	16	Non Kritis
F	36	6	30	0	Kritis
G	42	10	18	14	Non Kritis
H	42	6	36	0	Kritis
I	42	6	6	30	Non Kritis
J	32	4	14	14	Non Kritis
K	28	6	8	14	Non Kritis
L	22	8	0	14	Non Kritis

Pada tabel di atas, bahwa jalur kritis pada proyek ini pada kegiatan :
 a. Pekerjaan Pasangan dan Beton
 b. Pekerjaan Plafond
 c. Pekerjaan pengecatan dan politer

Perhitungan Crashing

Pada proyek pembangunan Pondok Iqro' ini melakukan percepatan pekerjaan proyek dengan menggunakan cara penambahan jumlah tenaga kerja. Sebelum dilakukan perhitungan *crashing*, didapatkan data produktivitas tenaga kerja yang terdapat di lapangan serta jumlah tenaga kerja untuk masing-masing jenis pekerjaan. Tahap *crashing* ini membutuhkan tiga (3) kali percobaan *crashing* yaitu *Trial and Error 1*, *Trial and Error 2*, serta *Trial and Error 3*. Berikut adalah beberapa percobaan percepatan dengan menggunakan metode CPM :

1. *Trial and Error 1*

Berdasarkan penambahan biaya dalam jalur kritis pada *Trial and Error 1* digambarkan sebagai berikut ini :



Gambar 3. Incremental Cost Trial and Error 1

Berdasarkan *Trial and Error 1*, penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan lintasan kritis disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 3
Biaya Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

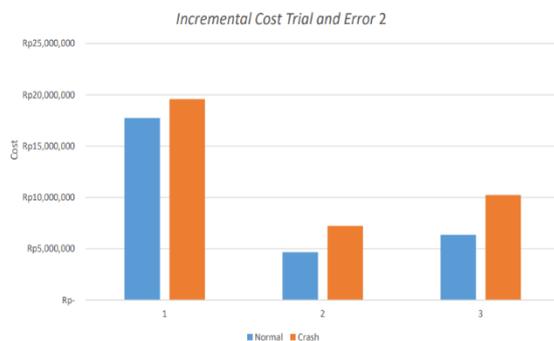
No	Jenis Pekerjaan	KODE	Durasi Normal	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	A	Rp 4,524,000	Rp 4,524,000
2	PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI	B	Rp 6,360,000	Rp 6,360,000
3	PEKERJAAN PASANGAN DAN BETON	C	Rp 16,284,000	Rp 20,760,000
4	PEKERJAAN DINDING	D	Rp 15,252,000	Rp 15,252,000
5	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA	E	Rp 4,524,000	Rp 4,524,000
6	PEKERJAAN PLAFOND	F	Rp 4,668,000	Rp 8,544,000
7	PEKERJAAN LANTAI	G	Rp 5,184,000	Rp 5,184,000
8	PEKERJAAN PENGECATAN DAN POLITUR	H	Rp 6,360,000	Rp 11,040,000
9	PEKERJAAN KELISTRIKAN / ELEKTRIKAL	I	Rp 3,492,000	Rp 3,492,000
10	PEKERJAAN SANITAR	J	Rp 3,492,000	Rp 3,492,000
11	PEKERJAAN PLUMBING DAN MEKANIKAL	K	Rp 3,864,000	Rp 3,864,000
12	PEKERJAAN LAIN-LAIN	L	Rp 3,348,000	Rp 3,348,000
	TOTAL		Rp 77,352,000	Rp 90,384,000
	Selisih			Rp 13,032,000

Pada *Trial and Error 1* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Total durasi waktu semua pekerjaan adalah 34 minggu.
- Lintasan kritis terletak pada pekerjaan C-F-H.
- Biaya kritis akibat penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan C-F-H sebesar Rp 90.384.000,00.
- Biaya normal sebesar Rp 77.362.000,00.

