

Analisis Pengendalian Waktu Proyek Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM)

(Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Jalan Dander - Bubulan)

Analysis Of Project Time Control Using Critical Path Method (CPM)

(Case Study: Dander - Bubulan Road Rehabilitation Project)

Indah Husnul Khotimah*¹, Moh. Sholahuddin², Nova Nevila Rodhi³, Andi Tjandra⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro, Universitas Bojonegoro

indahhk.29@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak – Pada pelaksanaan pekerjaan proyek tidak jarang sering dijumpai proyek yang mengalami ketidaksesuaian dengan yang direncanakan. Masalah ini disebabkan oleh kurangnya pengendalian terhadap waktu, biaya, dan mutu. Pada proyek Rehabilitasi Jalan Dander – Bubulan akan dilakukan pelebaran jalan pada titik STA 0+000 – 1+430. Namun adanya permasalahan pada proyek tersebut, mengakibatkan proyek mengalami perubahan waktu dengan penambahan waktu 30 hari kalender. Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan ini adalah untuk mengetahui nilai optimasi waktu proyek dan untuk mengetahui selisih waktu antara rencana dan optimasi proyek setelah dilakukan analisis menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Penelitian ini merupakan jenis penelitian Kuantitatif, dan analisis data dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM), metode ini dapat mengidentifikasi jalur kritis melalui sekumpulan aktivitas yang telah ditentukan ketergantungan antar aktivitasnya. Dari hasil penelitian diperoleh nilai dari optimasi waktu proyek dengan menggunakan CPM setelah dilakukan percepatan durasi dengan penambahan 1 jam lembur pada aktivitas kritis yaitu sebesar 15 hari, dan dari waktu proyek yang sesuai dengan jadwal rencana yaitu 70 hari terdapat selisih antara waktu rencana dengan optimasi selama 15 hari sehingga waktu optimal proyek sebesar 55 hari. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) waktu penyelesaian proyek dapat dikendalikan secara optimal.

Kata Kunci : Critical Path Method (CPM), Rehabilitasi Jalan, Optimasi

ABSTRACT

Abstract - In the implementation of project work it is not uncommon to find projects that experience incompatibility with the planned. This problem is caused by the lack of control over time, cost, and quality. In the Dander - Bubulan Road Rehabilitation project, road widening will be carried out at STA 0+000 - 1+430. However, there are problems in the project, resulting in the project experiencing time changes with an additional 30 calendar days. The objectives to be achieved from this writing are to determine the value of project time optimization and to determine the time difference between the plan and project optimization after analysis using the Critical Path Method (CPM). This research is a type of Quantitative research, and data analysis using Critical Path Method (CPM), this method can identify the critical path through a set of activities that have been determined dependence between activities. From the results of the study obtained the value of the optimization of project time using CPM after accelerating the duration by adding 1 hour of overtime on critical activities which is 15 days, and from the project time in accordance with the plan schedule of 70 days there is a difference between the plan time and optimization for 15 days so that the optimal project time is 55 days. This shows that by using the Critical Path Method (CPM) the project completion time can be optimally controlled.

Keywords: Critical Path Method (CPM), Road Rehabilitation, Optimization

PENDAHULUAN

Dalam suatu proyek konstruksi manajemen proyek sangat dibutuhkan baik dari segi *progressing* maupun untuk memecahkan suatu masalah. Menurut (Zakariyya et al., 2020) manajemen proyek adalah suatu proses perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi pekerjaan proyek mulai dari pembuatan gagasan hingga penyelesaian proyek untuk memastikan bahwa proyek selesai tepat waktu, sesuai dengan anggaran dan tepat mutu

kualitasnya. Dalam pelaksanaan pekerjaan proyek, tidak jarang sering terjadi penyimpangan dengan rencana. Permasalahan ini disebabkan oleh kurangnya pengendalian terhadap waktu, biaya, dan mutu (Abma, 2016). Selain itu, juga dapat menyebabkan ketidakstabilan perekonomian lokal, terutama jika proyek-proyek besar yang dapat mempengaruhi perekonomian daerah (Wafa et al., 2024). Manajemen proyek dalam pelaksanaan proyek menjadi hal yang penting untuk dilakukan agar proyek tersebut terlaksana dengan baik (Rosanti et al., 2016). Perencanaan dan pengelolaan biaya dan waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi. Selain penilaian mutu, prestasi suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu (Nono et al., 2019).

