

ANALISA PENGENDALIAN WAKTU MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PROYEK STRUKTUR RANGKA ATAP BAJA STASIUN KCIC KARAWANG

Arie Bima Wicaksono¹, Budi Setiawan²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

Corresponding Author : d100190156@student.ums.ac.id

Abstrak

Pencapaian tujuan proyek membutuhkan kepatuhan terhadap batasan-batasan tertentu, seperti jumlah biaya yang dialokasikan, jadwal, dan kualitas yang harus dipenuhi. Dengan keterbatasan waktu, suatu proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat waktu yang sudah ditentukan dan hasil proyek harus sesuai dengan yang direncanakan. Pengendalian pada proyek diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dengan pelaksanaan, untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi letak lintasan kritis dengan metode CPM. Selain itu, untuk menghitung pengaruh terhadap crashing terhadap durasi waktu dan jumlah biaya proyek pembangunan Struktur Rangka Atap Baja Stasiun Kereta Cepat Karawang. Metode penelitian ini yang digunakan dimulai dengan tahap pertama yaitu studi literatur dengan penelitian yang sama. Selanjutnya melakukan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder yang selanjutnya dianalisis menggunakan metode CPM dan Crashing untuk memperoleh hasil pembahasan yang dapat ditarik kesimpulan. Diketahui lintasan kritis pada proyek ini pada kegiatan Pekerjaan Cutting (A), Pekerjaan Fitup (B), Pekerjaan Finishing (D), Pekerjaan Material on Site (F), Pekerjaan Assembly (G), Pekerjaan Erection (H), Pekerjaan Welding (I), Pekerjaan Touch Up (J). Berdasarkan Trial and Error 2 dapat diambil kesimpulan total durasi waktu normal pekerjaan yaitu 23 minggu menjadi 19 minggu dengan biaya durasi normal sebesar Rp 87.737.000,00, sedangkan akibat dari penambahan jumlah tenaga kerja didapatkan biaya kritis sebesar Rp 98.091.000,00. Dengan melakukan analisis jaringan kerja menggunakan metode CPM dan Crashing bisa dilakukan upaya untuk percepatan durasi proyek dengan mempercepat pekerjaan yang sudah termasuk dalam lintasan kritis.

Kata Kunci: CPM, Crashing, Lintasan Kritis, Pengendalian Waktu

Abstract

Achieving project objectives requires adherence to certain constraints, such as the amount of budget allocated, schedule, and quality that must be met. With time constraints, a project must be completed before or on a predetermined time and the project results must be as planned. Project control is needed to maintain compatibility between planning and implementation, and to coordinate and control increasingly complex activities. This study aims to identify the location of the critical path with the CPM method. In addition, to calculate the effect of crashing on the duration of time and the total project cost for the construction of the Steel Roof Frame Structure of the Karawang High-Speed Rail Station. This research method used begins with the first stage, namely the study of literature with the same research. Then collect data in the form of primary data and secondary data which will then be analyzed using the CPM and Crashing methods to obtain the results of the discussion which can be concluded. It is known that the critical path for this project is the

History:

Received : 07 June 2023

Revised : 08 June 2023

Accepted : 08 June 2023

Published: 15 June 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

[Attribution-NonCommercial-No](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Derivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Cutting Work (A), Fitup Work (B), Finishing Work (D), Material Site Work (F), Assembly Work (G), Erection Work (H), Welding Work (I), Touch Up Work (J). Based on Trial and Error 2, it can be concluded that the total duration of the normal work time is 23 weeks to 19 weeks with a normal duration cost of Rp. 87,737,000.00, while the result of the additional number of workers obtained a critical cost of Rp. 98,091,000.00. By conducting network analysis using the CPM and Crashing methods, efforts can be made to accelerate project duration by accelerating work that is included in the critical path.

Kata Kunci: CPM, Crashing, Critical Path, Time Control

PENDAHULUAN

Bangsa Indonesia mengalami pertumbuhan diberbagai sektor terjadi dengan cepat dan dan semakin baik terutama pada aspek pembangunan. Tuntutan pembangunan di segala bidang dapat dirasakan bangsa Indonesia yang sedang berkembang. Pembangunan ini dilakukan dalam rangka meningkatkan kemajuan pada segala bidang. Kegiatan pembangunan tersebut berupa fisik proyek, yaitu proyek konstruksi, proyek manufaktur, proyek pelayanan manajemen, proyek penelitian dan pengembangan, proyek kapital, proyek radio telekomunikasi, dan lain-lain.

