



Tersedia Secara Online di  
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

**JURMATEKS**

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

## Optimalisasi Waktu dan Biaya Pada Proyek Gedung Pertanahan Nasional Kota Blitar Dengan Metode Critical Path Method (CPM)

B. Damara<sup>1\*</sup>, R. Hepiyanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

Email : <sup>1\*</sup> [bobbydamara@unisla.ac.id](mailto:bobbydamara@unisla.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Artikel masuk : 27 – 05 – 2021

Artikel revisi : 02 – 06 – 2021

Artikel diterima : 04 – 06 – 2021

#### Keywords :

Time, Cost, Critical Path Method.  
Construction Management.

#### Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

[6]

Fachrurrazi and S. Husin, "Practical crash duration estimation for project schedule activities," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–14, 2021, doi: 10.1016/j.jksues.2019.09.005.

### ABSTRACT

Cost and time control is a key aspect of construction management. In its planning, both aspects need to be done appropriately to get optimal results. Building construction cannot be separated from various obstacles that cause delays in work until the cost of repairs. This research aims to optimize the cost and time in the Blitar National Land building by using the CPM (Critical Path Method) Method. The method is applied by using Microsoft project software to find out the critical paths are located in each division of the work by creating network diagrams and delayed scenarios. The results of the study obtained critical pathways occurred inactivity (A, B, C, D, E, G, H, I, L and M). From the critical path, an increase in the number of workers and the duration of work (overtime) to prevent delays. The prevention takes a fee of Rp 290,617,244 with the duration of work (Activity B) requires 15 additional workers, 8 hours of overtime. (Activity C) it takes 3 additional workers and 1 hour additional overtime time and on (Activity H) requires 6 additional workers with overtime for 1 hour.

### ABSTRAK

Pengendalian biaya dan waktu merupakan aspek utama manajemen konstruksi. Dalam perencanaannya kedua aspek tersebut perlu dilakukan dengan tepat untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pekerjaan pembangunan sebuah gedung tidak lepas dari berbagai kendala yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan hingga pembengkakan biaya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan optimalisasi biaya dan waktu pada gedung Pertanahan Nasional Kota Blitar dengan menggunakan Metode CPM (Critical Path Method). Metode tersebut diterapkan dengan menggunakan software Microsoft project untuk mengetahui letak jalur kritis pada tiap divisi pekerjaan dengan membuat diagram network dan dilakukan skenario keterlambatan. Hasil penelitian didapatkan jalur kritis terjadi pada aktivitas (A, B, C, D, E, G, H, I, L dan M). Dari jalur kritis tersebut, dilakukan penambahan jumlah pekerja serta durasi kerja (lembur) untuk mencegah terjadinya keterlambatan. Dari pencegahan tersebut dibutuhkan biaya sebesar Rp 290.617.244 dengan durasi pekerjaan (Aktivitas B) membutuhkan 15 pekerja tambahan, 8 jam waktu lembur, (Aktivitas C) dibutuhkan 3 orang pekerja tambahan dan 1 jam

---

waktu lembur tambahan dan pada (Aktivitas H) membutuhkan 6 pekerja tambahan dengan waktu lembur selama 1 jam.

---

## 1. Pendahuluan

Manajemen merupakan ilmu yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengontrolan untuk mencapai tujuan tertentu. Sedangkan konstruksi merupakan susunan, model atau tata letak suatu bangunan, baik rumah, jembatan. Dengan demikian dapat diartikan bahwa manajemen konstruksi merupakan ilmu yang merencanakan, mengorganisir, mengarahkan, dan mengontrol proses penyusunan suatu bangunan dengan pemanfaatan sumber daya yang efektif dan efisien. Manajemen proyek konstruksi merupakan proses penerapan fungsi-fungsi manajemen (*Planning, Organizing, Actuating, dan Controlling*) secara sistematis dan terukur dengan pemanfaatan waktu dan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien untuk mengoptimalkan pencapaian tujuan.

Manajemen konstruksi dapat dikatakan berhasil apabila tercapai triple konstan yaitu biaya, mutu dan waktu yang sesuai dengan kontrak [1][2][3]. Dalam proses proyek konstruksi banyak tantangan dan kendala yang dihadapi baik pada penjadwalan ataupun biaya [4]. Dalam mengatasi hal tersebut, diperlukan metode yang tepat untuk mengantisipasi setiap kendala agar tidak terjadinya keterlambatan dan *over budgeting* pada pengerjaan proyek tersebut.