Untuk menghindari ketidaksesuaian dengan rencana, perlu dilakukan analisa optimasi waktu dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dengan cara *crashing* yaitu menggunakan tambahan jam kerja/lembur untuk mendapatkan waktu yang optimal di akhir proyek. Pada proyek Rehabilitasi Jalan Dander – Bubulan akan dilakukan pelebaran jalan pada titik STA 0+000 – 1+430. Pelebaran jalan tersebut direncanakan pada 13 September 2023 sampai 21 November 2023 dengan waktu penyelesaian 70 hari kalender. Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan ini adalah untuk mengetahui nilai optimasi waktu proyek yang didapatkan apabila direncanakan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dan untuk mengetahui selisih waktu antara rencana dan optimasi proyek setelah dilakukan analisis menggunakan *Critical Path Method* (CPM).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : *Data Kontraktor, 2023*

Jenis Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian Kuantitatif, karena pada penelitian ini menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data hingga analisis data.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai *setting*, sumber data dan cara. Menurut (Danuri & Maisaroh, 2019) adapun teknik dari pengumpulan data, bila dilihat dari sumber data, maka pengumpulan data bisa menggunakan dua sumber data, yaitu :

- a. Data Primer adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti.
- b. Data sekunder adalah data penelitian yang didapatkan secara tidak langsung kepada pengumpul data.

Sumber data primer diperoleh data Biaya Aktual Proyek, sedangkan data sekunder diperoleh data Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAB), Time Schedule dan *Detail Engginerring Design* (DED).

Populasi Dan Sampel

Populasi

Menurut (Sugiyono, 2013) populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik Kesimpulan. Pada penelitian ini populasi yang ditetapkan oleh peneliti adalah proyek Rehabilitasi Jalan Dander – Bubulan sepanjang 1,43 km yang menjadi objek penelitian untuk menganalisis pengendalian biaya dan waktu.

Sampel

Menurut (Sugiyono, 2013) sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik sampling jenuh, yang dimana teknik penentuan sampel bila seluruh populasi digunakan sebagai sampel. Pada penelitian ini sampel yang di tetapkan oleh peneliti adalah bagian dari proyek Rehabilitasi Jalan Dander - Bubulan pada titik STA 0+00 – 1+430 yang diambil untuk melakukan analisis pengendalian biaya dan waktu.

Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini akan menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Dalam manajemen proyek, Metode ini dapat mengidentifikasi jalur kritis melalui sekumpulan aktivitas yang telah ditentukan ketergantungan antar aktivitasnya. Aktivitas adalah sebuah kegiatan spesifik yang memiliki satu hasil yang dapat diukur dan memiliki durasi pengerjaannya. Jalur kritis merupakan sekumpulan aktivitas yang saling bergantung, aktivitas yang harus diselesaikan sesuai dengan waktu yang direncanakan karena jika tidak maka keseluruhan waktu pengerjaan proyek akan mengalami keterlambatan. Dengan kata lain, waktu yang diperlukan oleh jalur kritis adalah waktu yang diperlukan oleh sebuah proyek untuk selesai.

Pada umumnya kegiatan kritis terletak pada satu jalur atau lintasan dari awal hingga akhir proyek. Untuk menentukan lintasan kritis dalam jaringan, salah satu metodenya adalah menggunakan metode jalur kritis. Untuk dapat membaca diagram jaringan kerja suatu proyek, diperlukan penjelasan mengenai konsep dasar tentang hubungan antara symbol-symbol yang terdapat dalam setiap diagram jaringan kerja. Notasi yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antar symbol ini adalah sebagai berikut:

- D (x) : Durasi waktu kegiatan X
ES (x) : Waktu mulai paling cepat untuk kegiatan X
EF (x) : Waktu selesai paling cepat untuk kegiatan X
LS (x) : Waktu mulai paling lambat untuk kegiatan X
LF (x) : Waktu selesai paling lambat untuk kegiatan X

TF (x) : Jumlah waktu tambahan yang dimiliki oleh suatu aktivitas dalam sebuah proyek tanpa menyebabkan keterlambatan pada tanggal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Menurut (Oetomo et al., 2017) terdapat simbol yang digunakan dalam menggambarkan *network planning*:

1. Lingkaran (*node/event*), menggambarkan saat peristiwa atau kegiatan yaitu pertemuan dari permulaan dan akhir kegiatan.