Proyek adalah tugas yang harus dirumuskan untuk mencapai tujuan yang dinyatakan secara konkret dan harus diselesaikan dengan tenaga manusia, dengan sumber daya terbatas, dalam kerangka waktu yang ditentukan, dan sangat kompleks sehingga memerlukan manajemen dan kolaborasi yang tidak biasa (Handayani, Mona and Pebriyanto, 2019). Pencapaian tujuan proyek membutuhkan kepatuhan terhadap batasan-batasan tertentu, seperti jumlah biaya yang dialokasikan (anggaran), jadwal, dan kualitas yang harus dipenuhi. Dengan keterbatasan waktu, suatu proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat waktu yang sudah ditentukan dan hasil proyek harus sesuai dengan yang direncanakan. Supaya pelaksanaan proyek Stasiun KCIC Karawang dapat terlaksana dengan baik, efisien, dan tepat waktu maka peran manajemen proyek sangat efektif untuk meminimalkan keterlambatan dan kegagalan dalam suatu 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 (Brando, Walangitan and Tjakra, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi letak lintasan kritis dengan metode CPM. Selain itu, untuk menghitung pengaruh terhadap crashing terhadap durasi waktu dan jumlah biaya proyek pembangunan Struktur Rangka Atap Baja Stasiun Kereta Cepat Karawang. Kondisi penting untuk keberhasilan proyek adalah manajemen faktor waktu yang baik, biaya dan kualitas. Pengawasan membutuhkan penggunaan manajemen yang serius di samping kebutuhan partisipasi semua pejabat di tingkat organisasi dalam perusahaan. Oleh karena itu, sistem pengendalian membutuhkan kesepakatan manajemen dengan dukungan dari tim proyek yang akan memimpin dan mengkoordinasikan fungsi pengendalian (Walean *et al.*, 2012).

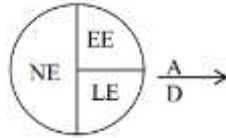
Mengetahui waktu dan biaya yang optimal sangat penting saat merencanakan proyek

konstruksi. Untuk mengoptimalkan waktu dan biaya, perlu membuat jaringan proyek, menemukan aktivitas penting, dan menghitung durasi proyek. Pengendalian pada proyek diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dengan pelaksanaan, untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Adapun proses pemantauan dan pengendalian secara garis besar berasal dari bagian yang mencatat pengeluaran dan penggunaan sumber daya, serta bagian lain yang memantau serta mencatat kemajuan pekerjaan aktual.

CPM atau metode jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian atau komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu yang terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan akhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. CPM artinya analisa jaringan kerja yang dapat mengoptimalkan biaya proyek keseluruhan baik melalui pengurangan maupun percepatan waktu penyelesaian proyek yang bersangkutan.

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) adalah waktu yang paling akhir dari kejadian tanpa mempengaruhi total waktu proyek. Untuk menghitung LET dengan perhitungan mundur (*backward analysis*) (Sahid *et al.*, 2020). (Hayun, 2005), mengemukakan bahwa simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu jaringan kerja pada CPM adalah Anak panah atau busur, aktivitas yang mewakili tugas yang diperlukan untuk proyek. Suatu kegiatan di sini dipahami sebagai mensyaratkan penggunaan sekumpulan sumber daya (sumber energi, peralatan, material, biaya) untuk jangka waktu tertentu (*fixed period*). Panah menunjukkan arah setiap aktivitas, menunjukkan bahwa aktivitas dimulai dari awal dan berlanjut dari kiri ke kanan hingga akhir. Panjang dan kemiringan panah tidak relevan. Jadi tidak perlu menggunakan skala. Lingkaran kecil atau node, menunjukkan sebuah peristiwa. Suatu peristiwa didefinisikan sebagai penyelesaian atau kombinasi dari satu atau lebih aktivitas. Suatu peristiwa mewakili momen yang menandai akhir dari suatu aktivitas dan awal dari aktivitas baru. Anak panah putus-putus, mewakili aktivitas semu. Setiap panah memiliki peran ganda dalam merepresentasikan aktivitas dan membantu menunjukkan hubungan penting antar aktivitas. Anak panah tebal, merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Untuk melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, lingkaran kecil dibagi atas tiga bagian, yaitu :



