

Optimalisasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Crashing Program* pada Proyek Gedung BPJS Tulungagung

Andy Luqman Hakim⁽¹⁾, Totok Yulianto⁽²⁾, Meriana Wahyu Nugroho⁽³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasyim Asy'ari
Jl. Irian Jaya No.55, Tebuireng, Jombang, Jawa Timur, Indonesia

Email: ¹andyluqman7@gmail.com, ²totokyulianto@unhasy.ac.id,
³rian.sipilunhasy@gmail.com

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 19 Agustus 2022
Disetujui pada 17 Oktober 2022
Dipublikasikan pada 27 Februari 2023
Hal. 241-251

Kata Kunci:

Manajemen Konstruksi; *Crashing Program*; Jalur Kritis; *Precedence Diagram Method* (PDM)

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v8i1.1083>

Abstrak: Proyek merupakan kegiatan yang dilaksanakan dalam kurun waktu dan mengalokasikan sumber daya yang terbatas, agar memperoleh standar kriteria mutu dengan jelas. Proses pelaksanaan proyek konstruksi pada dasarnya memiliki batas waktu (*deadline*), dimaksudkan proyek tersebut harus diselesaikan tepat waktu. Namun demikian, sering terjadi keterlambatan waktu pelaksanaan sekaligus pembengkakan biaya proyek. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis optimalisasi waktu dan biaya. Metode *crashing program* merupakan salah satu metode analisis yang bertujuan untuk menghitung percepatan waktu pelaksanaan dan perubahan biaya proyek dengan alternatif penambahan jam kerja dan sistem *shift* kerja. Hasil penelitian pada proyek gedung BPJS Tulungagung diperoleh waktu dan biaya optimum akibat lembur 2 jam didapat pada umur proyek 144 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 13.644.643.649. Efisiensi waktu proyek sebanyak 66 hari (31.43%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 20.770.351 (0.15%).

PENDAHULUAN

Proyek merupakan kegiatan yang dilaksanakan dalam kurun waktu dan mengalokasikan sumber daya yang terbatas, agar memperoleh standar kriteria mutu dengan jelas. Proses pelaksanaan proyek konstruksi pada dasarnya memiliki batas waktu (*deadline*), dimaksudkan proyek tersebut harus diselesaikan tepat waktu (Iman Soeharto, 1999). Selaras dengan pendapat (Kerzner, 1989), terdapat batasan yang harus dipenuhi dalam proyek adalah besar anggaran yang dikeluarkan, waktu, dan kualitas mutu proyek. Ketiga perihal diatas merupakan parameter penting untuk penyelenggaraan sebuah proyek yang kerap di asosiasikan selaku target pengelolaan proyek.

Pelaksanaan proyek harus menggunakan manajemen penjadwalan yang baik. Penjadwalan proyek konstruksi yaitu berupa uraian kegiatan, waktu mulai atau akhir kegiatan, dan hubungan antar masing-masing kegiatan (Iman Soeharto, 1999). Dengan diketahuinya kurun waktu pelaksanaan proyek, sering kali timbul pertanyaan apakah waktu penyelesaian proyek tersebut sudah optimal. Namun demikian, sering terjadi keterlambatan waktu pelaksanaan sekaligus pembengkakan

biaya proyek. Apabila proyek mengalami keterlambatan maka dilakukan percepatan waktu pada pelaksanaannya.

Dalam buku yang berjudul (“*A Guide to the Project Management Body of Knowledge,*” 1996) menjelaskan bahwa percepatan proyek atau *Schedule Compression* digunakan untuk mempercepat jadwal proyek pada saat perencanaan maupun saat pelaksanaan. *Schedule compression* saat perencanaan bertujuan untuk mendapatkan jadwal yang optimal atas biaya yang dikeluarkan, hal ini terdapat pada proses *Schedule Development*. Sedangkan *schedule compression* saat pelaksanaan umumnya untuk mengatasi keterlambatan pelaksanaan, dimana hal ini terdapat pada proses *Control Schedule*. Terdapat dua jenis metode *Schedule Compression* yaitu *Crashing Program* dan *Fast Tracking*. Teknik *crashing program* umumnya berusaha memendekkan durasi aktifitas dimana cenderung memiliki konsekuensi penambahan biaya akibat penambahan sumber daya maupun durasi kerja (lembur). Sedangkan *fast tracking* umumnya berusaha mengerjakan pekerjaan secara *overlap* yang mengubah hubungan ketergantungan antar aktifitas.

Keunggulan kinerja metode *crashing program* ini hanya berfokus pada kegiatan lintasan kritis saja (*critical path*) yang memiliki *cost slope* terendah, dimana sumber daya tambahan akan mempersingkat durasi aktivitas tersebut, dan selalu menghasilkan alternatif yang layak dan menjadi bahan pertimbangan untuk digunakan pada proses percepatan proyek lainnya. Berbeda halnya dengan metode *fast track* dimana cenderung memiliki konsekuensi risiko teknis yang dapat berdampak pada kualitas dan juga biaya, karena metode ini hanya bekerja jika kegiatan dapat menjadi tumpang tindih untuk mempersingkat durasi proyek.

Didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Budianto & Husin, 2021) menyatakan bahwa untuk mendapatkan efisiensi dari segi biaya dan waktu proyek, yaitu dilakukan percepatan durasi menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dengan menambahkan jam kerja. Dalam hal ini *Software Microsoft Project 2016* dapat digunakan sebagai pembanding antara *schedule* awal dengan *schedule crash*. *Software* tersebut digunakan untuk mempercepat durasi pelaksanaan proyek. Proyek konstruksi yang menerapkan Metode *Time Cost Trade Off* hampir 75% mendapatkan biaya minimum dengan waktu yang optimum.

Peneliti dari (H.Widhiarto & Nugroho, 2014) dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa waktu dan biaya optimal dapat dilakukan dengan cara penjadwalan ulang dengan menyusun *network planning* untuk mengetahui waktu kritis. Kemudian dilakukan evaluasi perbandingan dan analisa ketentuan sistem manajemen proyek agar lebih berkualitas dan efisien.

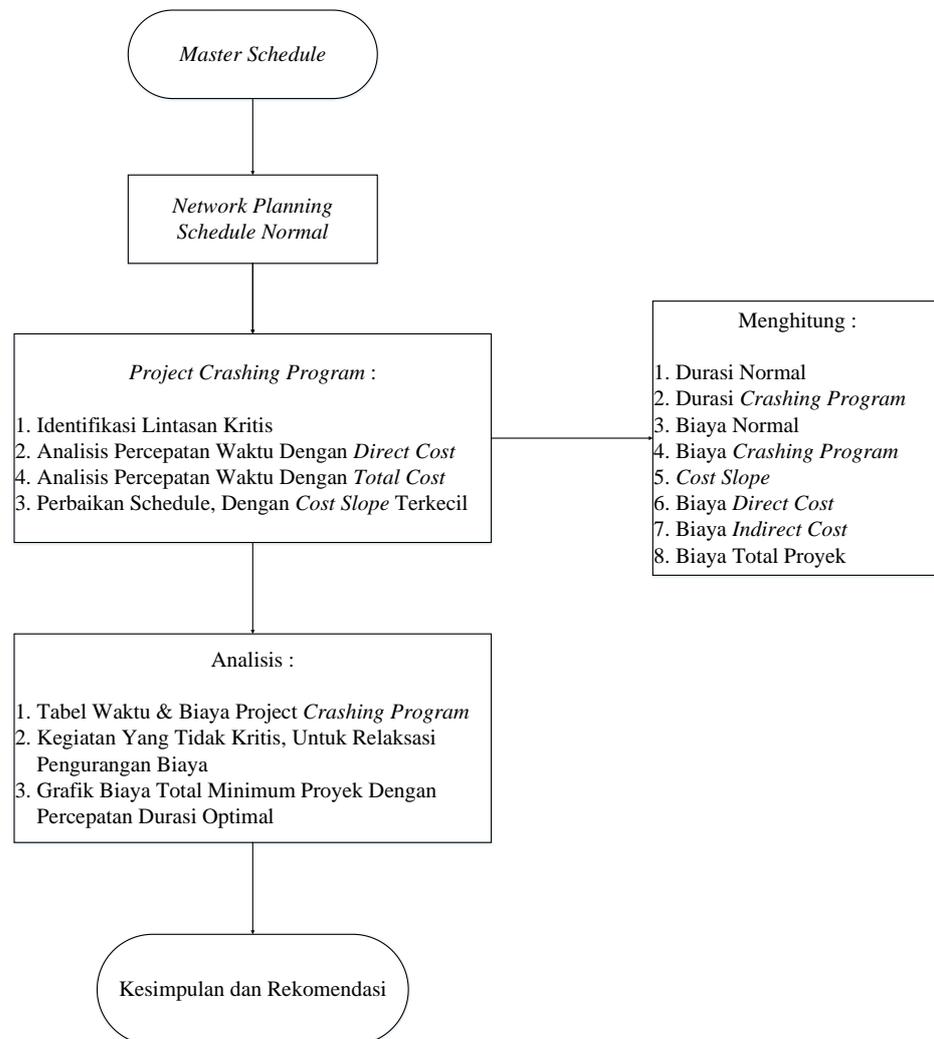
(Amat Pawiro, 2015) juga mengemukakan hasil penelitian bahwa keterlambatan pada suatu proyek konstruksi dapat terjadi karena salah dalam melakukan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan. Penyebab keterlambatan ini yakni tahap penjadwalan dan manajemen sumber daya yang tidak tepat. Maka dalam penelitian tersebut dilakukan optimasi *scheduling project* untuk mempersingkat waktu pelaksanaan dengan penggunaan biaya minimum. Untuk mengoptimasi penjadwalan proyek tersebut metode yang digunakan adalah *Critical Path Method* (CPM).

