

Percepatan Pelaksanaan Pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar

Wahyu Yusuf Rio^{1*}, Achmad Rival Bilal Azri², Ezra Hartarto Pongtuluran³

^{1,2,3} Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan, 76129, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: wahyu.yusuf@poltekba.ac.id

Received 19th May 2023; 1st Revision 12th June 2023; Accepted 24th June 2023

DOI: <https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.123773>

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar ditemukan adanya indikasi keterlambatan proyek karena keterbatasan tenaga kerja dan faktor cuaca. Oleh karena itu, diperlukan percepatan proyek dan penjadwalan ulang proyek setelah dipercepat. Metode percepatan yang digunakan adalah Time Cost Trade off, penjadwalan yang digunakan adalah metode jalur kritis. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada proyek pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar dengan menerapkan TCTO (Time Cost Trade Off) durasi percepatan menjadi 99 hari dari sebelumnya 120 hari menjadi lebih cepat 21 hari sehingga penyelesaian pekerjaan struktural dapat sesuai dengan rencana penjadwalan awal. diperoleh dari kurva S proyek. Selisih total biaya akhir proyek akibat percepatan sebesar Rp122.692.375,39 sehingga total biaya proyek menjadi Rp1.709.821.000,00 dari total biaya proyek sebelumnya sebesar Rp1.832.512.768,25.

Kata Kunci: Lintasan Kritis; Analisis Percepatan; Kemiringan Biaya; Keterlambatan; TCTO.

ABSTRACT

In the implementation of the construction of the Pondok Tahfidz Al-Fajar Mosque, indications of project delays were found due to lack of labor and weather factors. Therefore, it is necessary to accelerate the project and reschedule the project after it has been accelerated. The acceleration method used is Time Cost Trade off, scheduling used is critical path method. Based on the results of the analysis conducted on the construction project of the Pondok Tahfidz Al-Fajar Mosque by applying the TCTO (Time Cost Trade Off) the acceleration duration was 99 days from the previous 120 days which was 21 days faster so that the completion of the structural work could be in accordance with the initial scheduling plan. obtained from the project S curve. The difference in the total final cost of the project due to the acceleration is IDR 122,692,375.39, bringing the total project cost to IDR 1,709,821,000.00 from the previous total cost project of IDR 1,832,512,768.25

Keywords: Critical Path; Acceleration Analysis; Cost Slope; Delays; TCTO.

Copyright © Wahyu Yusuf Rio, Achmad Rival Bilal Azri, Ezra Hartarto Pongtuluran

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Tepat waktu, biaya yang minim, dan mutu yang sesuai dengan rencana merupakan indikasi suatu proyek dikatakan berhasil. Pada pelaksanaan proyek konstruksi tidak selalu berjalan mulus, Masalah-masalah seperti penyelesaian proyek yang tidak tepat waktu sering kali ditemui. Faktor yang mempengaruhi terlambatnya kegiatan proyek pun beragam diantaranya: Faktor cuaca, Redesign, terlambatnya material, dan minimnya tenaga kerja di lapangan. Hal

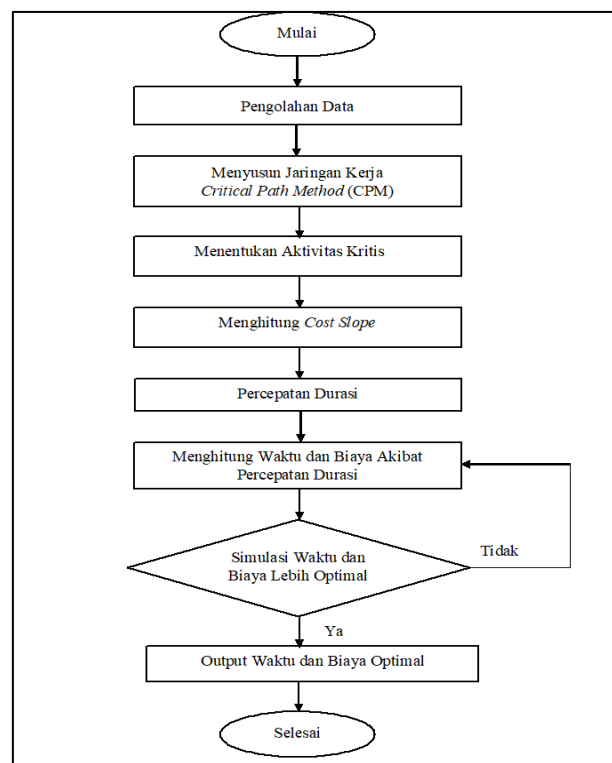
ini membutuhkan perhatian khususnya dalam hal manajemen proyek mulai dari fase perencanaan hingga fase penyelesaian proyek.