Keterangan :

EET (*Earliest Event Time*) adalah kegiatan paling awal yang mungkin terjadi

LET (*Latest Event Time*) adalah saat kejadian paling lambat boleh terjadi

NE (*Number of Event*) adalah nomor peristiwa

A adalah kegiatan

D adalah durasi kegiatan

Proyek Struktur Rangka Atap Baja yang beralamatkan di Stasiun Kereta Cepat Karawang dengan kontraktor PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi. Pelaksanaan pembangunan Struktur Rangka Atap Baja ini dimulai pada bulan Juli 2022 serta selesai di bulan April 2023.

Mengingat adanya permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis bagaimana pengendalian waktu penyelesaian proyek. Oleh karena itu, rumusan masalah pada penelitian ini adalah menganalisis pekerjaan mana yang harus diawasi dengan metode CPM, serta bagaimana melakukan pengendalian waktu pada proyek pembangunan Struktur Rangka Atap Baja dengan jaringan kerja CPM.

Percepatan pelaksanaan proyek sebaiknya harus direncanakan dahulu. Hal ini dapat menghasilkan dorongan berkelanjutan yang baik. Keseimbangan harus diperhatikan dalam perencanaan, meskipun hal ini dapat menyebabkan peningkatan sumber daya manusia. Namun, selama penambahan sumber daya manusia lebih murah daripada biaya tambahan penundaan proyek, maka penambahan sumber daya manusia tersebut dapat diperhitungkan (Putri, Muhtar and Gunasti, 2021).

Metode ini dapat menjadi proses untuk mempersingkat durasi proyek yang diselesaikan dengan sengaja. Fungsi metode *crashing* yaitu mengoptimalkan durasi pekerjaan, tetapi dengan cara yang hemat biaya (Sa'adah, Iqrammah and Rijanto, 2022).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain dengan menggunakan metode CPM serta metode *Crashing*. Penelitian ini membutuhkan data asal PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi. Sumber data yang diperoleh terbagi menjadi dua yaitu, data primer serta data sekunder. Data primer merupakan data yang berasal dari pihak kontraktor berupa kurva s, laporan harian. Sedangkan data sekunder ialah jurnal dengan kajian yang sama. Pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap pertama yaitu studi literatur dengan penelitian yang sama. Tahap kedua yaitu melakukan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Tahap ketiga yaitu menganalisis data dengan menggunakan metode CPM dan *crashing*. Metode *crashing* digunakan untuk mempercepat waktu kegiatan dengan biaya yang telah ditetapkan.

Tahap keempat yaitu membahas hasil analisis. Hasil analisis dapat diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek Penelitian

Proyek Struktur Rangka Atap Stasiun Kereta Cepat Karawang yang berlokasi di daerah Kabupaten Karawang Provinsi Jawa Barat ini, dijadikan sebagai sumber data proyek. Pada pelaksanaannya nilai total keseluruhannya Rp.72.086.758. 194,. Waktu pelaksanaannya 150 hari kalender kerja (7 hari kerja) untuk masing-masing tahap yang dimulai Bulan Agustus 2022 dan selesainya pada Bulan April 2023 dengan volume pekerjaan 1.988.757,04 kg.

Hubungan Antar Kegiatan

Sesuai data kurva s pada proyek ini, pelaksanaan proyek memakan waktu 23 minggu. Maka dibuat grafik penjadwalan selama 23 minggu. Ada 12 lintasan kerja dibuat di jaringan CPM. Item pekerjaan disusun menjadi mata rantai sesuai urutan hubungan ketergantungan yang didasarkan pada studi literatur mengenai metode pelaksanaan pekerjaan struktur rangka atap. Selanjutnya dibuat Tabel 1 untuk menunjukkan item pekerjaan, serta hubungan antar item pekerjaan dengan penamaan agar mempermudah penulisan item pekerjaan dalam perhitungan selanjutnya.