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa optimalisasi waktu dan biaya dengan menggunakan metode *crashing program*. Metode percepatan ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam

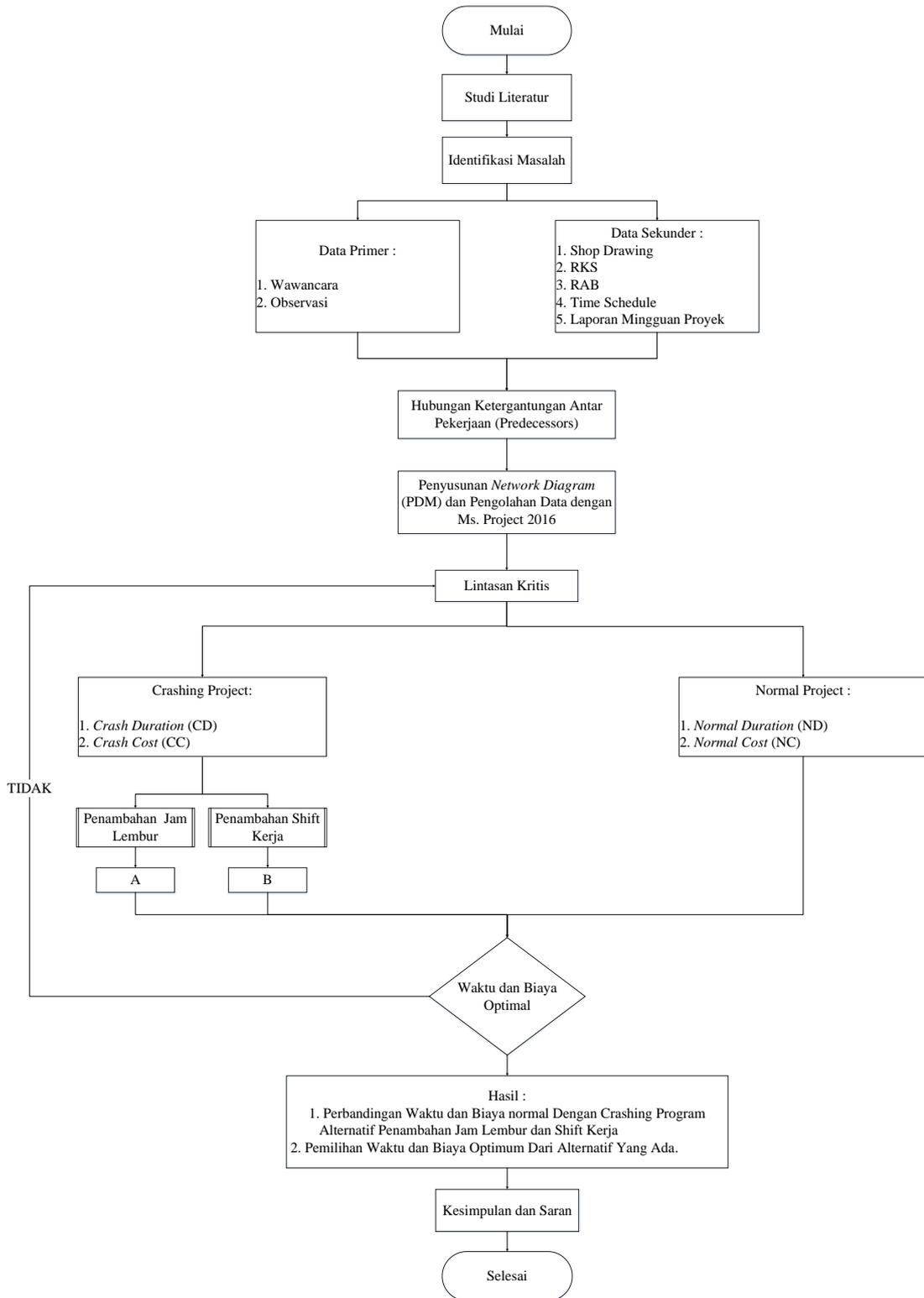
menyelesaikan proyek sesuai dengan target yang telah direncanakan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan titik optimal hubungan antara waktu dan biaya proyek, sehingga diperoleh waktu optimum dengan peningkatan biaya yang minimum. Penelitian ini menggunakan sistem jalur kritis dengan metode penjadwalan *network diagram* PDM (*Precedence Diagram Method*). Manfaat penelitian ini untuk mengetahui analisis percepatan proyek konstruksi ketika mengalami keterlambatan dan mengetahui hasil analisis hubungan waktu dan biaya setelah dilakukan percepatan pelaksanaan pada proyek.