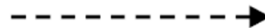
Gambar 2. Lingkaran
Sumber : Oetomo et al., 2017

2. Anak panah (*arrow*), yang menyatakan aktifitas atau kegiatan yaitu suatu kegiatan atau pekerjaan dimana penyelesaiannya membutuhkan durasi atau jangka waktu tertentu dan *resources* tenaga, alat, material, dan biaya. Kepala anak panah dijadikan sebagai pedoman arah tiap kegiatan, dimana Panjang dan kemiringan tidak berpengaruh.



Gambar 3. Anak Panah
Sumber : Oetomo et al., 2017

3. Anak panah putus-putus (*dummy*), menggambarkan kegiatan semu atau *dummy* yaitu aktifitas yang tidak membutuhkan durasi dan *resources*.



Gambar 4. Anak Panah Putus-Putus
Sumber : (Oetomo et al., 2017)

4. Dobel anak panah (*Double Arrow*) yang menunjukkan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*).



Gambar 5. Double Anak Panah
Sumber : (Oetomo et al., 2017)

Perhitungan Maju

Perhitungan maju (*forward computation*) merupakan salah satu cara mengidentifikasi jalur kritis yaitu dengan cara menghitung atau menentukan saat paling awal sebuah kegiatan sampai peristiwa paling akhir, dimulai dari titik awal (*Start*) hingga ke titik akhir (*Finish*), seperti pada rumus

$$EF = ES + D \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- EF : waktu selesai paling awal suatu kegiatan
- ES : waktu mulai paling awal suatu kegiatan
- D : durasi kegiatan yang bersangkutan

Perhitungan Mundur

Perhitungan Mundur (*backward computation*) dilakukan untuk mendapatkan waktu pengerjaan terlambat sebuah aktivitas, durasi terlambat dimulainya suatu aktivitas, dan waktu terlambat terjadinya suatu kejadian, dimulai dari titik akhir (*Finish*) hingga titik awal (*Start*) kejadian. Tujuan dari perhitungan mundur yaitu untuk menganalisis kapan diperbolehkannya suatu kegiatan dimulai tanpa mengakibatkan jadwal proyek terlambat, seperti rumus

$$LS = LF - D \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- LS : waktu paling awal suatu kegiatan bisa diselesaikan
- LF : waktu paling akhir suatu kegiatan bisa selesai

Perhitungan Total Float

Setelah melakukan perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*), didapatkan hasil dan selanjutnya yaitu menentukan jalur kritis. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menemukan jalur-jalur yang kritis yang dapat menghambat jalannya kegiatan produksi. Perhitungan dilakukan dengan memperhatikan total float (Purba, 2021).

$$TF = LS - ES \text{ atau } LF - EF \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- TF : Total Float, jumlah waktu tambahan yang dimiliki oleh suatu aktivitas dalam sebuah proyek tanpa menyebabkan keterlambatan pada tanggal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Crashing

Crashing merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian suatu proyek dengan mengurangi durasi aktivitas yang berada pada jalur kritis. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan produktivitas pekerja jika ditambahkan jam kerja pada pekerja tersebut.

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

Gambar 6. Koefisien Penurunan Produktivitas

Sumber : (Fardila & Adawyah, 2021)

Pada gambar 2.16 produktivitas kerja lembur untuk 1 jam lembur adalah 90 %, pada 2 jam lembur adalah 80 %, pada 3 jam lembur adalah 70 % dan pada 4 jam lembur adalah 60%. Penurunan produktivitas pekerja tersebut dikarenakan oleh banyak faktor yang meliputi kelelahan pekerja, cuaca yang dingin, dan penglihatan yang kurang baik pada malam hari.

$$\frac{(Volume)}{(Prod. perjam \times jam kerja) + (\sum jam lembur \times penurunan prod \times prod. perjam)} \dots\dots\dots (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyusun Setiap Hubungan Kegiatan

Dasar pembuatan jaringan kerja yaitu dengan menyusun komponen – komponen jaringan kerja (*network planning*) yang sesuai dengan urutan ketergantungannya, sehingga akan diketahui urutan kegiatan dari awal pekerjaan proyek sampai dengan akhir pekerjaan proyek secara keseluruhan.