*Critical Path Method* (CPM) atau metode jalur kritis merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan[5][6][7]. Jalur kritis sendiri merupakan jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total waktu terlama. *Critical Path Method* (CPM) membuat asumsi bahwa waktu aktivitas yang diketahui dengan pasti sehingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk setiap aktivitas. Salah satu keuntungan CPM yaitu menyediakan jadwal yang dibangun secara empiris [8]. Analisis untuk mencari waktu paling optimal dan meminimalkan resiko keterlambatan pekerjaan sangat penting dilakukan untuk mendapatkan waktu optimum pelaksanaan serta dicapainya biaya yang efisien. [9].

Pembangunan gedung BPN dikota Blitar merupakan program pemerataan kesejahteraan daerah terkait informasi pelayanan publik tentang pertanahan pembangunan gedung Badan Pertanahan Nasional BPN kota Blitar menyerap anggaran daerah senilai Rp 4.267.621.000 (Empat Milyar Dua Ratus Enam Puluh Tujuh Juta Enam Ratus Dua Puluh Satu Ribu Rupiah) sesuai kontrak yang direncanakan pekerjaan gedung 2 lantai dengan estimasi waktu 125 hari kalender. Dalam pelaksanaan proyek pembanguna tersebut tidak lepas dari berbagai kendala yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan hingga pembengkakan biaya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dimana letak jalur kritis pada pekerjaan pembangunan gedung Badan Pertanahan Nasional (BPN) kota Blitar dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan dilakukan skenario keterlambatan untuk mendapatkan estimasi waktu untuk menghitung biaya dari keterlambatan yang terjadi menggunakan metode crashing.

## 2. Studi Literatur

### 2.1 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi memiliki beberapa tanggung jawab di antaranya; perencanaan proyek, manajemen efisiensi biaya, waktu, administrasi kontrak termasuk juga manajemen keselamatan dan praktik profesional[10][6][11]. Dalam pelaksanaannya, keterlambatan pekerjaan proyek konstruksi dapat dibagi kedalam tiga kategori sebagai berikut:

#### 1) *Excusable Non-Compensable Delays*

Pada tipe ini, penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek sebagai berikut:

- a) *Act of God*, seperti gangguan alam antara lain gempa bumi, tornado, letusan gunung api, banjir, kebakaran dan lain - lain[12][13].
- b) *Forse majeure*, termasuk di dalamnya adalah semua penyebab *Act of God*, kemudian perang, huru hara, demo, pemogokan karyawan dan lain -lain [13]
- c) Cuaca, ketika cuaca menjadi tidak bersahabat dan melebihi kondisi normal maka hal ini menjadi sebuah faktor penyebab keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusing Delay*) [11][12]

#### 2) *Excusable Compensable Delays*

Keterlambatan ini disebabkan oleh owner client, kontraktor berhak atas perpanjangan waktu dan claim atas keterlambatan tersebut. Penyebab keterlambatan yang termasuk dalam *Compensable* dan *Excusable Delay* adalah : [14][8]

- a) Terlambatnya penyerahan secara total lokasi (site) proyek.
- b) Terlambatnya pembayaran kepada pihak kontraktor.
- c) Kesalahan pada gambar dan spesifikasi.
- d) Terlambatnya pendetailan pekerjaan.
- e) Terlambatnya persetujuan atas gambar- gambar fabrikasi.

### 3) *Non - Excusable Delays*

Keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggung jawab dari kontraktor, karena kontraktor memperpanjang waktu pelaksanaan pekerjaan sehingga melewati tanggal penyelesaian yang telah disepakati, yang sebenarnya penyebab keterlambatan dapat diramalkan dan dihindari oleh kontraktor [14][15][12]. Dengan demikian pihak owner client dapat meminta monetary damages untuk keterlambatan tersebut. Adapun penyebabnya antara lain :

- a) Kesalahan mengkoordinasikan pekerjaan, bahan, serta peralatan.
- b) Kesalahan dalam pengelolaan keuangan proyek.
- c) Keterlambatan dalam penyerahan shop drawing / gambar kerja.
- d) Kesalahan dalam mempekerjakan personil yang tidak cakap.

## 2.2 *Critical Path Method*

*Critical Path Method* (CPM) digunakan untuk mengidentifikasi tugas-tugas utama dalam sebuah proyek sehingga dapat diselesaikan secara maksimal dan tepat waktu. Metode ini akan sangat membantu project manager dalam menganalisa, merencanakan dan menjadwalkan proyek dengan lebih efisien [16][17], yaitu dengan melakukan analisa daftar semua tugas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek [18], melakukan analisa terhadap tugas mana yang paling kritis, dalam artian paling berpengaruh terhadap total waktu yang dihabiskan dalam proyek tersebut dan harus lebih diprioritaskan [15], serta cara terbaik untuk menjadwalkan semua tugas dalam proyek agar memenuhi target waktu minimal penyelesaian [19][6].