METODE

Metode penelitian ini yaitu *Crashing Program* dengan penambahan jam kerja dan sistem *shift* pada lintasan kritis. Lintasan kritis diperoleh dari hasil *network diagram* yang ditampilkan secara otomatis oleh *Microsoft Project 2016*. *Crashing* dilakukan dengan menambahkan 1 sampai 3 jam kerja, 2 *shift* dan 3 *shift*. Setiap uraian pekerjaan memiliki nilai *cost slope* serta nilai *crash cost* (peningkatan biaya akibat dipercepat) yang berbeda – beda pada setiap alternatifnya.



Gambar 1. Diagram Alir Metode *Crashing Program*



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Teknik analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2016*. Ada beberapa analisis yang menjadi tujuan pada penelitian ini, yaitu: analisis jalur kritis, analisis percepatan skenario *crashing* dan analisis biaya langsung, biaya tidak langsung, biaya total.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan jaringan kerja *Network Diagram* PDM waktu normal, didapat nilai *float/slack* untuk diketahui kegiatan - kegiatan kritis. Metode penjadwalan PDM memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Perhitungan Maju (*forward pass*) :
 - ES (*Early start*): waktu paling cepat untuk mulai pekerjaan
 - EF (*Early Finish*): waktu paling cepat untuk akhir pekerjaan
2. Perhitungan Mundur (*backward pass*) :
 - LS (*Late Start*): waktu paling lambat untuk mulai pekerjaan
 - LF (*Late Finish*): waktu paling lambat untuk akhir pekerjaan

Jalur kritis dan aktifitas PDM memiliki karakteristik yang sama dengan CPM/AOA, antara lain: (Husen Abrar, 2010)

1. Waktu mulai dan waktu akhir harus sama ($ES = LS$), ($EF = LF$)
2. Menentukan jalur kritis untuk mempercepat durasi proyek, bila nilai TS (*Total Slack*) = 0

Perhitungan *float/slack* tiap kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan *Free Slack* dan *Total Slack*

No	Uraian Kegiatan	Kode	Waktu (hari)	Paling Cepat		Paling Lambat		<i>Free Slack</i>	<i>Total Slack</i>	Ket.
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai			
			D	ES	EF	LS	LF	FS	TS	
A	GEDUNG UTAMA									
1	Pekerjaan Persiapan & Pembersihan	K1	19	18-10-19	09-11-19	21-04-20	15-05-20	0	155	
2	Pengadaan Tiang Pancang	K2	19	28-10-19	09-11-19	30-04-20	15-05-20	0	160	
3	Pekerjaan Tanah	K3	17	28-10-19	16-11-19	24-04-20	15-05-20	0	148	
4	Pekerjaan Struktur Pondasi	K4	41	04-11-19	23-11-19	04-12-19	24-12-19	124	142	
5	Pekerjaan Struktur Kolom Balok Plat									
	a. Kolom Lantai 1	K5	50	11-11-19	23-11-19	19-03-20	03-04-20	0	108	
	b. Balok, Kolom, dan Plat Lantai 2	K6	50	25-11-19	01-02-20	25-11-19	01-02-20	15	113	
	c. Balok, Kolom, dan Plat Lantai 3	K7	51	09-12-19	08-02-20	09-12-19	08-02-20	0	0	Kritis
	d. Balok, Kolom, dan Plat Lantai 4	K8	39	23-12-19	08-02-20	23-12-19	08-02-20	79	113	
	e. Balok Lantai Atap	K9	5	23-12-19	28-12-19	23-12-19	28-12-19	113	113	
6	Pekerjaan Struktur Tangga	K10	11	30-12-19	11-01-20	30-12-19	11-01-20	102	108	
7	Pekerjaan Str. Rangka Atap Baja	K11	80	23-12-19	28-03-20	23-12-19	28-03-20	0	102	
8	Pekerjaan Pas. Dinding Plesteran									
	a. Lantai 1	K12	63	16-12-19	29-02-20	16-12-19	29-02-20	0	0	Kritis
	b. Lantai 2	K13	53	13-01-20	14-03-20	13-01-20	14-03-20	0	0	Kritis
	c. Lantai 3	K14	59	27-01-20	04-04-20	27-01-20	04-04-20	0	0	Kritis
	d. Lantai Atap	K15	51	17-02-20	14-03-20	16-04-20	15-05-20	0	49	
9	Pekerjaan Pas. Lantai Dan Dinding									
	a. Granit 60x60 Lt.1	K16	58	30-12-19	07-03-20	30-12-19	07-03-20	0	0	Kritis
	b. Granit 60x60 Lt.2	K17	58	30-12-19	07-03-20	30-12-19	09-03-20	0	0	Kritis
	c. Granit 60x60 Lt.3	K18	70	30-12-19	21-03-20	30-12-19	21-03-20	0	0	Kritis
	d. Granit 60x60 Lt. Atap	K19	39	02-03-20	18-04-20	06-03-20	23-04-20	0	4	