Analisis Perhitungan Total Waktu

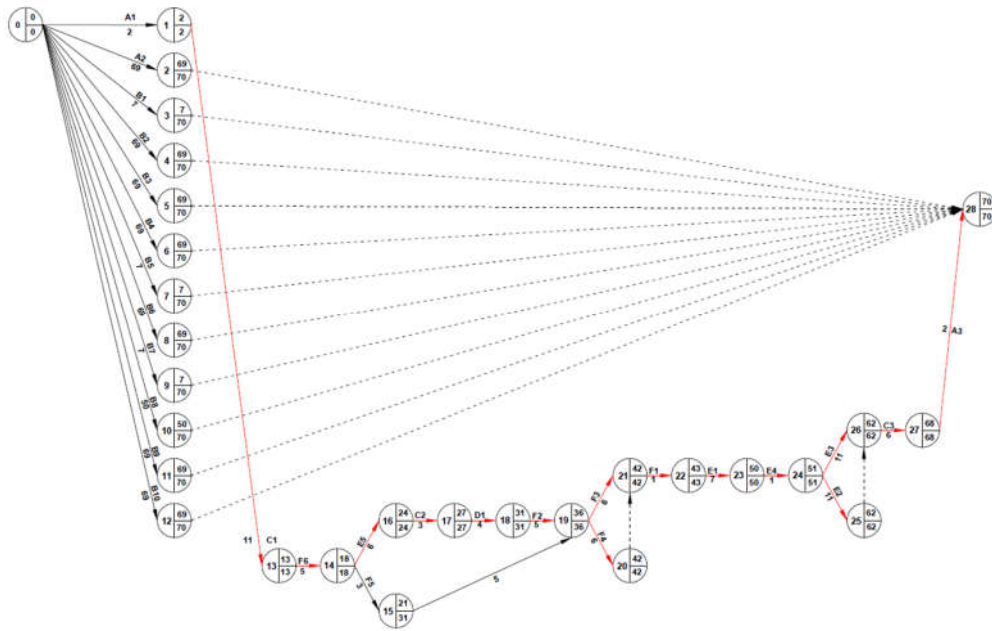
Tabel 1. Kode dan Durasi Tiap Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	KODE	DURASI (Hari)	ES	EF	LS	LF	TF
1.	Mobilisasi	A1	2	0	2	0	2	0
2.	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	A2	69	69	70	70	70	1
3.	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	A3	2	7	70	70	70	63
4.	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK	B1	7	69	70	70	70	1
5.	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	B2	69	69	70	70	70	1
6.	Alat Pelindung Kerja	B3	69	69	70	70	70	1
7.	Alat Pelindung Diri	B4	69	7	70	70	70	63
8.	Asuransi dan Perizinan Terkait Keselamatan Konstruksi	B5	7	69	70	70	70	1
9.	Personel Keselamatan Konstruksi	B6	69	7	70	70	70	63
10.	Fasilitas Sarana, Prasarana, Dan Alat Kesehatan	B7	7	56	70	70	70	14
11.	Rambu dan Perlengkapan Lalu Lintas Yang Diperlukan Atau Manajemen Lalu Lintas	B8	56	69	70	70	70	1
12.	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	B9	69	69	70	70	70	1
13.	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	B10	69	2	13	2	13	0
14.	Galian Biasa	C1	11	13	18	13	18	0
15.	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian Limestone (Untuk Badan Jalan)	C2	112	18	21	18	31	10
16.	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian Limestone (Untuk Bahu Jalan)	C3	5	18	24	18	24	0
17.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	D1	10	24	27	24	27	0
18.	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	E1	11	27	31	27	31	0
19.	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	E2	11	31	36	31	36	0
20.	Laston Lapis Aus (AC-WC)	E3	11	36	42	36	42	0
21.	Laston Lapis Antara (AC-BC)	E4	12	36	42	36	42	0
22.	Lapis Penetrasi Macadam	E5	6	42	43	42	43	0
23.	Beton struktur, fc30 MPa (Termasuk Bekisting)	F1	21	43	50	43	50	0