Dalam metode CPM, beberapa item yang perlu diketahui sebagai berikut:

- a. Earliest Start (ES), merupakan waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai lalu
- b. Earliest Finish (EF) merupakan waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan sesuai dengan durasinya, kemudian
- c. Latest Start (LS) merupakan waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpapenundaan keseluruhan proyek.
- d. Latest Finish (LF) merupakan waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan
- e. Free Float (FF) merupakan jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi atau menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya.

- f. Total Float (TF) adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan dan
- g. Independent Float (IF) adalah suatu kegiatan yang boleh digeser atau dijadwalkan lagi yang merupakan selisih dari Total Float TF dengan Free Float FF, Sedikitpun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan[15][18].

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di proyek gedung BPN dikota Blitar dimana proyek tersebut menyerap anggaran daerah senilai Rp 4.267.621.000 (Empat Milyar Dua Ratus Enam Puluh Tujuh Juta Enam Ratus Dua Puluh Satu Ribu Rupiah) dengan kontrak yang direncanakan pekerjaan gedung 2 lantai dengan estimasi waktu 125 hari kalender. Item pekerjaan pada proyek tersebut meliputi Mobilisasi, Galian Biasa, Tiang Bor Beton, Timbunan, Pasangan Batu, Rabat lantai, Pembesian, Beton  $f_c' = 30$  MPa, Atap, Elektrikal, Kusen, Manajemen Mutu, Manajemen Keselamatan dan Finish[9] [19].

#### 3.1 Data proyek

Pengumpulan data sebagai bahan penelitian diperoleh dari kontraktor pelaksana dan juga beberapa dari konsultan pengawas[19]. Adapun jenis data yang dikumpulkan yaitu data sekunder seperti jadwal pelaksanaan proyek yang merupakan acuan atau rencana waktu pengerjaan/pelaksanaan masing-masing [16], rencana anggaran biaya (RAB) yaitu biaya yang dianggarkan untuk menyelesaikan semua item pekerjaan [20], serta laporan mingguan proyek yaitu laporan progress pencapaian prestasi proyek yang telah dicapai dalam satu periode mingguan [20][16].

#### 3.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan meliputi :

- 1) Menyusun Critical Path Method (CPM)

Pembuatan jadwal proyek menggunakan metode Critical Path Method sesuai dengan urutan ketergantungan proyek [21]. *Early Start* (ES) disusun terlebih dahulu dimana semua aktivitas yang ada harus dihubungkan satu sama lainnya dan kemudian dilakukan perhitungan mundur *Late Start* (LS) waktu paling akhir sebuah kegiatan proyek. Setelah dilakukan perhitungan tersebut dilakukan perhitungan *Early Finish* (EF) waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu

kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya dan *Late Finish* (LF) waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek [19][20].

2) Membuat Skenario Keterlambatan

Menyusun skenario keterlambatan dengan memasukkan resiko pekerjaan yang dapat memperlambat jalannya proyek dengan memasukkan hal apa saja yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proyek [22] [23] dan bagaimana akibatnya terhadap waktu durasi proyek pembangunan gedung BPN Blitar.

3) Mengetahui Aktivitas yang Terlambat

Dengan analisa sensitivitas maka akan diketahui aktivitas mana sajakah yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek. Namun, apabila belum juga diketahui aktivitas yang terlambat maka dilakukan penyusunan jadwal ulang menggunakan Critical Path Method sampai menemukan aktivitas yang dapat membuat mundurnya waktu penyelesaian proyek [13][22].

4) Menghitung Biaya

Menghitung biaya langsung dari proyek pembangunan gedung BPN Blitar setelah dipercepat dan menghitung biaya jika terjadi keterlambatan. Biaya langsung yang dihitung adalah gaji tenaga kerja dan biaya alat [24][25].

5) Kesimpulan dan Saran

Dengan adanya kesimpulan dari penelitian maka dapat disusun saran-saran yang berguna sebagai peningkatan kinerja perusahaan dan sebagai referensi pada penelitian yang selanjutnya.

