

PENERAPAN *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) PADA PROYEK REKONSTRUKSI JALAN UNTUK MENGIDENTIFIKASI KEGIATAN PEKERJAAN JALUR KRITIS

Moh. Sholahuddin (sholahuddin15@gmail.com)¹

Yedea Nur Octavia (yetdia2002@gmail.com)²

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

ABSTRAK

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi serta volume lalu lintas yang meningkat rekonstruksi jalan diperlukan untuk memperluas atau memperkuat jalan agar mampu menampung beban lalu lintas yang lebih tinggi. Disamping itu juga sangat penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Jalan yang diperbaiki dapat meningkatkan aksesibilitas, memudahkan distribusi barang dan jasa, serta mendukung perkembangan wilayah yang lebih luas. Jalan merupakan infrastruktur yang penting bagi masyarakat karena dapat mendorong pertumbuhan ekonomi sehingga pada saat dilaksanakan pembangunan harus dapat dikelola oleh manajemen proyek yang baik. Karena salah satu dampak daripada manajemen yang buruk adalah adanya keterlambatan. Dan hal ini menyebabkan keterlambatan menjadi permasalahan yang sering muncul dalam pembangunan. Seperti halnya pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul yang memiliki target penyelesaian 90 hari kalender atau selesai pada minggu ke-14 tetapi mengalami keterlambatan yang menyebabkan selesai pada minggu ke-20. Tujuan daripada Penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jadwal penyelesaian dengan menggunakan metode *Critical Path Method* untuk mengetahui kegiatan kegiatan yang berada pada jalur kritis. Adapun hasil daripada peneltian ini adalah mendapatkan Jalur kritis pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul untuk kegiatan A1, C4, C2, E7, E2, C3, D1, E3, E4, E5, E6, E1, D2, A3.

Kata Kunci: Keterlambatan, Rekonstruksi Jalan, *Critical Path Method*

ABSTRACT

As the population grows and economic activity and traffic volumes increase, road reconstruction is needed to expand or strengthen roads to accommodate higher traffic loads. Besides that, it is also very important to support economic growth and community mobility. Improved roads can improve accessibility, facilitate the distribution of goods and services, and support the development of a wider area. Roads are important infrastructure for the community because they can encourage economic growth so that when development is carried out, it must be managed by good project management. Because one of the impacts of poor management is delays. And this causes delays to become a problem that often arises in development. As is the case with the Ngasem – Dukohkidul Road Reconstruction project which has a target of 90 calendar days to complete or completed in week 14 but experienced a delay that led to completion in week 20. The purpose of this study is to identify the completion schedule by using the Critical Path Method method to find out the activities that are on the critical path. The result of this research is to obtain a critical lane in the Ngasem – Dukohkidul Road Reconstruction project for activities A1, C4, C2, E7, E2, C3, D1, E3, E4, E5, E6, E1, D2, A3.