2. Trial and Error 2

Berdasarkan penambahan biaya dalam jalur kritis pada *Trial and Error 2* digambarkan sebagai berikut ini :



Gambar 4. Incremental Cost Trial and Error 2

Berdasarkan *Trial and Error 2*, penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan lintasan kritis disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4. Biaya Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

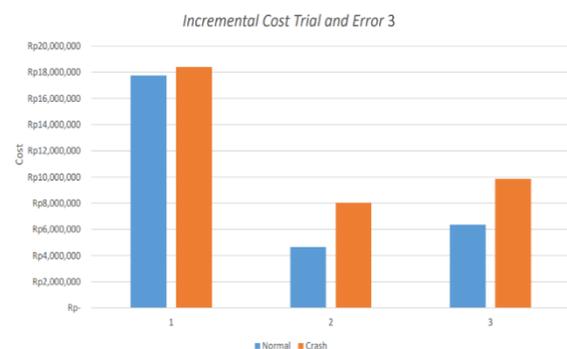
No	Jenis Pekerjaan	KODE	Durasi Normal	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	A	Rp 4,524,000	Rp 4,524,000
2	PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI	B	Rp 6,360,000	Rp 6,360,000
3	PEKERJAAN PASANGAN DAN BETON	C	Rp 16,284,000	Rp 19,584,000
4	PEKERJAAN DINDING	D	Rp 15,252,000	Rp 15,252,000
5	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA	E	Rp 4,524,000	Rp 4,524,000
6	PEKERJAAN PLAFOND	F	Rp 4,668,000	Rp 7,224,000
7	PEKERJAAN LANTAI	G	Rp 5,184,000	Rp 5,184,000
8	PEKERJAAN PENGECATAN DAN POLITUR	H	Rp 6,360,000	Rp 10,236,000
9	PEKERJAAN KELISTRIKAN / ELEKTRIKAL	I	Rp 3,492,000	Rp 3,492,000
10	PEKERJAAN SANITAR	J	Rp 3,492,000	Rp 3,492,000
11	PEKERJAAN PLUMBING DAN MEKANIKAL	K	Rp 3,864,000	Rp 3,864,000
12	PEKERJAAN LAIN-LAIN	L	Rp 3,348,000	Rp 3,348,000
	TOTAL		Rp 77,352,000	Rp 87,084,000
	Selisih			Rp 9,732,000

Pada *Trial and Error 2* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Total durasi waktu semua pekerjaan adalah 35 minggu.
- Lintasan kritis terletak pada pekerjaan C-F-H.
- Biaya kritis akibat penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan C-F-H sebesar Rp 87.084.000,00.
- Biaya normal sebesar Rp77.352.000,00.

3. Trial and Error 3

Berdasarkan penambahan biaya dalam jalur kritis pada *Trial and Error 3* digambarkan sebagai berikut ini :



Gambar 5. Incremental Cost Trial and Error 3

Berdasarkan *Trial and Error 3*, penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan lintasan kritis disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5. Biaya Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

No	Jenis Pekerjaan	KODE	Durasi Normal	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	A	Rp 4,524,000	Rp 4,524,000
2	PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI	B	Rp 6,360,000	Rp 6,360,000
3	PEKERJAAN PASANGAN DAN BETON	C	Rp 16,284,000	Rp 18,408,000
4	PEKERJAAN DINDING	D	Rp 15,252,000	Rp 15,252,000
5	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA	E	Rp 4,524,000	Rp 4,524,000
6	PEKERJAAN PLAFOND	F	Rp 4,668,000	Rp 8,028,000
7	PEKERJAAN LANTAI	G	Rp 5,184,000	Rp 5,184,000
8	PEKERJAAN PENGECATAN DAN POLITUR	H	Rp 6,360,000	Rp 9,864,000
9	PEKERJAAN KELISTRIKAN / ELEKTRIKAL	I	Rp 3,492,000	Rp 3,492,000
10	PEKERJAAN SANITAR	J	Rp 3,492,000	Rp 3,492,000
11	PEKERJAAN PLUMBING DAN MEKANIKAL	K	Rp 3,864,000	Rp 3,864,000
12	PEKERJAAN LAIN-LAIN	L	Rp 3,348,000	Rp 3,348,000
	TOTAL		Rp 77,352,000	Rp 86,340,000
	Selisih			Rp 8,988,000

Pada *Trial and Error 3* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Total durasi waktu semua pekerjaan adalah 36 minggu.
- Lintasan kritis terletak pada pekerjaan C-F-H.
- Biaya kritis akibat penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan C-F-H sebesar Rp 86.340.000,00.
- Biaya normal sebesar Rp 77.352.000,00.

