



Percepatan Waktu Proyek Rekonstruksi Jalan dengan Biaya Optimal

Daisy D. G. Pangemanan¹, Debby Willar², Novatus Senduk³, Jeanet Ch. Tahlulending⁴

Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado^{1,2,3,4}

E-mail korespondensi: debby.willar@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan yang berlokasi di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara telah mengalami keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan, dari waktu rencana 120 hari kerja menjadi 135 hari kerja. Tujuan penelitian adalah menganalisis kembali waktu kegiatan proyek jika dapat dipercepat dan dampaknya pada total biaya proyek. Dengan menggunakan teknik penambahan jam kerja lembur tiga jam pada pekerjaan-pekerjaan yang kritis, yaitu pekerjaan galian biasa, pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian, dan pekerjaan beton, waktu proyek dapat dipersingkat menjadi 123 hari dari total waktu proyek normal 135 hari, dengan jumlah biaya proyek yang optimal, yaitu Rp. 2.576.650.197,99,- lebih kurang dari total biaya proyek normal Rp. 2.588.377.028,10,-. Proyek rekonstruksi jalan tersebut dapat pula dipersingkat menjadi 127 hari dengan jumlah biaya proyek yang ekonomis sejumlah Rp. 2.574.877.436,93,-. Data lapangan dikumpulkan melalui observasi langsung di proyek rekonstruksi jalan tersebut, dan analisis data percepatan waktu proyek menggunakan metode crash program. Percepatan waktu proyek dengan metode crash program menghasilkan penambahan biaya langsung proyek, namun dapat mengakibatkan penurunan biaya tidak langsung yang diperhitungkan sebagai beban biaya harian. Dari data proyek awal, total biaya proyek setelah dipercepat menjadi lebih tinggi, namun total biaya proyek dapat pula dikurangi dengan mengkaji kembali penggunaan biaya tidak langsung.

Kata kunci: percepatan waktu, biaya optimal, proyek jalan.

Abstract

Sumalangka Road – Sp. Rerewokan is a road reconstruction project in Minahasa Regency, North Sulawesi Province. This project has experienced delays, from the planned project time of 120 working days to 135 working days. Therefore, this research aims to analyze and discuss the project activity time if it can be accelerated and its impact on the total project cost. Adding three hours of overtime for critical works, namely ordinary excavation work, selected embankment work from excavated sources, and concrete work, the project time can be shortened to 123 days from the normal total project time of 135 days. The crashing time has resulted in a total cost-optimal project, namely Rp. 2,576,650,197.99 - less than the normal total project cost of Rp. 2,588,377,028.10,-. The road reconstruction project can also be shortened to 127 days with an economical total project cost of Rp. 2,574,877,436.93,-. Research data was collected through direct observation of the road reconstruction project and the type of data analysis using the crash program method. Accelerating project time using the crash program method results in additional direct project costs but can decrease indirect costs, calculated as daily costs. From the initial project data, the total project cost after acceleration is higher, but the total project cost can also be reduced by reviewing indirect costs.

Keywords: crash program, optimum cost, road project.

1. PENDAHULUAN



Kinerja pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi dapat diukur dari berbagai faktor, diantaranya adalah kinerja waktu dan biaya pembangunan suatu proyek. Pada tahap pembangunan proyek, dokumen dan target perencanaan proyek diterapkan serta dikendalikan agar tujuan proyek dapat tercapai. Terkadang target kinerja waktu dan biaya proyek yang ditetapkan pada tahap perencanaan tidak sukses tercapai karena kendala-kendala yang terjadi di lapangan, baik faktor teknis maupun faktor non-teknis. Keterlambatan pelaksanaan kegiatan proyek sering terjadi sehingga menyebabkan terjadinya pembengkakan biaya di jenis kegiatan proyek bahkan berdampak pada total biaya proyek yang tidak sesuai lagi dengan nilai yang terdapat pada kontrak konstruksi. Untuk mengembalikan kinerja waktu pelaksanaan proyek seperti yang terdapat dalam dokumen dan target perencanaan, maka dapat dilakukan upaya percepatan waktu walaupun dengan konsekuensi terjadinya peningkatan biaya proyek (Akhirudin, 2018). Terdapat beberapa metode untuk mempercepat waktu proyek, seperti metode *fast track* dan *crash program*. Mempercepat waktu kegiatan proyek dengan tetap mempertimbangkan konsekuensi total biaya yang ekonomis/ optimal tetap menjadi target bagi pemangku kepentingan proyek untuk menghindari terjadinya perselisihan diantara kontraktor pelaksana dan pemilik proyek.