Ketika dihadapkan dengan permasalahan tenaga kerja di lapangan maka alternatif yang biasanya digunakan oleh kontraktor untuk mempercepat kegiatan adalah dengan melemburkan beberapa pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dan menambah tenaga kerja yang nantinya dapat memengaruhi total durasi dan biaya proyek. Adapun metode percepatan proyek seperti metode *Fast Track*, *Crashing*, dan *Time Cost Trade Off* yang umum digunakan untuk mempercepat penyelesaian suatu proyek.

Salah satu metode yang digunakan untuk mempersingkat durasi permasalahan ini adalah metode *Time Cost Trade Off*, atau yang disebut dengan metode menukarkan biaya dengan waktu, yaitu suatu metode analisis yang bertujuan untuk mempercepat proyek. Tujuan dari teknik percepatan ini adalah untuk mengetahui berapa waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek sesuai dengan yang direncanakan, dengan kata lain merencanakan waktu dan biaya yang optimal dan paling efisien.

METODE

Dengan menggunakan data proyek yang didapat dari pihak Kontraktor, pada penelitian ini dilakukan penerapan metode analisis *Time Cost Trade Off*. Data yang didapat akan dijadwalkan kembali menggunakan *Critical Path Method* untuk mengetahui pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Setelah mengetahui lintasan kritis, akan dilakukan analisis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* untuk dihitung percepatan pada setiap pekerjaan di dalam proyek. Dilakukan penerapan terhadap beberapa alternatif untuk membandingkan alternatif mana yang menghasilkan waktu dan biaya optimum. Urutan kegiatan penelitian ditampilkan pada Gambar 1 Bagan alir berikut ini.



Gambar 1. Bagan Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Lintasan Kritis

Pada proyek pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar hanya terdiri dari satu pekerjaan utama yaitu struktur. Pada proyek ini digunakan time schedule untuk penjadwalannya. Pembangunan masjid direncanakan selesai dalam 120 hari kerja terhitung mulai tanggal 16 Juni 2021 hingga 13 Oktober 2021. Namun karena terdapat kendala dalam proses pengerjaannya proyek tersebut mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mengembalikan progress proyek ke rencana semula, diperlukan suatu metode untuk mempercepat proyek sekalipun akan diikuti dengan bertambahnya biaya proyek. Diharapkan nantinya jika terdapat penambahan biaya, biaya yang dihasilkan akan lebih efektif dibandingkan dengan denda akibat keterlambatan yang harus dibayarkan. Sebelum menganalisis percepatan waktu, maka akan dilakukan penjadwalan ulang terlebih dahulu menggunakan Critical Path Method (CPM) sebagai network planning kemudian dilanjutkan dengan analisis Time Cost Trade Off (TCTO). Analisis TCTO bertujuan untuk mempercepat durasi dengan melakukan pengujian pada pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis, sehingga percepatan yang dihasilkan nantinya akan menghasilkan penambahan total biaya proyek yang diupayakan seminial mungkin. perhitungan maju dan perhitungan mundur merupakan langkah yang dilakukan untuk menentukan waktu penyelesaian proyek. Urutan pekerjaan pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar pada keadaan waktu normal ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Durasi Proyek Normal