## 4. Hasil dan Pembahasan

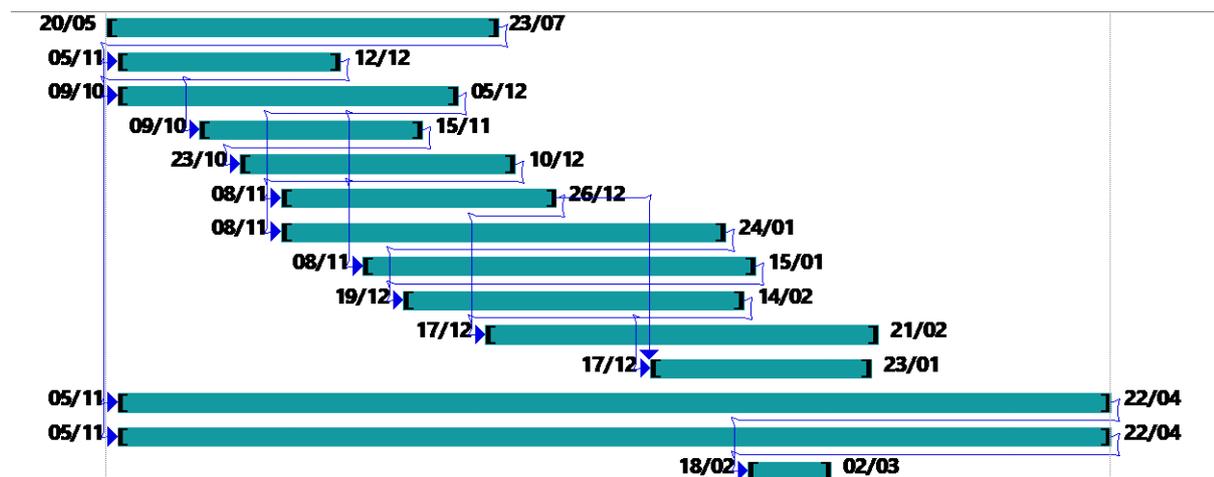
### 4.1 *Earliest Start (ES), Earliest Finish (EF), Latest Start (LS) dan Latest Finish (LF)*

Dalam Critical Path Method terdapat dua perhitungan yang dilakukan yaitu Earliest Start (ES) dan, Earliest Finish (EF) kemudian terdapat perhitungan mundur Latest Start (LS) dan Latest Finish (LF) waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa. Hasil perhitungan diuraikan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan ES-EF dan LS-LF.

Code	Kegiatan	Durasi	Early		Lastest	
			ES	EF	LS	LF
A	Mobilisasi	47	0	47	0	47
B	Galian Biasa	28	47	75	47	75
C	Tiang Bor Beton	42	75	117	75	117
D	Timbunan	28	75	103	75	103
E	Pasangan Batu	35	103	138	103	138
F	Rabat lantai	35	138	173	138	236
G	Pembesian	56	138	194	138	194
H	Beton $f_c' = 30$ MPa	49	138	187	138	186
I	Atap	42	194	236	194	236
J	Elektrikal	49	236	285	236	295
K	Kusen	28	236	264	236	285
L	Manajemen Mutu	122	0	122	0	122
M	Manajemen Keselamatan	122	0	122	0	122
N	Finish	10	285	295	285	305

Sumber : Hasil Penelitian.



Sumber: Hasil Penelitian

**Gambar 1.** Network Diagram Hitungan Maju dan Hitungan Mundur Metode CPM.

Pada **Tabel 1.** dan **Gambar 1.** hasil Perhitungan ES-EF dan LS-LF diperoleh hasil Earliest Finish (EF) 295 hari dan Latest Finish (LF) waktu paling akhir pekerjaan dapat diselesaikan yaitu 305 hari.