Penelitian ini dilakukan pada proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan yang berlokasi di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Rekonstruksi jalan tersebut diselesaikan selama 135 hari kerja dari terget rencana 120 hari kalender. Keterlambatan waktu proyek disebabkan oleh adanya kendala dalam metode pelaksanaan, ketersediaan material dan alat berat. Berdasarkan pada data lapangan yang diperoleh selama observasi kegiatan pelaksanaan proyek, studi penelitian ini bertujuan menganalisis percepatan waktu proyek menggunakan metode *crash program* dengan konsekuensi biaya yang paling ekonomis atau optimal. Manfaat hasil penelitian bagi kontraktor pelaksana dan pemilik proyek adalah sebagai masukan dalam mendapatkan solusi atas keterlambatan waktu proyek, dan dapat mengembalikan kinerja waktu proyek dengan konsekuensi biaya yang optimal. Studi penelitian ini memiliki keaslian dalam bidang ilmu Teknik Sipil terapan yang menghasilkan alternatif mempercepat waktu biaya proyek konstruksi jalan dengan biaya yang optimal pada proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara.

2. DASAR TEORI

Keterlambatan waktu pekerjaan proyek konstruksi hampir selalu terjadi di semua jenis proyek karena berbagai sebab, antara lain kendala cuaca, ketersediaan material, tenaga kerja, dan peralatan, maupun metode pelaksanaannya. Keterlambatan ini dapat berdampak pada mutu hasil proyek dan kepuasan pemilik proyek. Untuk itu, para pemangku kepentingan proyek berupaya agar pembangunan proyek dapat tepat waktu, dan jika telah terjadi keterlambatan, pelaksana proyek dapat menemukan solusi untuk meminimalisir dampak keterlambatan waktu proyek. Metode *crash program* adalah salah satu teknik mempercepat waktu pekerjaan pembangunan sebuah proyek. Proses percepatan ini dilakukan berulang-ulang sampai ditemukan total waktu proyek yang tepat dan tidak dapat dipercepat lagi (Haq dkk., 2019). Penerapan metode *crash program* selain sebagai solusi atas keterlambatan waktu proyek juga untuk mengendalikan proyek jika bertujuan mencari waktu yang paling optimal dan meminimalkan risiko keterlambatan pekerjaan (Siregar dan Iffiginia, 2019), atau mempercepat waktu proyek atas permintaan pemilik proyek (Arief dkk., 2021).

Percepatan waktu proyek dengan metode *crash program* pada beberapa penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa penerapannya dapat menurunkan biaya langsung dan biaya tidak langsung (Arief dkk., 2021) sehingga total biaya proyek menjadi lebih kecil (Olivia dan Puspasari, 2019) atau

terjadi penghematan/ efisiensi biaya proyek konstruksi (Perwitasari dkk., 2021; Siregar dan Iffiginia, 2019; Stefanus dkk., 2017). Pada kasus proyek konstruksi yang telah terlambat pembangunannya, biaya mempercepat durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda (Priyo dan Sumanto, 2016). Namun demikian, pada beberapa hasil penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa penerapan metode *crash program* secara pasti mengakibatkan penambahan biaya langsung (Akhirudin, 2018) seperti pada penambahan biaya jam kerja lembur tenaga konstruksi (Sulastri dan Giatman, 2022). Seperti yang diharapkan oleh peserta proyek, mempercepat waktu proyek walaupun kenyataannya dapat menambah biaya langsung namun dapat menurunkan biaya tidak langsung (Malifa dkk., 2019; Priyo dan Sumanto, 2016). Penurunan biaya tidak langsung sebagai akibat dari terjadinya percepatan waktu proyek, jika biaya-biaya yang berhubungan dengan proses administrasi dan pengelolaan pelaksanaan proyek di lapangan diperhitungkan sebagai beban biaya harian. Sedangkan kenaikan biaya langsung yang secara otomatis menaikkan biaya tidak langsung jika biaya tidak langsung diperhitungkan sebagai *overhead*, misalnya sebesar 15%, dari biaya langsung (Arief dkk., 2021).