Kode	Pekerjaan	Durasi
A	Pekerjaan Persiapan	8
B	Cor Rabat Lantai T.10 cm	7
C	Kolom LT.1	35
D	Stek Kolom Praktis 13x13 (KP)	2
E	Balok LT.1	25
F	Pelat Lantai T. 15 cm	25
G	Janggutan Beton 85 cm	25
H	Kolom LT.2	21
I	Stek Kolom 25x25 (K4)	21
J	Ring Balk LT.2	20
K	Pelat Lantai T. 12 & 10 cm	20
L	Tangga Type 01	16
M	Tangga Type 02	16
N	Pasang Kubah Enamel Dia. 5 m, tinggi 2.5 m	4

Pada tabel 1 diatas dapat diketahui durasi normal pada masing – masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar. Perhitungan maju pada durasi normal proyek ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Maju CPM

Perhitungan Maju CPM					
No	Simbol	Eeti	Durasi	Eetj	Keterangan
1	A	0	8	8	
2	B	8	7	15	
3	C	15	35	50	Pilih yang terbesar

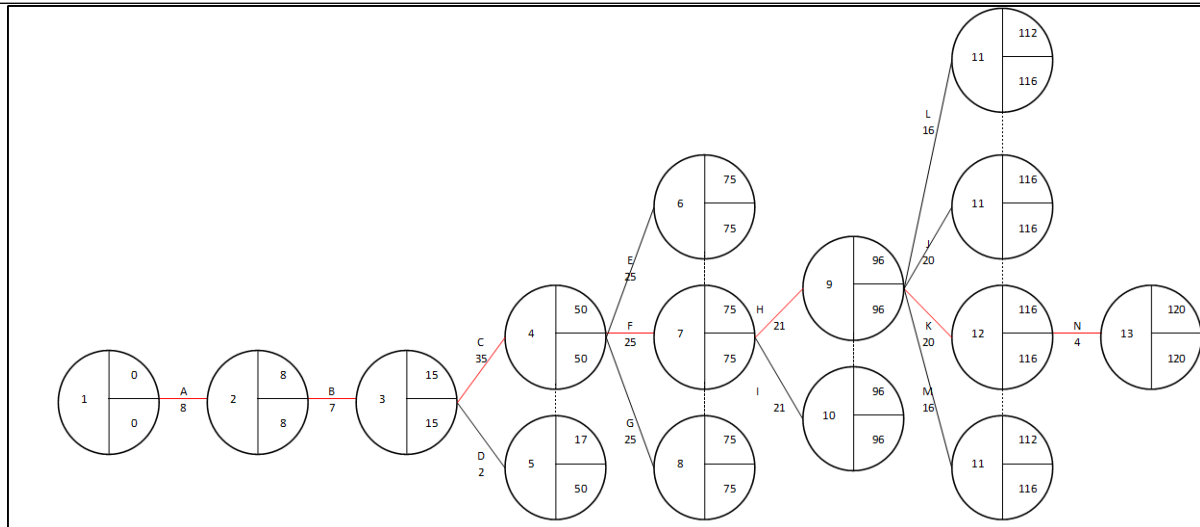
4	D	15	2	17	Dummy	
5	E	50	25	75	Dummy	
6	F	50	25	75		
7	G	50	25	75	Dummy	
8	H	75	21	96		
9	I	75	21	96	Dummy	
10	J	96	20	116	Dummy	
11	K	96	20	116		
12	L	96	16	112	Dummy	
13	M	96	16	112	Dummy	
14	N	116	4	120		

Setelah dilakukan perhitungan maju durasi normal menggunakan metode CPM, maka dilanjutkan dengan melakukan perhitungan mundur durasi normal. Perhitungan mundur pada durasi normal proyek ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Mundur CPM

Perhitungan Mundur CPM						
No	Simbol	Eeti	Durasi	Eetj	Keterangan	
1	N	120	4	116		
2	M	116	16	100	Dummy	Pilih yang terkecil
3	L	116	16	100	Dummy	
4	K	116	20	96		
5	J	116	20	96	Dummy	
6	I	96	21	75	Dummy	
7	H	96	21	75		
8	G	75	25	50	Dummy	
9	F	75	25	50		
10	E	75	25	50	Dummy	
11	D	17	2	15	Dummy	
12	C	50	35	15		
13	B	15	7	8		
14	A	8	8	0		