Key Words: Delays, Road Reconstruction, Critical Path Method

PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang sangat penting karena dapat mendorong pertumbuhan ekonomi serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat juga memperlancar arus lalu lintas dan dapat menghubungkan dengan wilayah antar wilayah. Salah satu tanggung jawab negara adalah membangun jalan dan mempertahankan keadaan jalan tersebut. Pada saat pembangunan maupun pemeliharaan jalan diharapkan tidak menghabiskan waktu yang banyak. Oleh karena itu, perencanaan proyek perlu dikelola oleh manajemen proyek yang baik untuk dapat menyelesaikan proyek secara efisien agar sesuai jadwal (Itan Faizar 2016). Jalan yang telah lama digunakan akan mengalami kerusakan seperti retak, berlubang, atau bergelombang akibat beban lalu lintas, perubahan cuaca, dan faktor lingkungan lainnya. Kerusakan ini dapat mengurangi kenyamanan dan keamanan pengendara serta pengguna jalan lainnya. Dengan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi, volume lalu lintas juga meningkat. Jalan yang awalnya dirancang untuk menampung jumlah kendaraan yang lebih sedikit kini harus menampung lebih banyak kendaraan, menyebabkan kemacetan dan penurunan kualitas jalan. Rekonstruksi diperlukan untuk memperluas atau memperkuat jalan agar mampu menampung beban lalu lintas yang lebih tinggi. Jalan yang rusak atau tidak dirawat dengan baik dapat meningkatkan risiko kecelakaan. Rekonstruksi dapat mencakup perbaikan permukaan jalan, penambahan rambu lalu lintas, serta peningkatan tata kelola jalan untuk memastikan keselamatan pengguna jalan. Jalan yang rusak tidak hanya mengganggu mobilitas, tetapi juga dapat meningkatkan biaya operasional kendaraan akibat konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi dan mempercepat kerusakan kendaraan. Rekonstruksi jalan akan meningkatkan kelancaran lalu lintas, mengurangi waktu tempuh, dan menurunkan biaya perawatan kendaraan. Seiring perkembangan teknologi dan regulasi, standar konstruksi jalan juga mengalami perubahan. Jalan-jalan lama mungkin tidak memenuhi standar baru yang lebih tinggi terkait daya tahan, drainase, dan keselamatan. Rekonstruksi diperlukan untuk memastikan jalan sesuai dengan standar terbaru, terutama untuk jalan-jalan yang memiliki tingkat lalu lintas tinggi.

Dalam merencanakan proyek konstruksi diperlukan perencanaan yang matang, teliti agar dapat berjalan sesuai dengan rencana. Implementasi proyek dapat terkena dampak negatif dari perencanaan yang tidak akurat, yang dapat menyebabkan kegagalan proyek dan berdampak pada seluruh peserta proyek. Oleh karena itu, perencanaan proyek harus akurat dan disesuaikan dengan spesifikasi proyek yang bersangkutan. Perencanaan ke depan juga penting untuk menangani keadaan pelaksanaan proyek yang tidak dapat diprediksi. Permasalahan yang sering muncul dalam suatu proyek adalah keterlambatan proyek, hal ini menyebabkan perpanjangan jangka waktu pelaksanaan proyek yang disebabkan oleh kemunduran pada tahap pelaksanaan (Astari, Subagyo, and Kusnadi 2021). Seperti pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem - Dukohkidul yang mengalami keterlambatan. Proyek ini memiliki target penyelesaian 90 hari kalender atau seharusnya selesai pada minggu ke-14 tetapi mengalami keterlambatan yang menyebabkan pelaksanaan proyek selesai pada minggu ke-20.

Keterlambatan proyek mengakibatkan terbuangnya waktu karena memperpanjang waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Oleh karena itu, penilaian penjadwalan proyek diperlukan. Metode Jalur Kritis atau metode CPM merupakan salah satu strategi yang dapat dimanfaatkan dalam penjadwalan. Dengan menggunakan pendekatan ini, keterlambatan waktu penyelesaian proyek yang disebabkan oleh pelaksanaan proyek yang tidak direncanakan dapat diatasi (Husna, Ilmiyah, and Resti 2022). Metode CPM dapat dimanfaatkan untuk penyusunan penjadwalan proyek, dengan CPM dapat diketahui durasi penyelesaian proyek beserta kegiatan yang berada pada jalur kritis (Sutrisno, Audi, Pramudya 2023). Pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem - Dukohkidul akan dilakukan pembangunan rekonstruksi jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jadwal pelaksanaan proyek menggunakan Metode CPM (Critical Path Method) untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis.