Untuk mempercepat waktu proyek dari waktu normal yang direncanakan, kebanyakan cara adalah penambahan jam kerja atau lembur (Arief dkk., 2021). Beberapa cara lainnya untuk menyelesaikan proyek lebih cepat yaitu dengan penambahan tenaga kerja, pergantian atau penambahan peralatan, pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas, penggunaan metode konstruksi yang efektif (Priyo dan Paridi, 2018). Hasil penelitian oleh beberapa peneliti sebelumnya merekomendasikan jam kerja lembur (Haq dkk., 2019; Priyo dan Sumanto, 2016), menambah pekerja pada kegiatan-kegiatan kritis (Malifa dkk., 2019), menambah alat dan tenaga kerja (Olivia dan Puspasari, 2019), gabungan penambahan jam waktu kerja dan jumlah tenaga kerja (Salasa dkk., 2023), serta gabungan penambahan jam kerja lembur dan *shift* kerja (Siregar dan Iffiginia, 2019; Suseno dkk., 2021) untuk mempercepat waktu proyek konstruksi. Sementara itu, hasil penelitian dari Suseno dkk. (2021) menyimpulkan bahwa menerapkan teknik *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) merupakan alternatif percepatan waktu proyek yang lebih efektif dan ekonomis dibandingkan dengan penambahan jam kerja (empat jam lembur).

Keberhasilan penerapan metode *crash program* terletak pada analisis jaringan kerja waktu proyek menggunakan *critical path method* (CPM). Selain dapat mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis, CPM bermanfaat mengendalikan koordinasi berbagai kegiatan dalam suatu perkerjaan proyek sehingga proyek dapat diselesaikan dalam durasi yang tepat dengan waktu dan biaya yang lebih efisien (Agustiar dan Handrianto, 2018). Pada kegiatan proyek yang bersifat kritis penambahan tenaga kerja dapat mempercepat waktu proyek (Umbara dan Abduh, 2020). CPM dapat diterapkan baik secara manual maupun dengan menggunakan software *Microsoft Project* untuk mengetahui letak jalur kritis dan selanjutnya dapat diterapkan beberapa skenario percepatan untuk mengatasi keterlambatan waktu proyek (Damara dan Hepiyanto, 2021). Oleh karena CPM menjadi dasar penerapan metode *crash program*, maka susunan kegiatan dan koordinasi atau hubungan ketergantungan diantara kegiatan proyek harus memperhitungkan metode pelaksanaan setiap kegiatan agar identifikasi kegiatan kritis dan bukan kritis dapat tepat sasaran.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data proyek

Penelitian ini mengobservasi kegiatan proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan yang berlokasi di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Proyek rekonstruksi

jalan ini bersumber dari APBD Kabupaten Minahasa tahun 2022 dengan nilai kontrak muni sebelum dikenakan pajak sejumlah Rp. 2.498.346.000,-. Panjang pekerjaan proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan adalah 1,7 km. Adapun pihak-pihak utama yang terlibat dalam pembangunan proyek rekonstruksi jalan tersebut yaitu pemilik proyek Pemerintah Kabupaten Minahasa, dan kontraktor pelaksana CV. Sumber Karunia; seluruh peserta proyek rekonstruksi jalan bertanggung jawab mengendalikan pelaksanaan pekerjaan pembangunan selama 120 hari kalender dan masa pemeliharaan selama 180 hari kalender. Pada tahap pelaksanaan proyek, waktu dan biaya proyek mengalami peningkatan menjadi 135 hari dengan total biaya proyek Rp. 2.588.377.028,10,-.

3.2 Teknik pengumpulan dan analisis data

Metode penelitian harus dipilih dengan cermat sesuai dengan tujuan penelitian, sehingga metode yang terpilih dapat menjawab permasalahan penelitian dan mengkonfirmasi bahwa metode terpilih tepat untuk digunakan (Saunders, dkk., 2009). Penelitian ini menggunakan metode penelitian observasi lapangan pada proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan yang berlokasi di Kabupaten Minahasa selama periode bulan Agustus – Desember 2022. Peneliti merupakan subjek yang melakukan pengamatan langsung pada kegiatan proyek sehingga observasi lapangan menjadi pilihan yang tepat untuk pengumpulan data lapangan (Sugiyono, 2013). Pada kegiatan observasi lapangan, data-data proyek dikumpulkan dalam bentuk mengamati langsung kegiatan pekerjaan proyek di lapangan, termasuk metode pelaksanaan pekerjaan proyek jalan, mencatat dan mengamati kemajuan pekerjaan proyek serta merekamnya dalam laporan harian dan mingguan, dan mengevaluasi penggunaan anggaran biaya pelaksanaan proyek. Analisis data lapangan menggunakan langkah-langkah metode *crash program*, yang terdiri dari: 1) menghitung waktu normal penyelesaian proyek dan mengidentifikasi float dan kegiatan/ jalur kritis; 2) menentukan biaya normal dan biaya dipercepat masing-masing kegiatan, menghitung *slope* biaya masing-masing kegiatan; 3) mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *slope* biaya terendah, bila dalam proses mempercepat waktu terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah; 4) meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai tercapai titik proyek dapat dipersingkat; 5) menjumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan. Untuk mereduksi waktu yang dibutuhkan terhadap beberapa kegiatan utama (kegiatan kritis), alternatif yang dipilih adalah penambahan jam kerja atau lembur para tenaga kerja konstruksi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data lapangan yang mencakup langkah-langkah perhitungan metode *crash program* dan penentuan cara untuk mempercepat waktu pekerjaan proyek adalah sebagai berikut:

Langkah 1 menyiapkan data daftar pekerjaan proyek:

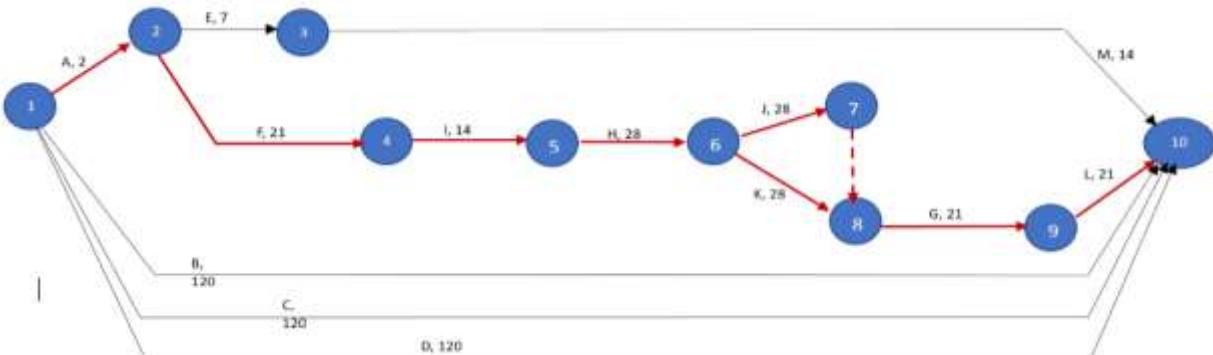
Tabel 1. Daftar pekerjaan proyek rekonstruksi jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan

No.	Kegiatan	Kode	Predecessor	Successor	Waktu (Hari)	Biaya (Rp.)
Divisi 1. Umum						
1	Mobilisasi	A	-	E, F	2	17.850.000,-
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	B	-	-	120	1.850.000,-
3	Manajemen Mutu	C	-	-	120	5.000.000,-

4	Divisi 2. Sistem Manajemen K3	D	-	-	120	13.685.000,-
Divisi 3. Drainase						
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	E	A	M	7	1.220.399,12
Divisi 4. Pekerjaan Tanah						
6	Galian Biasa	F	A	I	21	34.994.413,10
7	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	G	K	L	21	72.123.339,52
Divisi 6. Perkerasan Berbutir						
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H	I	J, K	28	648.116.491,84
9	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I	F	H	14	153.410.678,44
Divisi 7. Perkerasan Aspal						
10	Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/Emulsi	J	H	-	28	42.707.547,31
11	Laston Lapis Aus (AC-WC)	K	H	G	28	1.048.481.362,74
Divisi 8. Struktur						
12	Beton fc' 10 Mpa	L	G	-	21	193.853.508,89
13	Pasangan Batu	M	E	-	14	17.469.892,17
						Total 2.250.762.633,13

Langkah 2 menyusun jaringan kerja pekerjaan proyek dan menentukan jalur kritis:

Berdasarkan susunan kegiatan dan hubungan ketergantungan diantara kegiatan-kegiatan proyek kode A – M, maka disusunlah jaringan kerja pekerjaan proyek dengan metode jalur kritis (*critical path method* - CPM) seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Jalur kritis kegiatan proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan

Hasil analisis CPM pada total waktu proyek yang normal (135 hari) mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang tidak dapat terlambat atau kegiatan yang bersifat kritis dengan biaya untuk setiap jenis kegiatan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar kegiatan kritis

No.	Kegiatan Kritis	Kode	Waktu (Hari)	Biaya (Rp.)
1	Mobilisasi	A	2	17.850.000,-
2	Galian Biasa	F	21	34.994.413,-

3	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	G	21	72.123.339,52,-
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H	28	648.116.491,84,-
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I	14	153.410.678,44,-
6	Laston Lapis Aus (AC-WC)	K	28	1.048.481.362,74,-
	Lapis Resap Pengikat – Aspal Cair/ Emulsi	J	28	42.707.547,31,-
7	Beton fc' 10 Mpa	L	21	193.853.508,89,-

Langkah 3 menganalisis dan menghitung waktu yang dipercepat:

Pada studi kasus proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan, percepatan waktu proyek dilakukan dengan menambah jam kerja bagi para pekerja konstruksi selama tiga (3) jam lembur. Selanjutnya, analisis percepatan waktu proyek dengan metode *crash program* dilakukan pada semua kegiatan kritis, dengan menyediakan contoh pada pekerjaan galian biasa (kode F); analisis data percepatan untuk kegiatan kritis lainnya mengikuti contoh berikut ini:

Pekerjaan galian biasa (kode F):

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 581,80 \text{ m}^3 \\
 \text{Jam kerja normal} &= 8 \text{ jam} \\
 \text{Jam kerja lembur} &= 3 \text{ jam} \\
 \text{Waktu normal} &= 21 \text{ hari} = 168 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas normal} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}} = \frac{581,80}{168} \\
 &= 3,46 \text{ m}^3/\text{jam} & &= 27,70 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas lembur} &= \text{Produktivitas per jam} \times \text{Jam kerja lembur} \times \\
 &\quad \text{Koefisien produktivitas lembur} \\
 &= 3,46 \times 3 \times 70\% \\
 &= 7,27 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas percepatan} &= \text{Produktivitas lembur} + \text{Produktivitas normal} \\
 &= 7,27 \text{ m}^3/\text{hari} + 27,70 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 34,97 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu percepatan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas percepatan}} = \frac{581,80}{34,97} \\
 &= 16,63 \approx 17 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Rekapitulasi waktu yang dipercepat pada pekerjaan kritis

No.	Kegiatan Kritis	Kode	Waktu Normal (Hari)	Waktu Dipercepat (Hari)
1	Mobilisasi	A	2	2
2	Galian Biasa	F	21	17
3	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	G	21	17
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H	28	23
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I	14	12
6	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi, Laston Lapis Aus (AC-WC)	J, K	28	23
7	Beton fc' 10 Mpa	L	21	17
Total waktu proyek			135	111

Langkah 4 menghitung *slope* biaya:

Contoh Pekerjaan galian biasa (kode F):

Volume pekerjaan	= 581,80 m ³
Durasi dipercepat	= 17 hari
Biaya normal	= Rp. 34.994.413,10,-
Produktivitas normal	= 27,70 m ³ /hari = 3,46 m ³ /jam
Biaya normal per jam	= Produktivitas harian per jam x Harga satuan pekerjaan = 3,46 m ³ /jam x Rp. 60.148,53,- = Rp. 208.113,91/jam
Biaya normal per hari	= Rp. 208.113,91/jam x 8 jam = Rp. 1.664.911,31/hari
Biaya tiga jam lembur	= (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah per jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 x upah per jam normal) = (1 x 1,5 x Rp. 208.113,91,-) + ((3-1) x 2 x Rp. 208.113,91,-) = Rp. 1.144.626,53,-
Upah percepatan/hari	= $\frac{\text{Upah percepatan/hari}}{\text{durasi percepatan}}$ = $\frac{(Rp. 34.994.413,10,- + Rp. 1.144.626,53,-)}{17 \text{ hari}}$ = Rp. 37.120.238,96,-
Slope biaya	= $\frac{(\text{crash cost} - \text{normal cost})}{(\text{normal duration} - \text{crash duration})}$ = $\frac{(Rp. 37.120.238,96,- - Rp. 34.994.413,10,-)}{(21 \text{ hari} - 17 \text{ hari})}$ = Rp. 531.456,47,-

Langkah 5 menentukan dan menghitung biaya tidak langsung:

Berdasarkan Peraturan Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah Nomor 12 Tahun 2021 dan Perpres Nomor 70 Tahun 2012 Pasal 66 Ayat 8 tentang Pengadaan Barang dan Jasa, biaya tidak langsung diperhitungkan sejumlah 15% dari total biaya proyek.

Biaya tidak langsung	= 0,15 x biaya langsung = 0,15 x Rp. 2.250.762.633,13,- = Rp. 337.614.394,97,-
Biaya tidak langsung/ hari	= $\frac{\text{Biaya tidak langsung}}{\text{Durasi normal}}$ = $\frac{Rp. 337.614.394,97,-}{135 \text{ hari}}$ = Rp. 2.500.847,37,-
Biaya total	= Biaya langsung + Biaya tidak langsung = Rp. 2.250.762.633,13,- + Rp. 337.614.394,97,- = Rp. 2.588.377.028,10,-