Setelah dilakukan perhitungan maju dan mundur durasi normal, maka dilanjutkan dengan mencari kegiatan yang masuk pada lintasan kritis menggunakan CPM. Diagram CPM durasi normal ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Jaringan Kerja CPM Durasi Normal

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat diagram kerja CPM durasi normal. Pekerjaan yang masuk pada lintasan kritis ditampilkan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Pekerjaan Pada Lintasan Kritis

No	Uraian Pekerjaan
1	Cor Rabat Lantai T.10 cm
2	Kolom LT.1
3	Balok LT.1
4	Pelat Lantai T. 15 cm
5	Janggutan Beton 85 cm
6	Kolom LT.2
7	Ring Balk LT.2
8	Tangga Type 01
9	Tangga Type 02

Kompresi Time Cost Trade Off

Ketika melakukan percepatan durasi penyelesaian proyek, penambahan biaya akibat percepatan diupayakan seminimal mungkin. Kegiatan yang masuk dalam lintasan kritis akan dikompres dan dilakukan pada kegiatan yang memiliki nilai cost slope terendah terlebih dahulu. Perhitungan Crashing Program ditampilkan pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Crashing Program Pekerjaan Pada Lintasan Kritis

No	Uraian Pekerjaan	Produktivitas Harian (m3/h)	Crash Program 1 jam	Crash Program 2 jam	Crash Program 3 jam	Crash Program 4 jam
1	Cor Rabat Lantai T.10 cm	5,49	6,11	6,59	6,93	7,14
2	Kolom LT.1	0,66	0,74	0,80	0,84	0,86
3	Balok LT.1	0,27	0,30	0,32	0,34	0,35
4	Pelat Lantai T. 15 cm	1,92	2,14	2,30	2,42	2,50
5	Janggutan Beton 85 cm	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
6	Kolom LT.2	1,26	1,40	1,51	1,59	1,63
7	Ring Balk LT.2	1,92	2,72	2,94	3,09	3,18
8	Tangga Type 01	0,78	0,87	0,93	0,98	1,01
9	Tangga Type 02	0,58	0,64	0,69	0,73	0,75

Lembur Untuk Satu Kegiatan (Alternatif 1)

Pada alternatif 1 ini hanya 1 kegiatan yang dilakukan penambahan jam kerja 1 hingga 4 jam. Adapun pekerjaan yang dilemburkan yaitu pekerjaan yang memiliki durasi terlama yang berada pada lintasan kritis. Perhitungan *total crash* alternatif 1 ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6. *Total Crash* Alternatif 1

No	Lembur	Kegiatan yang dilemburkan	Normal duration	Crash duration	Total crash
1	1 jam	Kolom lt.1	35	31,46	3,54
2	2 jam	kolom lt.1	35	29,17	5,83
3	3 jam	Kolom lt.1	35	27,72	7,28
4	4 jam	Kolom lt.1	35	26,92	8,08

Setelah didapatkan total crash dilanjutkan dengan melakukan perhitungan terhadap output penambahan biaya TCTO. Perhitungan output waktu tercepat dengan penambahan biaya ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 7. Output Waktu tercepat dengan penambahan biaya TCTO Alternatif 1

No	Lembur	Waktu	Percepatan	Total cost	Selisih biaya
1	Normal	120	0	Rp 1.832.512.768,25	Rp -
2	1 jam	116,46	3,54	Rp 1.822.915.325,96	Rp 9.597.442,29
3	2 jam	114,17	5,83	Rp 1.818.167.774,86	Rp 14.344.993,39
4	3 jam	112,72	7,28	Rp 1.816.367.701,87	Rp 16.145.066,38
5	4 jam	111,92	8,08	Rp 1.816.986.139,59	Rp 15.526.628,66

Dimana:

$$a. \text{Crash Program} = (\text{Jam kerja/hari} \times \text{Produktivitas/jam}) + (\text{Jam lembur} \times e \times \text{Produktivitas/jam}) \quad (1)$$

$$b. \text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Crash Program}} \quad (2)$$

$$c. \text{Total Crash} = \text{Normal Duration} - \text{Crash Duration} \quad (3)$$

$$d. \text{Selisih Biaya} = \text{Crash Cost} - \text{Normal Cost} \quad (4)$$

Grafik Hubungan antara Waktu dan Biaya Proyek Akibat Percepatan pada Alternatif 1 ditampilkan pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Waktu dan Biaya Proyek Akibat Percepatan Alternatif 1