TINJAUAN PUSTAKA

Metode jalur kritis, atau CPM, adalah serangkaian tugas proyek yang saling berhubungan dan sangat penting bagi keberhasilan proyek secara keseluruhan. Dengan kata lain, jika pekerjaan yang merupakan bagian dari tugas krusial tidak selesai tepat waktu, maka akan terjadi penundaan sepanjang proyek. (Nugraha and Sumarman 2017). Jalur ini juga dikenal sebagai jalur kritis karena pendekatan CPM (Critical Path Method) menjelaskan cara mengidentifikasi jalur kritis menggunakan diagram panah. Sebuah proyek dapat direncanakan dan dipantau secara efektif dengan bantuan pendekatan Metode Jalur Kritis (CPM). Dengan mempersingkat atau mempercepat waktu penyelesaian proyek, Metode Jalur Kritis, atau CPM, juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan biaya proyek secara keseluruhan. Adapun Mengenai komponen dalam menggunakan metode CPM (Critical Path Method). (Setiawati et al., 2017) adalah sebagai berikut:

1. Diagram network
2. Hubungan antar simbol dan urutan kegiatan
3. Jalur kritis
4. Tenggang waktu kegiatan
5. Limit jadwal kegiatan

Jalur yang memuat kumpulan aktivitas dengan durasi terpanjang dan menampilkan waktu penyelesaian proyek tercepat dikenal dengan jalur kritis dalam metode CPM. Akibatnya, jalur kritis terdiri dari beberapa tugas penting yang dimulai dengan tindakan awal proyek dan diakhiri dengan tindakan terakhir. Bagi pelaksana proyek, jalur kritis merupakan hal yang krusial karena terdapat tugas-tugas yang jika tidak segera diselesaikan akan menyebabkan proyek terhenti. Berbagai jalur vital juga dapat ditemukan dalam jaringan kerja. Jalur kritis sangat penting bagi pelaksana proyek karena mencakup tindakan yang harus diselesaikan sesuai jadwal. Karena keterlambatan dapat menghambat proyek secara keseluruhan. Manfaat dari metode CPM (Critical Path Method) adalah:

1. Menampilkan alur kerja proyek dan tampilan grafis.
2. Mampu memperkirakan berapa lama proyek akan selesai.
3. Ilustrasikan urutan tindakan apa pun yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tepat waktu.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian proyek rekonstruksi jalan Ngasem – Dukohkidul berada di Jl. Demang Kusumoyudo, Desa Dukohkidul, Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro.

Jenis Penelitian

Penulis penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan mengumpulkan data primer dan sekunder yang relevan dengan pertanyaan penelitian.

Metode Analisis Data

Analisis data dengan metode CPM (*Critical Path Method*)

Tahapan untuk pembuatan jaringan (*network planning*) dari proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem-Dukohkidul antara lain sebagai berikut:

1. Menggunakan rincian aktivitas untuk mengidentifikasi pekerjaan yang sedang dilakukan pada proyek pembangunan rekonstruksi jalan Ngasem – Dukohkidul.
2. Dengan menggunakan teknik CPM (Critical Path Method), dilakukan tahap ketergantungan antar pekerjaan dalam suatu jaringan kerja (*networking Planning*) berikut pemilahan beberapa aktivitas pekerjaan.
3. Selanjutnya, tentukan waktu mulai dan selesai untuk setiap aktivitas, dan dasarkan waktu tersebut pada data yang akan digunakan.

4. Melakukan perhitungan maju pada setiap kegiatan dengan menggunakan rumus:
 $EF = ES + D$
 Dimana ES adalah waktu mulainya kegiatan A paling awal, ditambah dengan durasi waktu dari pekerjaan EF atau waktu paling cepat kegiatannya selesai.
5. Melakukan perhitungan mundur pada setiap kegiatan dengan menggunakan rumus :
 $LS = LF - D$
 Dimana LF adalah waktu paling lambat dimulainya kegiatan A, dikurangi durasi waktu dari pekerjaan LS atau waktu selesainya kegiatan A paling lama.
6. Menentukan pekerjaan yang berada di jalur kritis dan jalur non kritis. Menentukan pekerjaan pada jalur kritis dengan rumus