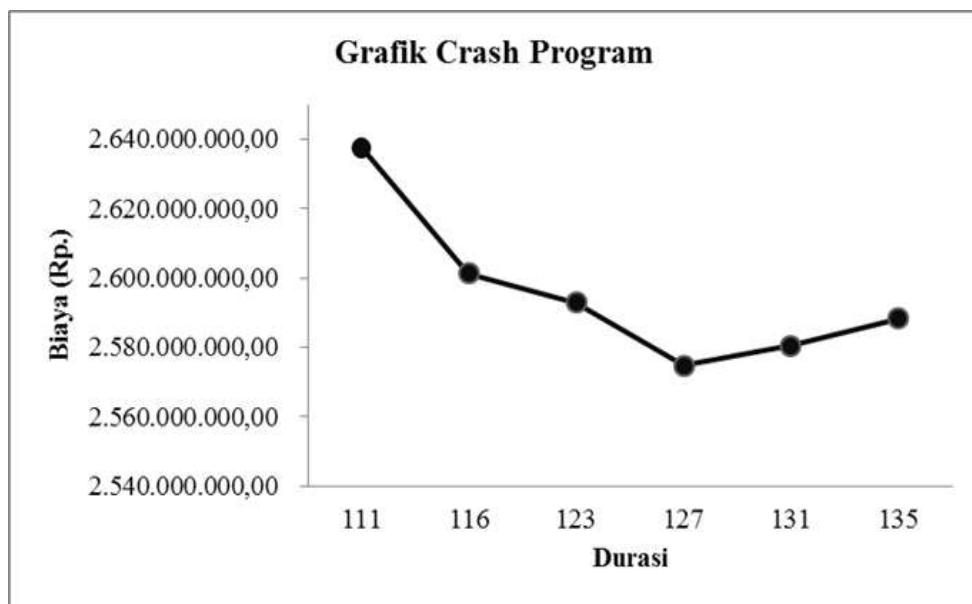
Percepatan waktu proyek dilakukan pada pekerjaan yang tidak memiliki float dan dimulai dari *slope* biaya yang paling rendah (Tabel 4), lalu dibuat kembali jalur lintasan kritis dengan waktu percepatan yang sebelumnya telah diperoleh. Hasil analisis waktu dan biaya percepatan proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan terdapat pada Tabel 5 dan Gambar 2.

Tabel 4. Rekapitulasi waktu dan biaya sebelum dan sesudah percepatan kegiatan kritis

Kode	Kegiatan Kritis	Waktu Normal (Hari)	Waktu Dipercepat (Hari)	Biaya Normal (Rp.)	Biaya Dipercepat (Rp.)	Slope Cost	Float
A	Mobilisasi	2	2	17.850.000	17.850.000	-	0
B	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	120	120	1.850.000	1.850.000	-	15
C	Manajemen Mutu	120	120	5.000.000	5.000.000	-	15
D	Divisi 2. Sistem Manajemen Mutu	120	120	13.685.000	13.685.000	-	15
E	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	7	7	1.220.399,12	1.220.399,12	-	112
F	Galian Biasa	21	17	34.994.413	37.120.238,96	531.456,47	0
G	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	21	17	72.123.339,52	76.504.701,45	1.095.340,48	0
H	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	28	23	648.116.491,84	676.987.364,29	5.774.174,49	0
I	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	14	12	153.410.678,44	166.821.024,19	6.705.172,88	0
J, K	Lapis Resap Pengikat-Aspal	28		1.091.188.910,05	1.139.794.854,53	9.721.188,90	0
J, K	Cair/Emulsi, Laston Lapis Aus (AC-WC)		23				
L	Beton fc' 10 Mpa	21	17	193.853.508,89	205.626.659,43,-	2.944.037,64	0
M	Pasangan Batu	14	14	17.469.892,17	17.469.892,17	-	112
		135	111				

Tabel 5. Waktu dan biaya setelah percepatan kegiatan kritis

Kegiatan	Total Waktu Dipercepat (Hari)	Biaya Langsung (Rp.)	Biaya Tidak Langsung (Rp.)	Total Biaya (Rp)
Normal	135	2.250.762.633,13	337.614.394,97	2.588.377.028,10
A dipercepat	135	2.250.762.633,13	337.614.394,97	2.588.377.028,10
F dipercepat	131	2.252.888.458,99	327.611.005,49	2.580.499.464,48
G dipercepat	127	2.257.269.820,92	317.607.616,01	2.574.877.436,93
L dipercepat	123	2.269.045.971,47	307.604.226,53	2.576.650.197,99
H dipercepat	118	2.297.916.843,92	295.099.989,68	2.593.016.833,59
I dipercepat	116	2.311.327.189,67	290.098.294,94	2.601.425.484,61
J, K dipercepat	111	2.359.933.134,15	277.594.058,09	2.637.527.192,24