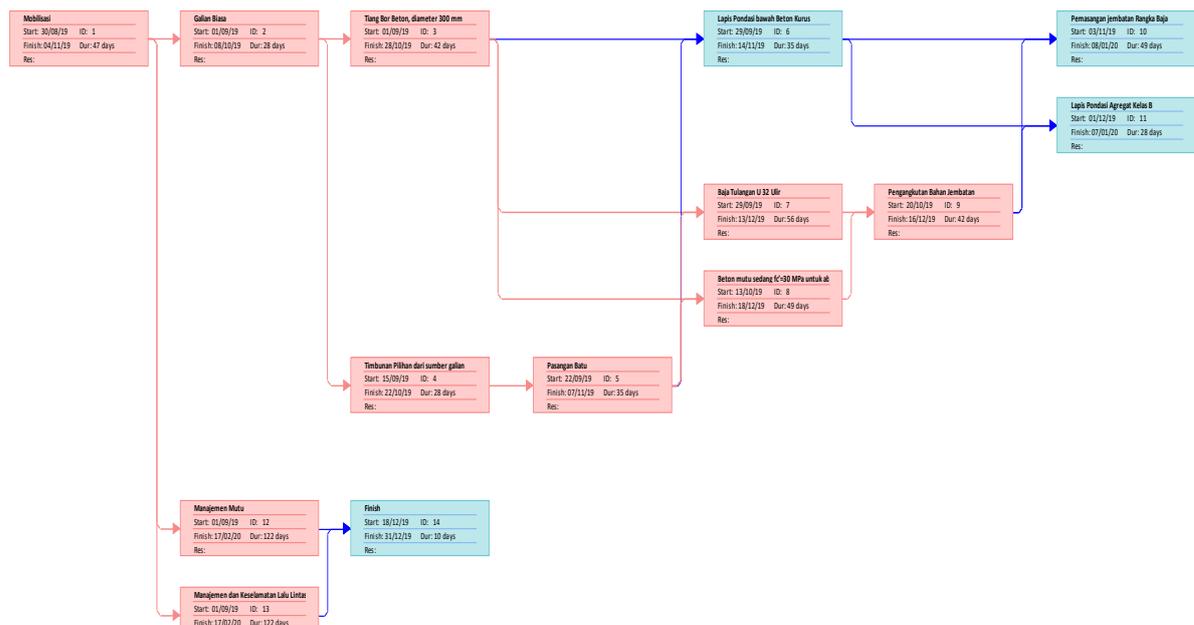
## 4.2 Float

Perhitungan nilai flot dilakukan untuk melakukan analisa jalur kritis CPM. Hasil analisa diuraikan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Analisa Jalur Kritis

code	Prodecessors	Durasi	Float			Ket
			FF	IF	TF	
A	-	47	0	0	0	Kritis
B	A	28	0	0	0	Kritis
C	B	42	0	0	0	Kritis
D	B	28	0	0	0	Kritis
E	D	35	0	0	0	Kritis
F	C,E	35	0	0	63	Tidak
G	C,E	56	0	0	0	Kritis
H	C,E	49	0	0	0	Kritis
I	G,H	42	0	0	0	Kritis
J	F,I	49	0	0	10	Tidak
K	F,I	28	0	0	21	Tidak
L	A	122	0	0	0	Kritis
M	A	122	0	0	0	Kritis
N	L, M, N	10	0	0	10	Tidak

Sumber : Hasil Penelitian.



Sumber: Hasil Penelitian

**Gambar 2.** Jalur Kritis Metode CPM.

Pada **Tabel 2.** dan **Gambar 2.** menunjukkan bahwa , terdapat beberapa aktivitas yang berada pada jalur kritis. Aktivitas tersebut meliputi aktivitas pekerjaan (A, B, C, D, E, G, H, I, L dan M).

### 4.3 Analisa Keterlambatan Aktivitas Proyek

Analisa keterlambatan proyek dilakukan menggunakan metode crashing yaitu dengan mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Analisa keterlambatan pada masing-masing aktivitas diuraikan sebagai berikut:

#### 4.3.1 Keterlambatan Aktivitas Pekerjaan Galian

Pada Aktivitas Pekerjaan Galian (B) yaitu galian biasa diindikasikan terjadi keterlambatan selama 28 hari, dari durasi awal 28 hari menjadi 56 hari. Maka dari itu terjadi perubahan pada Earliest Event Time setiap kegiatan. Hasil tersebut diuraikan sebagai berikut:

**Tabel 3.** Keterlambatan Aktivitas B.

Code	Prodecessors	Durasi	EET	Float
A	-	47	47	0
B	A	56	103	21
C	B	42	124	0
D	B	28	110	0
E	D	35	145	0
F	C,E	35	180	63
G	C,E	56	201	0
H	C,E	49	194	0
I	G,H	42	243	0
J	F,I	49	292	10
K	F,I	28	271	21
L	A	122	122	0
M	A	122	122	0
N	L, M, N	10	302	10

Sumber : Hasil Penelitian

Terlihat dari tabel diatas hasil analisis perhitungan aktivitas (B) untuk mencegah keterlambatan dilakukan penambahan pekerja dan jam kerja sebagai berikut :

$$\text{Durasi} = 56 \text{ hari}$$

$$\text{Float} = 0$$

$$n \text{ (jumlah pekerja normal)} = 15 \text{ orang}$$

$$H \text{ (jam kerja normal)} = 8 \text{ jam}$$

$$\sum \text{Manhour} = n \times H \times ds = 6720$$

$$d's \text{ (Durasi Percepatan)} = ds + \text{float} - \text{delay} = 28 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerjaan tambahan } \Delta n = \frac{\sum \text{Manhour}}{d' \times H} - n = 15 \text{ orang}$$

$$\text{Waktu tambahan } \Delta H = \frac{\sum \text{Manhour}}{d' \times n} - H = 8 \text{ jam}$$

### 4.3.2 Keterlambatan Aktivitas Pekerjaan Tiang Bor Beton (C)

Pada keterlambatan kedua, bahwa kegiatan aktivitas pekerjaan Tiang Bor Beton (C) yaitu terlambat selama 7 hari, dari durasi awal 42 hari menjadi 49 hari. Maka dari itu Earliest Event Time setiap kegiatan menjadi:

**Tabel 4.** Keterlambatan Aktivitas C.

Code	Prodecessors	Durasi	EET	Float
A	-	47	47	0
B	A	35	75	0
C	B	49	124	21
D	B	28	103	0
E	D	35	138	0
F	C,E	35	173	63
G	C,E	56	194	0
H	C,E	49	194	7
I	G,H	42	243	0
J	F,I	49	292	0
K	F,I	28	271	21
L	A	122	122	173
M	A	122	122	173
N	L, M, N	10	309	0

Sumber: Hasil Penelitian

Terlihat dari tabel diatas hasil analisis perhitungan aktivitas (C) untuk mencegah keterlambatan dilakukan penambahan pekerja dan jam kerja sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = 49 \text{ hari}$$

$$\text{Float} = 0$$

$$n \text{ (jumlah pekerja normal)} = 15 \text{ orang}$$

$$H \text{ (jam kerja normal)} = 8 \text{ jam}$$

$$\sum \text{Manhour} = n \times H \times ds = 8624$$

$$d's \text{ (Durasi Percepatan)} = ds + \text{float} - \text{delay} = 56 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerjaan tambahan } \Delta n = \frac{\sum \text{Manhour}}{d' \times H} - n = 3 \text{ orang}$$

$$\text{Waktu tambahan } \Delta H = \frac{\sum \text{Manhour}}{d' \times n} - H = 1 \text{ jam}$$

### 4.3.3 Keterlambatan Aktivitas Pekerjaan beton $f_c'=30$ MPa (H)

Pada Aktivitas pekerjaan beton  $f_c'=30$  MPa (H) diindikasikan terlambat selama 14 hari, dari durasi awal 49 hari menjadi 63 hari. Maka dari itu Earliest Event Time setiap kegiatan menjadi:

**Tabel 5.** Keterlambatan Aktivitas H.

Code	Prodecessors	Durasi	EET	Float
A	-	47	47	0
B	A	35	75	0
C	B	42	117	21
D	B	28	103	0
E	D	35	138	0
F	C,E	35	173	63
G	C,E	56	194	0
H	C,E	63	187	7
I	G,H	42	236	0
J	F,I	56	292	0
K	F,I	28	271	21
L	A	122	122	173
M	A	122	122	173
N	L, M, N	10	316	0

Sumber : Hasil Penelitian.

Terlihat dari tabel diatas hasil analisis perhitungan aktivitas (H) untuk mencegah keterlambatan dilakukan penambahan pekerja dan jam kerja sebagai berikut:

Durasi = 49 hari

Float = 0

n (jumlah pekerja normal) = 15 orang

H (jam kerja normal) = 8 jam

$\sum$  Manhour = n x H x ds = 17640

d's (Durasi Percepatan) = ds + float – delay = 56 hari

Pekerjaan tambahan  $\Delta n = \frac{\sum \text{Manhour}}{d'x H} - n = 6 \text{ orang}$

Waktu tambahan  $\Delta H = \frac{\sum \text{Manhour}}{d'x n} - H = 1 \text{ jam}$

**Tabel 6.** Perhitungan Penambahan Pekerja dan Jam Kerja.

Prodecessors	Durasi	Man Hour	Float	Delay	d's	d's<ds	1/2 ds > delay	n	H (jam)	$\Delta n$ (orang)	$\Delta H$ (jam)
A	56	6720	0	28	28	yes	yes	15	8	15	8
B	49	8624	14	7	56	no	no	22	8	3	1
B	28	3360	0	7	21	yes	yes	15	8	5	3
D	35	4200	0	7	28	yes	yes	15	8	4	2
C,E	35	4200	63	7	91	no	yes	15	8	-	-
C,E	56	6720	0	7	49	yes	yes	15	8	2	1
C,E	49	17640	7	7	49	no	yes	45	8	-	-
G,H	63	22680	7	14	56	yes	no	45	8	6	1
F,I	49	7840	0	7	42	yes	yes	20	8	3	1
F,I	28	4928	21	7	42	no	yes	22	8	-	-
A	122	3904	180	7	295	no	yes	4	8	-	-
A	122	3904	180	7	295	no	yes	4	8	-	-
L, M, N	10	320	0	7	3	yes	yes	4	8	9	19

Sumber : Hasil Penelitian.