Lembur Untuk Beberapa Kegiatan (Alternatif 2)

Pada alternatif 2, jam kerja ditambahkan dari 1 hingga 4 jam kemudian dipilih beberapa kegiatan untuk diterapkan penambahan jam kerja tersebut. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan durasi percepatan yang didapat. Berdasarkan perhitungan, adapun penambahan jam kerja yang digunakan yaitu lembur 3 jam. Perhitungan total crash pada alternatif 2 ditampilkan pada tabel 8.

Tabel 8. Total Crash Alternatif 2

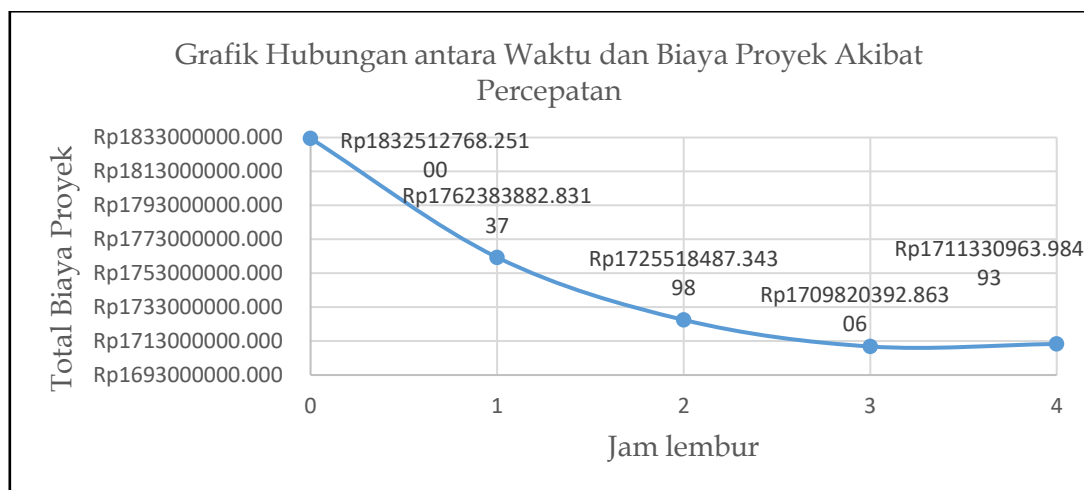
No	Kegiatan yang dilemburkan	Normal duration	Crash duration	Total crash
1	Kolom lt.1	35	27,72	7,28
2	Balok lt.1	25	19,80	5,20
3	Pelat lantai	25	19,80	5,20
4	Jangutan	25	19,80	5,20
5	Kolom lt.2	21	16,63	4,37
6	Ringbalk lt.2	20	15,84	4,16
7	Pelat lantai	20	15,84	4,16
Total Crash				21,00
Total waktu normal				120,00
Total setelah lembur				99,00

Setelah didapatkan *total crash* dilanjutkan dengan melakukan perhitungan terhadap output penambahan biaya TCTO. Perhitungan output waktu tercepat dengan penambahan biaya ditampilkan pada tabel 9.

Tabel 9. Output Waktu tercepat dengan penambahan biaya TCTO Alternatif 2

No	Lembur	Waktu	Percepatan	Selisih Biaya	Total Cost
1	Normal	120	0	-	Rp 1.832.512.768,25
2	1 jam	109,79	10,21	Rp 70.128.885,42	Rp 1.762.383.882,83
3	2 jam	103,17	16,83	Rp 106.994.280,91	Rp 1.725.518.487,34
4	3 jam	99,00	21,00	Rp 122.692.375,39	Rp 1.709.820.392,86
5	4 jam	96,69	23,31	Rp 121.181.804,27	Rp 1.711.330.963,98

Grafik Hubungan antara Waktu dan Biaya Proyek Akibat Percepatan pada Alternatif 2 ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Waktu dan Biaya Proyek Akibat Percepatan Alternatif 2

Identifikasi Lintasan Kritis Percepatan

Berikut merupakan urutan pekerjaan pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar setelah percepatan ditampilkan pada tabel 10.