Gambar 2. Grafik biaya dan waktu proyek yang dipercepat

Seperti terlihat pada hasil analisis data percepatan proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan (Tabel 5), waktu proyek yang normal adalah 135 hari dengan total biaya konstruksi Rp. 2.588.377.028,10,-, yang terdiri dari biaya langsung Rp. 2.250.762.633,13,- dan biaya tidak langsung Rp. 337.614.394,97,-. Setelah dilakukannya percepatan waktu kegiatan-kegiatan kritis, total waktu proyek berkurang, biaya langsung meningkat, sedangkan biaya tidak langsung berkurang sesuai dengan total waktu proyek. Percepatan waktu kegiatan F menghasilkan total waktu proyek 131 hari, dan dilanjutkan dengan percepatan waktu kegiatan G yang menghasilkan total waktu proyek 127 hari. Percepatan waktu proyek hingga kegiatan G menghasilkan juga total biaya terendah yaitu Rp. 2.574.877.436,93,-. Percepatan waktu proyek yang terus dilakukan terhadap kegiatan L menghasilkan total waktu proyek 123 hari, namun telah terjadi kenaikan total biaya proyek menjadi Rp. 2.576.650.197,99,-. Jika percepatan terus dilakukan terhadap sisa kegiatan kritis lainnya, terjadi pengurangan total waktu proyek hingga 111 hari, namun total biaya proyek terus bertambah hingga melampaui total biaya normal. Dengan demikian, percepatan waktu proyek yang mencapai 127 hari (lebih cepat 8 hari dari waktu normal) menghasilkan total biaya yang ekonomis, sedangkan percepatan waktu proyek yang mencapai 123 hari (lebih cepat 12 hari dari waktu normal) menghasilkan total biaya yang paling optimal (Gambar 2).

Hasil penelitian ini mendukung penelitian dari Olivia dan Puspasari (2019), Perwitasari dkk. (2021), dan Siregar dan Iffiginia (2019) tentang total biaya proyek yang berkurang setelah dilakukan percepatan pada beberapa kegiatan kritis hingga mencapai biaya proyek yang ekonomis. Selain itu, hasil penelitian ini juga mendukung hasil penelitian Priyo dan Sumanto (2016) dan Sulastri dan Giatman (2022) yang menggunakan teknik penambahan jam kerja lembur untuk mempercepat waktu proyek dengan menghasilkan penurunan total biaya proyek. Kajian ini juga mempertimbangkan bahwa percepatan waktu pada kegiatan yang bersifat kritis perlu dihentikan jika telah mencapai total biaya proyek yang optimum, sehingga tidak meningkatkan jumlah total biaya proyek awal (biaya normal).

5. KESIMPULAN

Hasil analisis data lapangan melalui perhitungan percepatan waktu proyek rekonstruksi Jalan Sumalangka – Sp. Rerewokan di Kabupaten Minahasa pada tahun 2022 menghasilkan total waktu proyek yang dipersingkat menjadi 123 hari dari total waktu proyek normal 135 hari, dengan jumlah biaya proyek yang optimal, yaitu Rp. 2.576.650.197,99,- lebih kurang dari total biaya proyek normal Rp. 2.588.377.028,10,-. Proyek rekonstruksi jalan tersebut dapat pula dipersingkat menjadi 127 hari dengan jumlah biaya proyek yang ekonomis Rp. 2.574.877.436,93,-. Teknik percepatan dilakukan dengan penambahan jam kerja lembur 3 jam pada pekerjaan-pekerjaan yang kritis, yaitu pekerjaan galian biasa, pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian, dan pekerjaan beton. Percepatan waktu proyek dengan metode *crash program* menghasilkan penambahan biaya langsung proyek, namun dapat mengakibatkan penurunan biaya tidak langsung yang diperhitungkan sebagai beban biaya harian; sehingga total biaya proyek dapat mencapai biaya yang optimum. Walaupun dari data proyek awal (120 hari, biaya Rp. 2.498.346.000,-), total biaya proyek setelah dipercepat menjadi lebih tinggi, namun total biaya proyek dapat pula dikurangi dengan mengkaji kembali penggunaan biaya tidak langsung. Beberapa saran untuk penelitian lanjutan adalah membandingkan beberapa hasil studi kasus percepatan proyek jalan di beberapa lokasi yang berbeda, untuk mengetahui dampak percepatan waktu terhadap total biaya proyek konstruksi jalan. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan metode pelaksanaan yang khusus atau terkini yang teknis pelaksanaannya dapat mempengaruhi pemilihan teknik percepatan waktu proyek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Jurusan Teknik Sipil dan Panitia PKL D-IV Teknik Jalan dan Jembatan Tahun 2022 yang telah mengkoordinir pelaksanaan PKL, sehingga data lapangan dapat tersedia dan digunakan untuk penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiar, I., dan Handrianto, R., (2018), Evaluasi penjadwalan proyek menggunakan metode CPM dan Kurva S (studi kasus: pembangunan gedung Perpustakaan SMK N 1 “XX”, Gresik), *Wahana Teknik*, Vol. 7, No. 2, hal. 99-105.
- Akhirudin, A.F., (2018), Percepatan waktu penggeraan proyek konstruksi dengan menggunakan metode Fast Track, *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 13, No. 1, hal. 26-34.
- Arief, R.A., Rafie, dan Syahruddin, (2021), Analisis Crash Program pada proyek rekonstruksi (penanganan longsoran) Ruas Sp. Sejiram-Nanga Tepuai, *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, Vol. 8, No. 2, hal. 1-6.
- Damara, B., dan Hepiyanto, R., (2021), Optimalisasi waktu dan biaya pada proyek gedung Pertanahan Nasional Kota Blitar dengan metode Critical Path Method (CPM), *JURMATEKS: Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, Vol. 4, No. 1, hal. 119-133.
- Haq, S., Abadiyah, S., dan Dimastoro, P., (2019), Analisa optimalisasi waktu proyek dengan metode Crash Program pada proyek Rumah Sakit di kota Tangerang, *Structure Teknik Sipil*, Vol. 1, No. 1, hal. 1-6.
- Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah, Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, Nomor 12 Tahun 2021.
- Malifa, Y., Dundu, A.K.T., dan Malingkas, G.Y., (2019), Analisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi menggunakan metode crashing (studi kasus: pembangunan rusun IAIN Manado), *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No. 6, hal. 681-688.