Aktivitas kritis atau yang berada pada jalur kritis—jalur yang memastikan total waktu penyelesaian proyek—didefinisikan sebagai aktivitas yang nilai selisih totalnya nol. Jalur ini ditentukan oleh hasil perhitungan maju dan mundur. Sebaliknya, jalur non-kritis tidak memiliki total durasi terlama atau terlama, sehingga tidak ada kaitannya dengan kapan proyek akan selesai secara keseluruhan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Lingkup pekerjaan setiap pekerjaan dicantumkan dalam uraian tugas pada saat pelaksanaan proyek. Untuk mempermudah memperkirakan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, lamanya tugas harus ditentukan secara rinci. Berikut uraian pekerjaan dan durasi pekerjaan pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul:

Tabel 1. Uraian Pekerjaan dan Durasi Pekerjaan

No	Kode	Aktivitas Pekerjaan	Durasi (Hari)
	A	DIVISI I. UMUM	
1.	A1	Mobilisasi	7
2.	A2	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	7
3.	A3	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	4
	B	DIVISI 2. SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)	
4.	B1	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK	7
5.	B2	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	7
6.	B3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	7
7.	B4	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi	7
8.	B5	Personel Keselamatan Konstruksi	7
9.	B6	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat kesehatan	7
10.	B7	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	7
11.	B8	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	7
12.	B9	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	7
	C	DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	
13.	C1	Galian Biasa	4
14.	C2	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	7
15.	C3	Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)	35

No	Kode	Aktivitas Pekerjaan	Durasi (Hari)
16.	C4	Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak	7
	D	DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	
17.	D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	7
18.	D2	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	21
	E	DIVISI 8. STRUKTUR	
19.	E1	Beton struktur, fc'30 MPa (Termasuk Bekisting)	28
20.	E2	Beton struktur fc' 20 Mpa (Termasuk Bekisting)	35
21.	E3	Beton, fc'10 Mpa (Termasuk Bekisting)	28
22.	E4	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	28
23.	E5	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	28
24.	E6	Anyaman Kawat Yang Dilas (<i>Welded Wire Mesh</i>)	28
25.	E7	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	21

Sumber: Data Sekunder 2024

Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

Dengan analisis menggunakan CPM (*Critical Path Method*), hubungan antar keterkaitan pekerjaan diperlukan agar dapat mengetahui pekerjaan sebelumnya dengan pekerjaan selanjutnya. Setiap kegiatan mungkin dapat memiliki banyak kegiatan pendahulu (*predecessor*) dan kegiatan yang mengikuti (*successor*). Berikut hubungan keterkaitan antar pekerjaan pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul:

Tabel 2. Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

No	Kode	Aktivitas Pekerjaan	Pendahulu (<i>Predecessor</i>)	Lanjutan (<i>Successor</i>)
1.	A1	Mobilisasi	-	A2, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, C1, C4
2.	A2	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	A1	A3
3.	A3	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	D2	-
4.	B1	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK	A1	A3
5.	B2	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	A1	A3
6.	B3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	A1	A3
7.	B4	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi	A1	A3
8.	B5	Personel Keselamatan Konstruksi	A1	A3
9.	B6	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat Kesehatan	A1	A3
10.	B7	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	A1	A3
11.	B8	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	A1	A3
12.	B9	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	A1	A3
13.	C1	Galian Biasa	A1	C2

No	Kode	Aktivitas Pekerjaan	Pendahulu (Predecessor)	Lanjutan (Successor)
14.	C2	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	C1, C4	E7
15.	C3	Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)	E2	D1
16.	C4	Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak	A1	C2
17.	D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	C3	E3
18.	D2	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	E1	A3
19.	E1	Beton struktur, fc'30 MPa (Termasuk Bekisting)	E4, E5, E6	D2
20.	E2	Beton struktur fc' 20 Mpa (Termasuk Bekisting)	E7	C3
21.	E3	Beton, fc'10 Mpa (Termasuk Bekisting)	D1	E4, E5, E6
22.	E4	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	E3	E1
23.	E5	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	E3	E1
24.	E6	Anyaman Kawat Yang Dilas (<i>Welded Wire Mesh</i>)	E3	E1
25.	E7	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	C2	E2