24.	Beton, fc10 Mpa	F2	11	50	51	50	51	0
25.	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	F3	11	51	62	51	62	0
26.	Anyaman Kawat Yang Dilas (Welded Wire Mesh)	F4	11	51	62	51	62	0
27.	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	F5	12	62	68	62	68	0
28.	Pembongkaran Pasangan Batu	F6	7	68	70	68	70	0

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan maju (*forward*) dan mundur (*backward*) dengan mencari total float = 0, dari perhitungan total float = LS – ES atau LF – EF pada tabel di atas, diketahui jalur kritis yang diperlihatkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 7. Jaringan Kerja Jalur Kritis

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Perhitungan Crashing

Pada pekerjaan jalur kritis nomor 13 kode C1 yaitu pekerjaan Galian Biasa dengan penambahan 1 jam lembur :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 952 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi Normal} &= 11 \text{ hari} \\
 &= 11 \times 8 \text{ jam} = 88 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas Jam Normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \\
 &= \frac{952 \text{ m}^3}{88 \text{ jam}} = 10,81 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &\quad (\text{Volume})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimal Crashing} &= \frac{(\text{Prod. perjam} \times \text{jam kerja}) + (\sum \text{jam lembur} \times \text{penurunan prod} \times \text{pro. perjam})}{952} \\
 &= \frac{(10,81 \times 8) + (1 \times 0,9 \times 10,81)}{96,209} \\
 &= \frac{952}{96,209} = 9,89 \text{ hari dibulatkan } 10 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

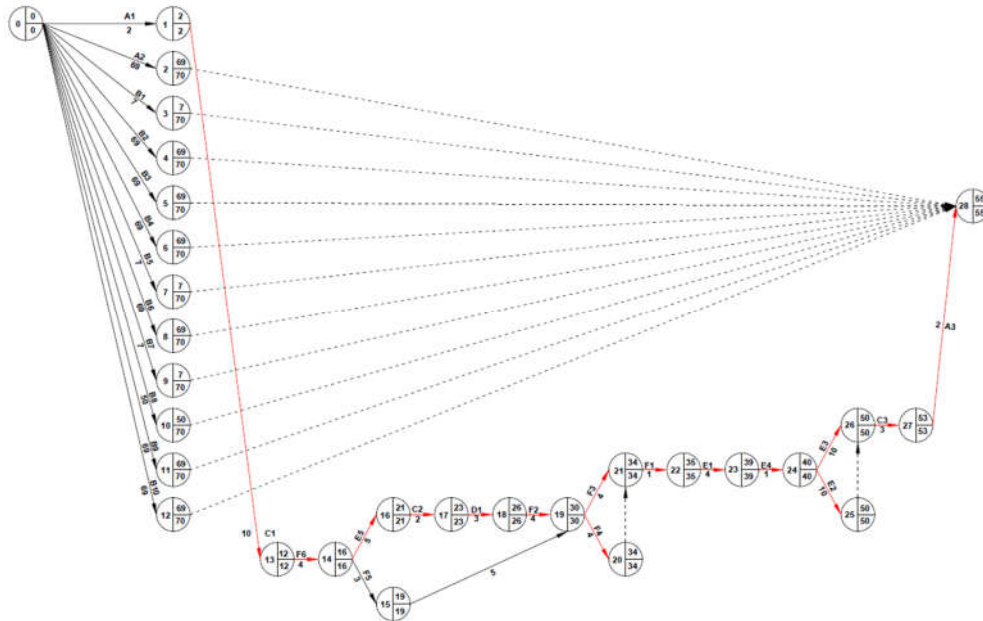
Selisih Crashing = 11 hari – 10 hari
 = 1 hari

Tabel 2. Perhitungan Percepatan Durasi Pekerjaan Kritis Dengan Penambahan 1 Jam Lembur