Pada **Tabel 6.** perhitungan penambahan pekerja dan jam kerja diperoleh hasil aktivitas kegiatan pekerjaan yang harus menambah pekerja dan jam lembur yaitu pada aktivitas (A, B, D, C, E, G, H, F, I, L, M, N)

#### 4.4 Biaya Proyek

Akibat terjadinya keterlambatan pekerjaan maka akan berdampak pada biaya dan berikut adalah biaya tambahan karena keterlambatan kerja. Hasil perhitungan biaya diuraikan sebagai berikut:

**Tabel 7.** Biaya Tambahan Keterlambatan Kerja

C o l o n e y	D e l a y	$\Delta n$	$\Delta H$	Upah Pekerja Per Jam	Harga Sewa Alat Per Jam			Total Biaya Sewa Alat (Rp)	Total Upah Pekerja (Rp)	Total (Rp)
					Excavator	Vibration Roller	Dump Truck			
B	7	15	8	25.000	350.000	-	110.000	25.760.000	21.000.000	46.760.000
C	7	3	1	25.000	350.000	220.000	110.000	4.760.000	525.000	5.285.000
D	7	5	3	25.000	350.000	220.000	110.000	12.693.333	2.333.333	15.026.667
E	7	37	20	25.000	-	-	110.000	15.180.000	127.526.786	142.706.786
G	7	7	4	25.000	-	-	110.000	3.017.143	3.022.741	6.039.883
H	7	6	1	25.000	-	220.000	110.000	2.310.000	1.050.000	3.360.000
I	7	-13	-5	25.000	-	-	110.000	3.696.000	19.958.400	16.262.400
J	7	-9	-4	25.000	-	-	-	-	10.314.286	10.314.286
N	7	9	19	25.000	-	-	110.000	14.373.333	30.488.889	44.862.222
									TOTAL	290.617.244

Sumber : Hasil Penelitian

Dari **Tabel 7.** dapat dilihat bahwa, Untuk menghindari keterlambatan pekerjaan terdapat biaya tambahan sebesar Rp 290.617.244.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jalur kritis pada pekerjaan gedung kantor BPN kota Blitar ini adalah aktivitas (A) mobilisasi, aktivitas galian (B), aktivitas tiang bor beton (C), aktivitas timbunan (D), aktivitas pasangan (E), aktivitas baja tulangan (G), aktivitas beton (H), aktivitas Atap (I), aktivitas manajemen mutu (L) dan aktivitas manajemen dan keselamatan (M).
2. Untuk mencegah keterlambatan Aktivitas B membutuhkan 15 orang tambahan pekerja dan 8 jam tambahan waktu lembur atau  $6720 \sum$  Man Hour, pada aktivitas Tiang Bor Beton, (C) dibutuhkan 3 orang tambahan pekerja dan 1 jam tambahan waktu lembur atau  $8624 \sum$  Man Hour dan pada kegiatan Beton  $f_c'=30$  MPa (H) untuk mencegah keterlambatan dibutuhkan tambahan pekerja sebanyak 6 orang dan tambahan jam waktu lembur selama 1 jam atau  $17640 \sum$  Man Hour.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk mencegah keterlambatan aktivitas proyek Rp 290.617.244
4. Penyedia jasa pelaksana proyek dapat dikatakan merugi karena keterlambatan dan biaya yang harus dikeluarkan untuk mencegah keterlambatan.

### 5.2 Saran

Metode pelaksanaan yang tepat merupakan titik awal yang harus dilakukan pada setiap pekerjaan proyek konstruksi menganalisa segala kejadian yang mungkin berdampak buruk dan menjaga Quality Control yang tepat dan tegas agar tidak terjadi keterlambatan proyek merupakan kewajiban bagi semua penyedia jasa proyek konstruksi dan untuk supervisor proyek penentuan waktu dan perkiraan waktu penjadwalan harus dilakukan dan diperhatikan lagi dari setiap aktivitas kegiatan proyek agar penyelesaian tepat pada waktu yang paling optimal.