Tabel 10. Durasi Proyek Percepatan

Kode	Pekerjaan	Durasi
A	Pekerjaan Persiapan	8
B	Cor Rabat Lantai T.10 cm	7
C	Kolom LT.1	27
D	Stek Kolom Praktis 13x13 (KP)	2
E	Balok LT.1	20
F	Pelat Lantai T. 15 cm	20
G	Janggutan Beton 85 cm	20
H	Kolom LT.2	17
I	Stek Kolom 25x25 (K4)	2
J	Ring Balk LT.2	16
K	Pelat Lantai T. 12 & 10 cm	16
L	Tangga Type 01	16
M	Tangga Type 02	16
N	Pasang Kubah Enamel Dia. 5 m, tinggi 2.5 m	4

Pada tabel diatas dapat diketahui durasi percepatan pada masing – masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Masjid Pondok Tahfidz Al-Fajar. Perhitungan maju pada durasi percepatan proyek ditampilkan pada tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Maju CPM Percepatan

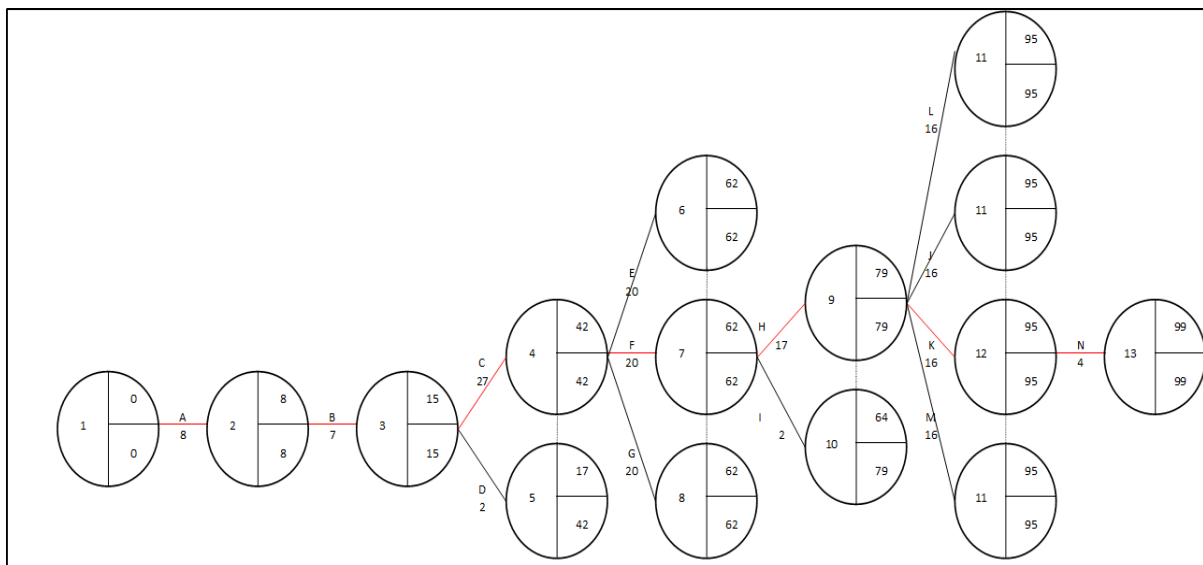
Perhitungan Maju CPM Percepatan						
No	Simbol	Eeti	Durasi	Eetj	Keterangan	
1	A	0	8	8		
2	B	8	7	15		
3	C	15	27	42		Pilih yang terbesar
4	D	15	2	17	Dummy	
5	E	42	20	62	Dummy	
6	F	42	20	62		
7	G	42	20	62	Dummy	
8	H	62	17	79		Pilih yang terbesar
9	I	62	2	64	Dummy	
10	J	79	16	95	Dummy	
11	K	79	16	95		
12	L	79	16	95	Dummy	
13	M	79	16	95	Dummy	
14	N	95	4	99		

Pada tabel diatas merupakan perhitungan maju CPM pada durasi pecepatan dimana pada item C dan D, H dan I hasil perhitungan yang dipilih merupakan yang terbesar. Setelah dilakukan perhitungan maju durasi percepatan menggunakan metode CPM, maka dilanjutkan dengan melakukan perhitungan mundur durasi percepatan. Perhitungan mundur pada durasi percepatan proyek ditampilkan pada tabel 12.