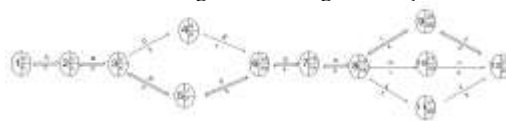
Tabel 1. Hubungan Antar Kegiatan

Jenis Pekerjaan	Kode	Durasi (minggu)	Kegiatan Mendahului	Kegiatan Mengikuti
Pekerjaan Cutting	A	3	-	B
Pekerjaan Fitap	B	2	A	C,D
Pekerjaan Welding	C	3	B	E
Pekerjaan Finishing	D	2	B	F
Pekerjaan Painting	E	1	C	G
Pekerjaan Material on Site	F	3	D	G
Pekerjaan Assembly	G	4	E,F	H
Pekerjaan Erection	H	2	G	I,K,L
Pekerjaan Welding	I	4	-	J
Pekerjaan Touch Up	J	3	I,K,L	-
Pekerjaan Pengencangan Baut	K	1	H	J
Pekerjaan Non Destructive Test	L	1	H	J

Penyusunan Diagram Jaringan Kerja

Diagram jaringan kerja adalah jaringan yang berisi lintasan aktivitas dan urutan aktivitas yang dilakukan selama implementasi proyek. Dari diagram jaringan tersebut bisa diketahui lintasan kerja apa saja yang termasuk dalam jalur kritis serta non kritis.

Gambar 1. Diagram Jaringan Kerja CPM



Adanya diagram jaringan kerja, maka lintasan kerja dapat diketahui pada proyek ini. Agar dapat menentukan jalur lintasan kritis maka bisa dilakukan menghitung nilai EET dan LET dari masing-masing item pekerjaan.

Identifikasi Float Time (TF) dan Lintasan Kritis

Selanjutnya bisa dihitung float time atau waktu mengambang dari tiap pekerjaan. Nilai total float (TF) = LET_j – Dij – EET_i.

Tabel 2. Nilai *Total Float* (TF)

Kegiatan	LETi	Dij	EETi	TF	Keterangan
A	3	3	0	0	KRITIS
B	5	2	3	0	KRITIS
C	9	3	5	1	NON KRITIS
D	7	2	5	0	KRITIS
E	10	1	8	1	NON KRITIS
F	10	3	7	0	KRITIS
G	14	4	10	0	KRITIS
H	16	2	14	0	KRITIS
I	20	4	16	0	KRITIS
J	23	3	20	0	KRITIS
K	20	1	16	3	NON KRITIS
L	20	1	16	3	NON KRITIS

Lintasan kritis merupakan lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan dengan nilai total float sama dengan nol (Brando, Walangitan and Tjakra, 2017). Maka lintasan kritis dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Kegiatan pertama : $EET_i = LET_i$
2. Kegiatan terakhir : $EET_j = LET_j$
3. Total Float : $TF = 0$
4. Berdasarkan tabel diatas, diketahui lintasan kritis pada proyek ini pada kegiatan :
5. Pekerjaan Cutting
6. Pekerjaan Fitup
7. Pekerjaan Finishing
8. Pekerjaan Material on Site
9. Pekerjaan Assembly
10. Pekerjaan Erection
11. Pekerjaan Welding
12. Pekerjaan Touch Up

Metode Crashing

Pada penelitian ini guna melaksanakan percepatan penyelesaian pekerjaan proyek struktur rangka atap baja Stasiun Kereta Cepat Karawang dengan menggunakan cara penambahan jumlah tenaga kerja. Dengan penambahan jumlah tenaga kerja ini sangat dibutuhkan agar dapat mengatasi ketidakefektifan dalam pelaksanaan pekerjaan. Berikut ada tiga percobaan untuk percepatan (Trial and Error) dengan menggunakan jaringan kerja CPM.

1. Trial and Error 1

Berdasarkan Trial and Error 1, penambahan jumlah tenaga kerja pada item pekerjaan lintasan kritis dalam tabel berikut.