- Olivia, P., dan Puspasari, V.H., (2019), Analisa percepatan waktu proyek menggunakan metode crashing (studi kasus: peningkatan jalan Pelantaran – Parenggean – Tumbang Sangai), *Jurnal Teknika*, Vol. 3, No. 1, hal. 41-52.
- Perwitasari, D., Fahreza, A., dan Ririh, K.R., (2021), Analisis percepatan waktu proyek perumahan menggunakan metode PERT dan Fast Track, *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 7, No. 1, hal. 12-21.
- Priyo, M., dan Sumanto, A., (2016), Analisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi dengan penambahan jam kerja (lembur) menggunakan metode Time Cost Trade Off: studi kasus proyek pembangunan prasarana pengendali banjir, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Vol. 19, No. 1, hal. 1-15.
- Priyo, M., dan Paridi, M.R.A., (2018), Studi optimasi waktu dan biaya dengan metode Time Cost Trade Off pada proyek konstruksi pembangunan gedung olah raga (GOR), *Semesta Teknika*, Vol. 21, No. 1, hal. 72-84.
- Salasa, B.S., Sari, D.P., Sudibyo, A., dan Nur, A.R., (2023), Optimasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek jalan dengan metode Crash Program (studi kasus pemeliharaan jalan Kecamatan Tenggarong Seberang dan Tenggarong), *Rekayasa Sipil*, Vol. 17, No. 1, hal. 47-53.
- Saunders, M., Lewis, P., and Thornhill. A., (2009), *Research methods for business students*, Fifth ed., Pearson Education Limited, Harlow.
- Siregar, A.C., dan Iffiginia, (2019), Penggunaan Critical Path Method (CPM) untuk evaluasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 15, No. 2, hal. 102-111.
- Stefanus, Y., Wijatmiko, I., dan Suryo, E.A., (2017), Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek menggunakan metode Fast-Track dan Crash Program, *Media Teknik Sipil*, Vol. 15, No. 1, hal. 74-81.
- Sugiyono, (2013), *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Sulastri, E., dan Giatman, M., (2022), Tinjauan optimalisasi waktu dan biaya pada proyek konstruksi pembangunan gedung laboratorium Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang menggunakan software Microsoft Project, *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, Vol. 3, No. 1, hal. 7-12.
- Suseno, B.R., Sari, S.N., dan Maulana, R., (2021), Analisis percepatan waktu penyelesaian proyek menggunakan metode *crash program* dengan penambahan jam kerja dan penerapan sistem kerja *shift*, *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI Tahun 2021 (ReTII)*, pp. 135-145.
- Umbara, F.Y., dan Abduh, M., (2020), Analisis keterlambatan proyek Pasar Besar Ngawi menggunakan metode CPM (Critical Path Method), *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2020*, II-7 – II-14.