Tabel 12 Perhitungan Mundur CPM Percepatan

Perhitungan mundur CPM percepatan					
No	Simbol	Eeti	Durasi	Eetj	Keterangan
1	N	99	4	95	
2	M	95	16	79	Dummy
3	L	95	16	79	Dummy
4	K	95	16	79	
5	J	95	16	79	Dummy
6	I	79	2	77	Dummy
7	H	79	17	62	Pilih yang terkecil
8	G	62	20	42	
9	F	62	20	42	
10	E	62	20	42	Dummy
11	D	42	2	40	Dummy
12	C	42	27	15	Pilih yang terkecil
13	B	15	7	8	
14	A	8	8	0	

Setelah dilakukan perhitungan maju dan mundur durasi percepatan, maka dilanjutkan dengan membuat penjadwalan menggunakan CPM untuk durasi percepatan. Diagram CPM durasi percepatan ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Jaringan Kerja CPM Durasi Percepatan

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari percepatan pembangunan masjid pondok tahfidz Al-Fajar ini adalah dengan dilaksanakannya lembur 3 jam maka akan didapatkan total biaya proyek akibat percepatan sebesar Rp 1.709.821.000,00 dari total rencana biaya proyek sebesar Rp 1.832.512.768,25. Terdapat selisih antara biaya total perencanaan dengan total biaya setelah percepatan sebesar Rp 122.692.375,39. Menurunnya total biaya proyek juga diikuti dengan berkurangnya durasi proyek menjadi 99 hari dari total durasi proyek selama 120 hari. Dimana total durasi yang berhasil dipangkas akibat percepatan ini adalah 21 hari. Dapat disimpulkan bahwa lembur 3 jam dipilih karena menghasilkan durasi tercepat dan biaya yang paling *minimum* dibandingkan alternatif penambahan jam kerja lainnya.

REFERENSI

- [1] BIBLIOGRAPHY \m Hus09 \l 1033 BIBLIOGRAPHY \m HKe99 \l 1033 Husein, N. A. (2018). Analisis Percepatan Proyek Konstruksi Dengan Metode Penambahan Jam Kerja Pada Pembangunan Villa Graha Internal Malang (Analisis Of Acceleration Construction Project Using Addition Working Hours Method On Villa Graha Internal Malang).
- [2] Iwawo, E. R., Tjakra, J., & Pratas, P. A. (2016). Penerapan metode cpm pada proyek konstruksi (studi kasus pembangunan gedung baru kompleks eben haezar manado). *Jurnal Sipil Statik*, 4(9).
- [3] Kisworo, R. W., Handayani, F. S., & Sunarmasto, S. (2017). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat. *Matriks Teknik Sipil*, 5(3).
- [4] Malifa, Y., Dundu, A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun Iain Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 7(6).
- [5] Nugraha. (2022, Februari 15). *Mengenal Perbedaan Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, Ini Penjelasan Lengkapnya*. Retrieved from Merdeka.com: <https://www.merdeka.com/jateng/mengenal-perbedaan-penelitian-kualitatif-dan-kuantitatif-ini-penjelasan-lengkapnya-kln.html>
- [6] Pamungkas, R. N., & Hidayat, R. T. (2011). *Analisis Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi The Analysis of Time Cost Trade Off on Construction Project* (Doctoral dissertation, F. TEKNIK UNDIP).
- [7] Stefanus, Y. (2017). Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek menggunakan metode fast-track dan crash program. *Media Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang*, 15(1), 76-81.
- [8] Tardok, E. L. (2018). *Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Dermaga Pelabuhan Tanjung Priok* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).