## Daftar Pustaka

- [1] S. Asnuddin, J. Tjakra, and M. Sibi, "Penerapan Manajemen Konstruksi Pada Tahap Controlling Proyek," *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 11, 2018.
- [2] H. Adeli and A. Karim, "Construction Scheduling, Cost Optimization and Management," in *CRC Press*, 2001.
- [3] W. R. Putra, A. Ridwan, Y. Cahyo, and A. I. Candra, "Studi Pelaksanaan Kinerja Percepatan Waktu Pada Proyek Pembangunan Gedung Bank Darah Rumah Sakit Dr. Soedomo," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 76–85, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i1.892.
- [4] R. F. Aziz, "RPERT: Repetitive-projects evaluation and review technique," *Alexandria Eng. J.*, vol. 53, no. 1, pp. 81–93, 2014, doi: 10.1016/j.aej.2013.08.003.
- [5] R. F. Aziz, S. M. Hafez, and Y. R. Abuel-Magd, "Smart optimization for mega construction projects using artificial intelligence," *Alexandria Eng. J.*, vol. 53, no. 3, pp. 591–606, 2014, doi: 10.1016/j.aej.2014.05.003.
- [6] B. G. De Soto, A. Rosarius, J. Rieger, Q. Chen, and B. T. Adey, "Using a Tabu-search Algorithm and 4D Models to Improve Construction Project Schedules," *Procedia Eng.*, vol. 196, no. June, pp. 698–705, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.07.236.
- [7] Fachrurrazi and S. Husin, "Practical Crash Duration Estimation For Project Schedule Activities," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–14, 2021, doi: 10.1016/j.jksues.2019.09.005.
- [8] J. C. Feng *et al.*, "Critical chain construction with multi-resource constraints based on portfolio technology in South-to-North Water Diversion Project," *Water Sci. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 225–236, 2011, doi: 10.3882/j.issn.1674-2370.2011.02.010.
- [9] A. C. Siregar and I. Iffiginia, "Penggunaan critical path method (CPM) untuk evaluasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 15, no. 2, p. 102, 2019, doi: 10.36055/tjst.v15i2.6816.
- [10] S. Susanto, Hendy, Sumargono, B. Winarno, and A. I. Candra, "Measurement Of Occupational Safety And Health Risk Levels Of Kadiri University LP3M Building," *UKaRsT*, vol. 4, no. 2, pp. 124–137, 2020, doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.753.A.
- [11] B. Hidayat, A. Suraji, and R. Frankly, "Identification and analysis of application of Construction Management System (CMS) in the implementation of construction management," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 602, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/602/1/012098.
- [12] B. Kania, R. Gunawan Yahya, and A. Kurniawan, "Kajian Keterlambatan Proyek Engineering Procurement Construction Commissioning Jaringan Transmisi 150KV," *J. TIARSIE*, vol. 17, no. 1, pp. 7–12, 2020, doi: 10.32816/tiarsie.v17i1.74.
- [13] S. Kanyukova, N. Vatin, D. Leybman, and T. Sazonova, "Dynamic Control Method of Design Terms in Underground Construction," *Procedia Eng.*, vol. 165, pp. 1918–1924,

- 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.942.
- [14] S. Kiswati and U. Chasanah, “Analisis Konsultan Manajemen Konstruksi Terhadap Penerapan Manajemen Waktu Pada Pembangunan Rumah Sakit Di Jawa Tengah,” *Neo Tek.*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.37760/neoteknika.v5i1.1367.
- [15] A. H. I. Lee, H. Y. Kang, and T. T. Huang, “Project Management Model for Constructing a Renewable Energy Plant,” *Procedia Eng.*, vol. 174, pp. 145–154, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.186.
- [16] N. E. Mouhoub, A. Benhocine, and H. Belouadah, “A new method for constructing a minimal PERT network,” *Appl. Math. Model.*, vol. 35, no. 9, pp. 4575–4588, 2011, doi: 10.1016/j.apm.2011.03.031.
- [17] T. Iluk, A. Ridwan, and S. Winarto, “Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 162–176, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1054.
- [18] D. F. L. Asri, T. H. Setiawan, and Y. Rusdiana, “Analisis Jaringan Kerja Pada Evaluasi Penjadwalan Waktu Dan Biaya Penyelesaian Proyek Dengan Menggunakan Metode Pert & CPM,” *J. Saintika Unpam J. Sains dan Mat. Unpam*, vol. 2, no. 2, pp. 136–148, 2019, doi: 10.32493/jsmu.v2i2.3323.
- [19] A. Mishakova, A. Vakhrushkina, V. Murgul, and T. Sazonova, “Project Control Based on a Mutual Application of Pert and Earned Value Management Methods,” *Procedia Eng.*, vol. 165, pp. 1812–1817, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.927.
- [20] M. Nabawy and L. M. Khodeir, “Achieving efficiency in quantitative risk analysis process – Application on infrastructure projects,” *Ain Shams Eng. J.*, vol. 12, no. 2, pp. 2303–2311, 2021, doi: 10.1016/j.asej.2020.07.032.
- [21] I. C. Yilmaz and D. Yilmaz, “Optimal capacity for sustainable refrigerated storage buildings,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 22, no. May, p. 100751, 2020, doi: 10.1016/j.csite.2020.100751.
- [22] C. Orumie Ukamaka, “Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM): A Comparative Study,” *Int. J. Ind. Oper. Res.*, vol. 3, no. 4, 2020, doi: 10.35840/2633-8947/6504.
- [23] F. Usmani, “Critical Path Method (CPM) in Project Management,” *PM Study Circle - A PMP Exam Preparation Blog*. 2019.
- [24] E. K. Owusu, A. P. C. Chan, O. M. DeGraft, E. E. Ameyaw, and O. K. Robert, “Contemporary Review of Anti-Corruption Measures in Construction Project Management,” *Proj. Manag. J.*, vol. 50, no. 1, pp. 40–56, 2019, doi: 10.1177/8756972818808983.
- [25] T. Toth and Z. Sebestyen, “Time-varying Risks of Construction Projects,” *Procedia Eng.*, vol. 123, pp. 565–573, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.10.109.