Tabel 3. *Trial and Error 1*

Jenis Pekerjaan	Kode	Biaya	
		Durasi Normal	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
Pekerjaan Cutting	A	Rp. 3.812.000,00	Rp. 8.036.000,00
Pekerjaan Fitup	B	Rp. 6.461.000,00	Rp. 10.836.000,00
Pekerjaan Welding	C	Rp. 10.315.000,00	Rp. 10.315.000,00
Pekerjaan Finishing	D	Rp. 4.759.000,00	Rp. 9.016.000,00
Pekerjaan Painting	E	Rp. 6.459.000,00	Rp. 6.459.000,00
Pekerjaan Material on Site	F	Rp. 5.964.000,00	Rp. 6.356.000,00
Pekerjaan Assembly	G	Rp. 9.316.000,00	Rp. 14.812.000,00
Pekerjaan Erection	H	Rp. 6.243.000,00	Rp. 9.912.000,00
Pekerjaan Welding	I	Rp. 10.531.000,00	Rp. 13.552.000,00
Pekerjaan Touch Up	J	Rp. 6.812.000,00	Rp. 7.336.000,00
Pekerjaan Pengencangan Baut	K	Rp. 9.587.000,00	Rp. 9.587.000,00
Pekerjaan Non Destructive Test	L	Rp. 7.498.000,00	Rp. 7.498.000,00
Totals	Sekolah	Rp. 87.737.000,00	Rp. 25.978.000,00

Berdasarkan Tabel 3. Trial and Error 1 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a) Total durasi waktu semua pekerjaan yaitu 18 minggu.

Arie Bima Wicaksono¹, Budi Setiawan², **Analisa Pengendalian Waktu Menggunakan Metode Critical Path Method.....**

- b) Pekerjaan yang termasuk lintasan kritis yaitu A-B-D-F-G-H-I-J.
 - c) Untuk biaya durasi normal sebesar Rp 87.737.000,00.
 - d) Akibat dari penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan A-B-D-F-G-H-I-J didapatkan biaya kritis sebesar Rp 113.715.000,00.
2. Trial and Error 2

Berdasarkan Trial and Error 2, penambahan jumlah tenaga kerja pada item pekerjaan lintasan kritis dalam tabel berikut.

Tabel 4. Trial and Error 2

Jenis Pekerjaan	Kode	Biaya	
		Durasi Normal	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
Pekerjaan Cutting	A	Rp 3.812.000,00	Rp 4.060.000,00
Pekerjaan Fitup	B	Rp 6.461.000,00	Rp 8.120.000,00
Pekerjaan Welding	C	Rp 10.315.000,00	Rp 10.315.000,00
Pekerjaan Finishing	D	Rp 4.739.000,00	Rp 6.580.000,00
Pekerjaan Painting	E	Rp 6.459.000,00	Rp 6.459.000,00
Pekerjaan Material on Site	F	Rp 5.964.000,00	Rp 6.356.000,00
Pekerjaan Assembly	G	Rp 9.316.000,00	Rp 11.032.000,00
Pekerjaan Erection	H	Rp 6.243.000,00	Rp 9.632.000,00
Pekerjaan Welding	I	Rp 10.531.000,00	Rp 12.096.000,00
Pekerjaan Touch Up	J	Rp 6.812.000,00	Rp 6.356.000,00
Pekerjaan Pengencangan Baut	K	Rp 9.587.000,00	Rp 9.587.000,00
Pekerjaan Non Destructive Test	L	Rp 7.498.000,00	Rp 7.498.000,00
Total		Rp 87.737.000,00	Rp 98.091.000,00
Selisih			Rp 10.354.000,00

Berdasarkan Tabel 4. Trial and Error 2 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a) Total durasi waktu semua pekerjaan yaitu 19 minggu.
 - b) Pekerjaan yang termasuk lintasan kritis yaitu A-B-D-F-G-H-I-J.
 - c) Untuk biaya durasi normal sebesar Rp 87.737.000,00.
 - d) Akibat dari penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan A-B-D-F-G-H-I-J didapatkan biaya kritis sebesar Rp 98.091.000,00.
3. Trial and Error 3

Berdasarkan Trial and Error 3, penambahan jumlah tenaga kerja pada item pekerjaan lintasan kritis dalam tabel berikut.