10	Pekerjaan Plafon										
	a. Plafond Gypsumboard Lt. 1	K20	53	06-01-20	07-03-20	06-01-20	07-03-20	0	0	Kritis	
	b. Plafond Gypsumboard Lt. 2	K21	47	13-01-20	07-03-20	13-01-20	09-03-20	0	0	Kritis	
	c. Plafond Gypsumboard Lt. 3	K22	52	27-01-20	28-03-20	27-01-20	30-03-20	0	0	Kritis	
	d. Plafond Gypsumboard Lt. Atap	K23	21	16-03-20	11-04-20	18-03-20	14-04-20	2	2		
11	Pekerjaan Pengecatan Lt.1 – Lt. Atap	K24	73	17-02-20	15-05-20	17-02-20	15-05-20	0	0	Kritis	
12	Pekerjaan Instalasi Penerangan										
	a. Lantai-01	K25	23	13-01-20	08-02-20	31-01-20	26-02-20	0	15		
	b. Lantai-02	K26	69	20-01-20	11-04-20	20-01-20	11-04-20	0	0	Kritis	
	c. Lantai-03	K27	60	27-01-20	11-04-20	27-02-20	15-05-20	0	27		
B GEDUNG PENUNJANG											
1	Pekerjaan Struktur	K28	63	04-11-19	18-01-20	09-05-20	15-02-20	154	154		
2	Pekerjaan Pas. Dinding & Plesteran	K29	75	18-11-19	15-02-20	18-11-19	15-02-20	0	0	Kritis	
3	Pekerjaan Pas. Lantai & Dinding										
	a. Keramik Lt. Toilet	K30	6	06-04-20	11-04-20	06-04-20	13-04-20	0	0	Kritis	
	b. Pasangan Paving Stone K-300	K31	10	04-05-20	15-05-20	04-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	
4	Pekerjaan Pengecatan	K32	32	06-04-20	15-05-20	06-04-20	15-05-20	0	0	Kritis	
5	Pekerjaan Drainase Dan Sanitair	K33	6	20-04-20	09-05-20	20-04-20	09-05-20	0	0	Kritis	
C POS JAGA											
1	Pekerjaan Struktur Pondasi	K34	6	20-04-20	25-04-20	20-04-20	25-04-20	0	0	Kritis	
2	Pekerjaan Pas. Dinding & Lantai	K35	21	20-04-20	15-05-20	20-04-20	15-05-20	0	0	Kritis	
3	Pekerjaan Pas. Kusen Dan Aksesoris	K36	6	11-05-20	15-05-20	11-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	
4	Pekerjaan Finishing Plat Atap	K37	6	11-05-20	15-05-20	11-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	
5	Pekerjaan Pengecatan	K38	6	11-05-20	15-05-20	11-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	
6	Pekerjaan Drainase Dan Sanitair	K39	6	11-05-20	15-05-20	11-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	
7	Mekanikal Dan Elektrikal Pos Jaga	K40	6	04-05-20	09-05-20	11-05-20	15-05-20	5	5		
8	Pagar Depan Dan Belakang	K41	10	04-05-20	15-05-20	04-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	
9	Portal (Pintu Masuk)	K42	6	11-05-20	15-05-20	11-05-20	15-05-20	0	0	Kritis	

Sumber : Analisis *Microsoft Project* (2022)

Pada *network diagram* dan perhitungan *float/slack* didapatkan uraian kegiatan yang tergolong dalam jalur kritis:

1. Pekerjaan beton balok, kolom, pelat lantai 3 elv. $\pm 8,64$ (Gedung Utama)
2. Pekerjaan pasangan dinding plesteran acian lantai 1 - lantai 3
3. Pekerjaan pasangan lantai dan dinding lantai 1 - lantai 3
4. Pekerjaan plafon lantai 1 - lantai 3
5. Pekerjaan pengecatan interior & exterior lantai - lantai atap
6. Pekerjaan instalasi penerangan lantai 2
7. Pekerjaan pasangan dinding plesteran acian (Gedung Penunjang)
8. Keramik lantai toilet
9. Pasangan paving stone k-300
10. Pekerjaan pengecatan
11. Pekerjaan drainase dan sanitair
12. Pekerjaan struktur pondasi (Pos Jaga)
13. Pekerjaan pasangan dinding dan lantai
14. Pekerjaan pasangan kusen dan aksesoris
15. Pekerjaan finishing plat atap, pekerjaan pengecatan
16. Pekerjaan drainase dan sanitair
17. Pagar depan dan belakang
18. Portal (pintu masuk)

Percepatan waktu pelaksanaan pada penelitian ini difokuskan pada item pekerjaan yang di lalui jalur kritis, selanjutnya dilakukan dengan menambah jam lembur dan sistem *shift* kerja yang sebelumnya telah ditetapkan satuan harinya. Berikut sebagai contoh perhitungan *Crash Duration* lembur 2 jam secara teoritis dapat diuraikan sebagai berikut:

- Pekerjaan = Pasangan Paving Stone K-300
- Volume = 1172.51 m²
- Durasi Normal = 10 hari
- Produktivitas Harian = $\frac{Volume}{Durasi\ Normal}$
= $\frac{1172.51}{10} = 117.25\ M^2/Hari$
- Produktivitas Perjam = $\frac{Produktivitas\ harian}{Jam\ Kerja\ Perhari}$
= $\frac{117.25}{7} = 16.75\ M^2/Jam$
- Prod. *Crashing* = (Jam kerja/hari x Prod. tiap jam) + (a x b x prod. tiap jam)
= (7 x 16.75) + (1 x 0.9 x 16.75) + (2 x 0.8 x 16.75)
= 159.13 M²/Hari
- *Crash Duration* = $\frac{Volume}{Produktivitas\ Crashing}$
= $\frac{1172.51}{159.13} = 7.36\ Hari \sim 7\ Hari$

Untuk biaya lembur 2 jam adalah biaya lembur 1 jam ditambah 2 kali lebih besar dari biaya jam kerja normal. Contoh perhitungan biaya normal dan dipercepat pekerjaan pemasangan paving stone K-300 pada lembur 2 jam sebagai berikut:

- Volume = 1172.51 m²
- Durasi normal = 10 hari
- Biaya normal = Volume x Harga Satuan
= 1172.51 m² x Rp. 88.411,25
= Rp. 103.663.243
- Upah lembur = Jumlah Tenaga kerja x Durasi Normal x
2 jam Lembur x Upah Biaya Lembur Perjam
 - Mandor = 3 x 10 x 2 x Rp. 22,200 = Rp. 1.332.000
 - Kepala tukang = 3 x 10 x 2 x Rp. 21,275 = Rp. 1.276.500
 - Tukang = 6 x 10 x 2 x Rp. 20,350 = Rp. 2.442.000
 - Pembantu tukang = 6 x 10 x 2 x Rp. 18,500 = Rp. 2.220.000
- Total upah lembur = Rp. 7.270.500
- Biaya Percepatan = Biaya normal + Total upah lembur
= Rp. 103.663.243 + Rp. 7.270.500
= Rp. 110.993.743

Berdasarkan analisis perhitungan waktu normal, biaya normal, waktu *crash*, biaya *crash* dan *cost slope* dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu dan Biaya Kondisi Normal dan *Crash*

Kegiatan	Normal		Crash		Cost Slope (Rp)
	Waktu (hari)	Biaya Langsung (Rp)	Waktu (hari)	Biaya Langsung (Rp)	
K7	51	Rp. 76,011,040.74	45	Rp. 84,113,732.66	Rp. 1,350,448.65
K12	63	Rp. 17,023,817.18	50	Rp. 23,526,475.18	Rp. 500,204.46
K13	53	Rp. 20,727,661.61	41	Rp. 28,462,437.61	Rp. 644,564.67
K14	59	Rp. 29,395,469.57	47	Rp. 41,003,849.57	Rp. 967,365.00
K16	58	Rp. 174,787,283.06	40	Rp. 199,844,127.06	Rp. 1,392,046.89
K17	58	Rp. 138,584,300.29	40	Rp. 158,989,319.29	Rp. 1,133,612.17
K18	70	Rp. 136,916,715.21	50	Rp. 155,491,196.21	Rp. 928,724.05
K20	53	Rp. 78,052,761.62	38	Rp. 88,245,281.62	Rp. 679,501.33
K21	47	Rp. 76,012,515.08	34	Rp. 85,358,382.08	Rp. 718,912.85
K22	52	Rp. 80,644,401.49	39	Rp. 90,854,736.49	Rp. 785,410.38
K24	73	Rp. 93,621,587.75	60	Rp. 109,676,241.75	Rp. 1,234,973.38
K26	69	Rp. 16,555,000.00	40	Rp. 18,957,885.00	Rp. 82,858.10
K29	75	Rp. 32,724,652.29	62	Rp. 46,959,304.09	Rp. 1,094,973.22
K30	6	Rp. 3,453,223.17	4	Rp. 4,492,831.17	Rp. 519,804.00
K31	10	Rp. 103,663,242.72	7	Rp. 110,933,742.72	Rp. 2,423,500.00
K32	32	Rp. 31,521,482.81	24	Rp. 36,482,017.10	Rp. 620,066.78
K33	6	Rp. 9,087,454.94	4	Rp. 9,430,888.94	Rp. 171,717.00
K34	6	Rp. 1,583,884.21	4	Rp. 1,825,143.21	Rp. 120,629.50
K35	21	Rp. 11,190,371.54	18	Rp. 14,337,874.12	Rp. 1,049,167.53
K36	6	Rp. 14,358,232.17	4	Rp. 15,306,635.17	Rp. 474,201.50
K37	6	Rp. 2,155,779.16	4	Rp. 2,528,739.16	Rp. 186,480.00
K38	6	Rp. 1,988,807.34	4	Rp. 2,298,868.34	Rp. 155,030.50
K39	6	Rp. 3,394,846.90	4	Rp. 3,637,474.90	Rp. 121,314.00
K41	10	Rp. 7,247,749.46	7	Rp. 7,581,119.46	Rp. 111,123.33
K42	6	Rp. 4,847,655.57	4	Rp. 5,337,165.57	Rp. 244,755.00