No.	Kode	Aktivitas Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi Akibat Percepatan (Hari)	Selisih (Hari)
		Rehabilitasi Jalan Dander - Bubulan	70	55	15
1	A1	Mobilisasi	2	2	0
2	C1	Galian Biasa	11	10	1
3	F6	Pembongkaran Pasangan Batu	9	8	1
4	E5	Lapis Penetrasi Macadam	6	5	1
5	C2	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian Limestone (Untuk Badan Jalan)	12	11	1
6	D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	11	10	1
7	F2	Beton fc'10 Mpa	12	11	1
8	F4	Anyaman Kawat Yang Dilas (Welded Wire Mesh)	11	10	1
9	F3	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	11	10	1
10	F1	Beton Struktur fc'30 Mpa (Termasuk Bekisting)	21	19	2
11	E1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	11	10	1
12	E4	Laston Lapis Antara (AC-BC)	11	10	1
13	E2	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	11	10	1
14	E3	Laston Lapis Aus (AC-WC)	11	10	1
15	C3	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian Limestone (Untuk Bahu Jalan)	6	5	1
16	A3	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	2	2	0

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Tabel di atas menunjukkan bahwa kegiatan pada jalur kritis yang dapat untuk dipercepat. Hasil dari perhitungan percepatan dengan penambahan 1 jam lembur sesuai dengan rumus di atas yang telah diuraikan sebelumnya, dihasilkan durasi percepatan atau *crash duration* adalah 55 hari. Gambar jaringan kerja proyek setelah percepatan bisa dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 8. Jaringan Kerja Proyek Setelah Percepatan

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Nilai Optimasi Waktu Proyek

Pada penelitian ini diperoleh durasi optimal penyelesaian proyek Rehabilitasi Jalan Dander – Bubulan dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) setelah dilakukan percepatan durasi dengan penambahan 1 jam lembur pada aktivitas kritis yaitu 55 hari.

Selisih Waktu Rencana dan Optimasi

Dari waktu penyelesaian proyek yang sesuai dengan jadwal rencana yaitu 70 hari, dan mengalami keterlambatan pada pelaksanaan proyek selama 90 hari. Sehingga terdapat selisih antara waktu perencanaan dengan waktu CPM selama 15 hari dan selisih dengan waktu realisasi pelaksanaan di lapangan selama 35 hari, Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) waktu penyelesaian proyek dapat dikendalikan secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan analisa dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Diperoleh nilai dari optimasi waktu proyek dengan menggunakan CPM setelah dilakukan percepatan durasi dengan penambahan 1 jam lembur pada aktivitas kritis yaitu sebesar 15 hari. Dari waktu proyek yang sesuai dengan jadwal rencana yaitu 70 hari terdapat selisih antara waktu rencana dengan optimasi selama 15 hari sehingga waktu optimal proyek sebesar 55 hari. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) waktu penyelesaian proyek dapat dikendalikan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abma, V. (2016). Analisis Pengendalian Waktu dengan Earned Value pada Proyek Pembangunan Hotel Fave Kotabaru Yogyakarta. *Jurnal Teknisia*, 21(2), 218–228.
- Danuri, & Maisaroh, S. (2019). Metodologi penelitian. In *Samudra Biru*.
- Fardila, D., & Adawyah, N. R. (2021). Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi dengan Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(1), 35–46. <https://doi.org/10.21831/inersia.v17i1.39499>
- Nono, Y., Pratasis, P. A. K., & Malingkas, G. (2019). Analisis Metode Nilai Hasil Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Proyek Office and Distribution Center, Airmadidi, Minahasa Utara-Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(11), 1453–1476.
- Oetomo, W., Priyoto, P., & Uhad, U. (2017). Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(1), 8–22. <https://doi.org/10.33084/mits.v6i1.262>
- Purba, S. A. (2021). Analisis Jaringan Kerja dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Model Program Linier. *Jurnal Absis: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 4(1), 429–438. <https://doi.org/10.30606/absis.v4i1.993>
- Rosanti, N., Setiawan, E., & Ayuningtyas, A. (2016). Penggunaan Metode Jalur Kritis Pada Manajemen Proyek. *Jurnal Teknologi*, 8(1), 23–30.
- Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Wafa, A. W. A., Rodhi, N. N., & Sari, A. K. R. (2024). *JURMATEKS Faktor Utama Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung di. 7*. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v7i1.5659>
- Zakariyya, B., Ridwan, A., & Suwarno, S. (2020). Analisis Biaya Dan Jadwal Proyek Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Trenggalek Dengan Metode Earned Value. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), 362. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1197>