Tabel 5. Trial and Error 3

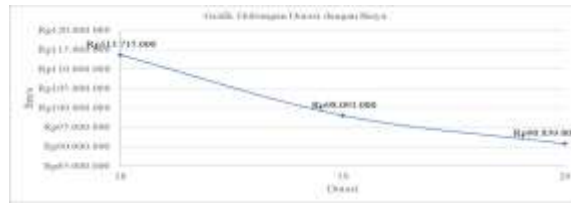
Jenis Pekerjaan	Kode	Biaya	
		Durasi Normal	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja
Pekerjaan Cutting	A	Rp 3.812.000,00	Rp 4.060.000,00
Pekerjaan Fitup	B	Rp 6.461.000,00	Rp 6.580.000,00
Pekerjaan Welding	C	Rp 10.315.000,00	Rp 10.315.000,00
Pekerjaan Finishing	D	Rp 4.739.000,00	Rp 5.040.000,00
Pekerjaan Painting	E	Rp 6.459.000,00	Rp 6.459.000,00
Pekerjaan Material on Site	F	Rp 5.964.000,00	Rp 6.356.000,00
Pekerjaan Assembly	G	Rp 9.316.000,00	Rp 9.576.000,00
Pekerjaan Erection	H	Rp 6.243.000,00	Rp 6.916.000,00
Pekerjaan Welding	I	Rp 10.531.000,00	Rp 12.096.000,00
Pekerjaan Touch Up	J	Rp 6.812.000,00	Rp 6.356.000,00
Pekerjaan Pengencangan Baut	K	Rp 9.587.000,00	Rp 9.587.000,00
Pekerjaan Non Destructive Test	L	Rp 7.498.000,00	Rp 7.498.000,00
Total		Rp 87.737.000,00	Rp 90.839.000,00
Selisih			Rp 3.102.000,00

Berdasarkan Tabel 4. Trial and Error 3 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a) Total durasi waktu semua pekerjaan yaitu 20 minggu.
- b) Pekerjaan yang termasuk lintasan kritis yaitu A-B-D-F-G-H-I-J.
- c) Untuk biaya durasi normal sebesar Rp 87.737.000,00.
- d) Akibat dari penambahan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan A-B-D-F-G-H-I-J didapatkan biaya kritis sebesar Rp 90.839.000,00.

Berdasarkan ketiga Trial and Error diatas, maka dapat dibuat grafik hubungan waktu dan biaya pada gambar dibawah ini.

Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu dan Biaya



Berdasarkan grafik diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa setiap dilakukan percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan maka biaya yang dibutuhkan semakin besar. Selain itu, dari ketiga percobaan diatas, dipilih yang paling optimal dari segi waktu dan biaya. Dapat dilihat dari waktu pelaksanaannya, percobaan ke-2 dengan penambahan biaya sebesar Rp 98.091.000,00 dan durasi waktu pekerjaannya 19 minggu merupakan alternatif pilihan percepatan pelaksanaan pekerjaan yang paling efektif dan efisien.

SIMPULAN

Sesuai dengan hasil pembahasan dan analisis data menggunakan Metode CPM, didapatkan lintasan kritis pada pekerjaan struktur rangka atap baja Stasiun Kereta Cepat Karawang yaitu pekerjaan cutting (A), pekerjaan fitup (B), pekerjaan finishing (D), pekerjaan material on site (F), pekerjaan assembly (G), pekerjaan erection (H), pekerjaan welding (I), pekerjaan touch up (J). Dilakukan penambahan tenaga kerja serta mengatur kembali penjadwalan untuk upaya percepatan durasi proyek, dimana durasi normal penyelesaian proyek 23 minggu menjadi 19 minggu. Dari hasil analisa biaya akibat penambahan tenaga kerja diperoleh total penambahan biaya sebesar Rp 98.091.000,00 dari biaya normalnya sebesar Rp 87.737.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Handayani, E., Mona, E. and Pebriyanto, H. (2019) 'Pengendalian Waktu pada Proyek Peningkatan Jalan Simpang Candi Muaro Jambi Metode CPM', *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(1), p. 34. Available at: <https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i1.44>.
- Hayun, A. (2005) 'Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode Pert - CPM Studi Kasus : Fly Over Ahmad Yani – Karawang', *The Winners*, 6(2), p. 155. Available at: <https://doi.org/10.21512/tw.v6i2.605>.
- 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.
- 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>.

Walean, D.M. et al. (2012) 'Perencanaan Dan Pengendalian Jadwal Dengan Menggunakan Program Microsoft Project 2010 (Studi Kasus: Proyek PT. Trakindo Utama)', *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), pp. 22–26.