Berdasarkan ketiga *Trial and Error* diatas, maka dibuat grafik efisiensi waktu dan biaya yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 6. Hubungan Waktu dan Biaya

Dapat dilihat pada grafik diatas, menunjukkan bahwa setiap dilakukan percepatan waktu pelaksanaan maka biaya yang dibutuhkan semakin besar. Kemudian dari ketiga percobaan di atas, maka akan dipilih yang paling optimal. Berdasarkan waktu pelaksanaannya, percobaan ke-2 adalah alternatif percepatan yang paling efisien. Percobaan percepatan pada percobaan ke-2 dengan penambahan biaya sebesar Rp 87.084.000,00 dengan penambahan jumlah

DAFTAR PUSTAKA

- Armalisa, A., Triana, D. and Sari, M.M. (2017) 'Metode Crashing Terhadap Penambahan Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi', *Jurnal CIVTECH Teknik Sipil Universitas ...*, pp. 1–18. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/327232640.pdf>.
- Atmaja, J. and Wijaya, Y.P. (2016) 'Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Konstruksi Dengan Konsep Earned Value (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Beringin – Kota Padang)', *Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(1), pp. 23–30.
- Brando, R., Walangitan, P.D.R.O. and Tjakra, J. (2017) 'Sistem Pengendalian Waktu Dengan Critical Path Method (Cpm) Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Menara Alfa Omega Tomohon)', *Jurnal Sipil Statik*, 5(6), pp. 363–371.
- Damara, B. and Hepiyanto, R. (2021) 'Optimalisasi Waktu dan Biaya Pada Proyek Gedung Pertanian Nasional Kota Blitar Dengan Metode Critical Path Method (CPM)', *Jurmateks*, 4(1), pp. 119–133. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2019.09.005>.Optimalisasi.
- Hardianto, A. (2019) 'Analisa Pengendalian
- Manajemen Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Hotel Dengan Network CPM', *Tugas Akhir* [Preprint]. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/148607549.pdf>.
- Iluk, T., Ridwan, A. and Winarto, S. (2020) 'Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri', *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), p. 162. Available at: <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1054>.
- Putri, D.A., Muhtar and Gunasti, A. (2021) 'Penerapan Metode CPM dan Crashing pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember', *Jurnal Smart Teknologi*, 2(2), pp. 151–158.
- Ratih, A., Zakia and Sari, D.P. (2022) 'Upaya Percepatan Waktu Penyelesaian pada Proyek Peningkatan Jalan Menggunakan Metode CPM dan Pert', *Universitas Teuku Umar*, 4(1), pp. 85–91.
- Ridwan, A. (2020) 'Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek

tenaga kerja pada pekerjaan pasangan dan beton, pekerjaan plafond, dan pekerjaan pengecatan dan politur.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa dalam pengendalian waktu dengan metode CPM pada pekerjaan proyek pembangunan Pondok Iqro' PT. Tukang Bangun Indonesia pekerjaan proyek yang perlu diawasi agar tidak terjadi keterlambatan waktu meliputi pekerjaan pasangan dan beton, pekerjaan plafond, dan pekerjaan pengecatan dan politur.

Berdasarkan metode *crashing* dengan penambahan jumlah tenaga kerja dinilai efektif dalam menyelesaikan pekerjaan proyek tersebut sesuai dengan hasil analisis dan pembahasan melalui *Trial and Error*. Hasil analisis *Trial and Error* didapatkan waktu dan biaya yang optimal agar proyek tidak mengalami keterlambatan yaitu pada *Trial and Error* 2 dengan waktu 35 minggu dan biaya kritis sebesar Rp 87.084.000,00.

- Pembangunan Gedung RSUD Malang)', *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 11(1), pp. 35–53.
- Sa'adah, N., Iqrammah, E. and 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), pp. 55–62. Available at: <https://doi.org/10.26740/proteksi.v3n2.p55-62>.
- Sahid, M.N. *et al.* (2020) 'Evaluasi Pengendalian Waktu dan Produktivitas Tenaga Kerja Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Parkir Menggunakan Metode Jaringan Kerja Critical Path Methode (CPM) (Studi Kasus : Gedung Parkir Balai Kota Semarang)', *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 13(2), pp. 71–79. Available at: <https://doi.org/10.23917/dts.v13i2.13057>.
- Siregar, A.C. and Iffiginia, I. (2019) 'Penggunaan critical path method (CPM) untuk evaluasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek', *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(2), p. 102. Available at: <https://doi.org/10.36055/tjst.v15i2.6816>.