Analisis Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total Proyek

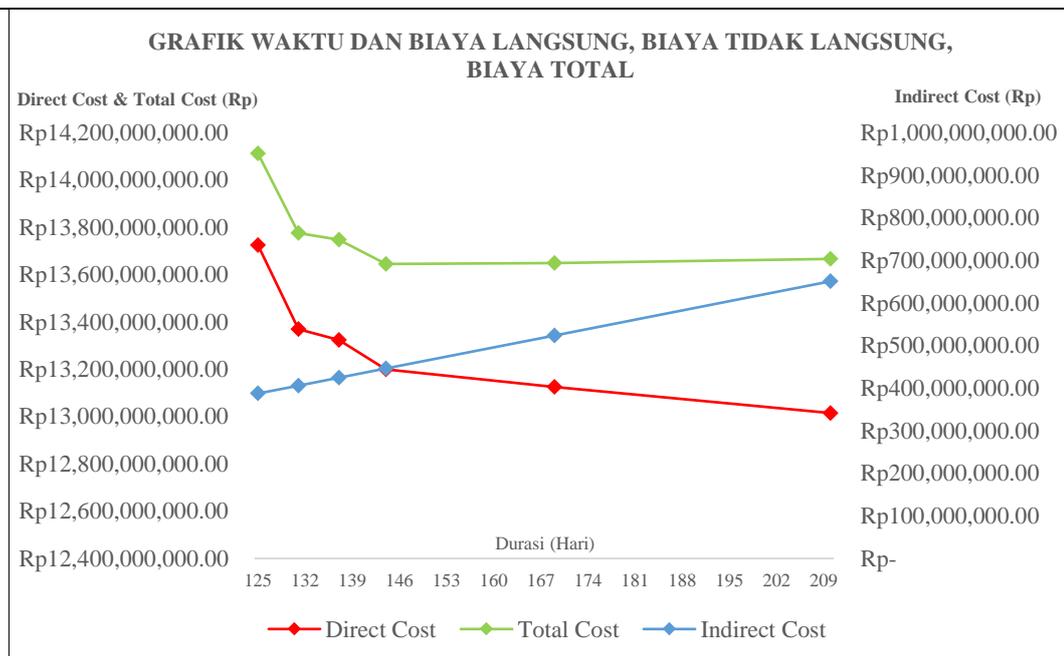
Pada kelima alternatif tahap percepatan (*crashing*) yang telah dianalisis dapat diketahui besarnya pertambahan biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan alternatif penambahan jam kerja maupun dengan alternatif sistem *shift*. Selain itu, dari pengolahan *Software Microsoft Project 2016* dengan menginputkan data kebutuhan pertambahan 1, 2, 3 jam lembur dan 2, 3 shift yang hasil output percepatan tersebut menghasilkan perubahan jumlah biaya langsung (*direct cost*) serta pengurangan besarnya biaya tidak langsung (*indirect cost*) seiring dengan pemampatan durasi akibat percepatan dan perubahan jumlah biaya total yang dikeluarkan oleh proyek.

Berikut contoh perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total pada proyek BPJS Tulungagung pada kondisi dipercepat :
Diketahui data proyek kondisi dipercepat 1 jam lembur (*crashing project*) :

- Total Durasi = 169 hari
- Biaya percepatan = Rp. 109.889.367
- Biaya langsung = Biaya langsung (normal) + Biaya percepatan
= Rp. 13.014.680.000 + Rp. 109.889.367
= Rp. 13.124.569.367
- Biaya tidak langsung = Biaya tidak langsung perhari x Durasi
= Rp. 3.098.733,33 x 169 hari
= Rp. 523.685.933,33
- Biaya total = Biaya langsung + Biaya tidak langsung
= Rp. 13.124.569.367 + Rp. 523.685.933,33
= Rp. 13.648.255.300,33

Tabel 3. Rekapitulasi Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung Dan Biaya Total Pada Setiap Alternatif

No.	Condition	Duration	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost	Ket
1	Normal	210 days	Rp. 13.014.680.000	Rp. 650.734.000	Rp. 13.665.414.000	
2	Alternatif 1 (Lembur 1 jam)	169 days	Rp. 13.124.569.367	Rp. 523.685.933	Rp. 13.648.255.300	
3	Alternatif 2 (Lembur 2 jam)	144 days	Rp. 13.198.426.049	Rp. 446.217.600	Rp. 13.644.643.649	Optimal
4	Alternatif 3 (Lembur 3 jam)	137 days	Rp. 13.322.549.580	Rp. 424.526.467	Rp. 13.747.076.047	
5	Alternatif 4 (2 Shift)	131 days	Rp. 13.369.728.123	Rp. 405.934.067	Rp. 13.775.662.190	
5	Alternatif 5 (3 Shift)	125 days	Rp. 13.723.893.247	Rp. 387.341.667	Rp. 14.111.234.914	



Gambar 3. Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total Proyek Gedung BPJS Tulungagung pada Setiap Alternatif

Pada tabel 3 dan gambar 3 menunjukkan hubungan waktu dengan biaya, jika durasi proyek semakin dipercepat maka *direct cost* mengalami kenaikan, sedangkan *indirect cost* mengalami penurunan seiring dengan pemampatan durasi akibat

percepatan. Untuk pemilihan alternatif dari segi waktu dan biaya yang optimal adalah alternatif 2 (lembur 2 jam) karena ditinjau dari biaya total proyek keseluruhan menurun 0.15% dari biaya total proyek normal sebesar Rp. 13.665.414.000 menjadi Rp. 13.644.643.649, yang artinya alternatif 2 lebih menghemat biaya dengan efisiensi biaya sebesar Rp. 20.770.351 dan proyek diperkirakan dapat selesai dengan total durasi optimal sebesar 144 hari, dengan kata lain alternatif 2 (lembur 2 jam) 66 hari atau 31.43% lebih cepat dari durasi normal proyek 210 hari.

KESIMPULAN

Dari beberapa pembahasan dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini disimpulkan bahwa proyek gedung BPJS Tulungagung pada kondisi normal (*normal project*) memiliki total durasi 210 hari dengan biaya total sebesar Rp. 13.665.414.000. Pemilihan alternatif ditinjau dari segi waktu dan biaya optimal adalah alternatif 2 (lembur 2 jam) yaitu diperoleh waktu yang optimal dengan durasi 144 hari dan biaya total sebesar Rp. 13.644.643.649,-. Jadi durasi penyelesaian proyek 66 hari lebih cepat dari waktu normal 210 hari atau 31.43% dan efisiensi biaya sebesar Rp. 20.770.351,- dari biaya normal Rp. 13.665.414.000,- atau 0.15%.

SARAN

Jika terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan suatu proyek sebaiknya dilakukan percepatan dengan mempercepat pekerjaan yang berada dilintasan kritis yang dapat mempengaruhi total durasi proyek, agar waktu dan biaya lebih optimal. Percepatan dapat berupa penambahan tenaga kerja, penambahan jam kerja, mengubah metode pelaksanaan konstruksi, penambahan alat, atau dengan sistem *shift*. Penggunaan *Software Microsoft Project 2016* dan metode *crashing program* pada penelitian kali ini diharapkan dapat menambah informasi dan menjadi bahan pertimbangan untuk digunakan pada proses percepatan proyek lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. (1996). In *Choice Reviews Online* (Vol. 34, Issue 03). <https://doi.org/10.5860/choice.34-1636>.
- Amat Pawiro, Dadiyono. 2015. "Optimasi Biaya Dan Waktu Dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Diponegoro Semarang)." *Media Komunikasi Teknik Sipil* 20(2): 103–8.
- Budianto, Eko Arif, and Albert Eddy Husin. 2021. "Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Gudang Amunisi." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 19(3): 305.
- Ervianto, W.I. 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Husen Abrar, 2010. *Manajemen Proyek (Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek)*. Cetakan 2. ed. Dwi Prabantini. Serpong: CV ANDI OFFSET.
- H.Widhiarto, and M. Wahyu Nugroho. 2014. "Evaluasi Proyek Rehabilitasi Pembangunan Gedung Di Tinjau Berdasarkan Waktu Dan Biaya

- Pengerjaan (Studi Kasus : Proyek Pembangunan MTsN Paron Kab. Ngawi) Herry Widhiarto 1 , Meriana Wahyu Nugroho 2.” *Teknik Sipil* 7(1): 73–82.
- Iman Soeharto. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Edisi Ke-2. Jakarta: ERLANGGA.
- Irika Wideasanti & Lenggogeni, 2013. *Manajemen Konstruksi* (Pipih Latifah (ed.); Cetakan 1). Dicitak oleh PT Remajan Rosdakarya Offset - Bandung.
- Kerzner, Harold. 1989. *Project Management : A System Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. New York: Van Norstrand Reinhold.
- Lynna, P., & A. Luthan, M. Sc. & Syafriandi, S. (2006). *Aplikasi Microsoft Project Untuk Penjadwalan Proyek Teknik Sipil* (Renati Winong Rosari (ed.); Cetakan 1). CV ANDI OFFSET.
- Milka Onibala. (2018). Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado). *Jurnal Tekno*, 16(69), 7–10.
- Rizal Rasyid. (2020). Dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek. *EXTRAPOLASI*, 17(1), 20–29. <https://doi.org/1698-8259>.