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Penjadwalan Menggunakan *Microsoft Project*

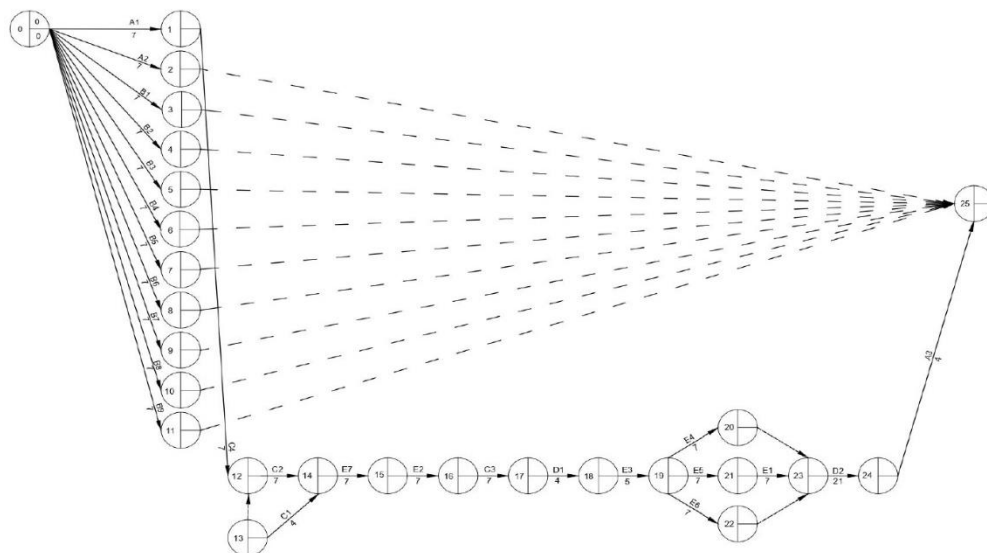
Jadwal, rencana proyek, manajemen sumber daya, dan pelacakan waktu semuanya dapat dilakukan dengan *Microsoft Project* yang merupakan *software* manajemen proyek. *Microsoft Project* mempunyai berbagai fitur seperti *Gant Chart*, *Task Name*, *Network Planning* dan lain-lainnya. Berikut adalah penjadwalan proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul dengan menggunakan *Microsoft Project*.

Tabel 3. Penjadwalan Menggunakan *Microsoft Project*

No	Aktivitas Pekerjaan	Durasi (Hari)	Predecessors
	REKONSTRUKSI JALAN NGASEM- DUKOHKIDUL	90 days	
1.	DIVISI I. UMUM	90 days	
2.	Mobilisasi	7 days	
3.	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	7 days	2SS
4.	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	4 days	22FS
5.	DIVISI 2. SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)	7 days	
6.	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK	7 days	2SS
7.	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	7 days	2SS
8.	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	7 days	2SS
9.	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan Konstruksi	7 days	2SS
10.	Personel Keselamatan Konstruksi	7 days	2SS
11.	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat Kesehatan	7 days	2SS
12.	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	7 days	2SS
13.	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	7 days	2SS

14.	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	7 days	2SS
15.	DIVISI 4. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK	63 days	
16.	Galian Biasa	4 days	19SS
17.	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	7 days	16FS;19FS
18.	Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)	35 days	25SS+7 days
19.	Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak	7 days	2FS
20.	DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN	49 days	
21.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	7 days	18SS+ 4 days
22.	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	21 days	24SS+7 days
23.	DIVISI 8. STRUKTUR	68 days	
24.	Beton struktur, fc'30 MPa (Termasuk Bekisting)	28 days	27SS+7 days;28SS+7 days;29SS+7 days
25.	Beton struktur fc' 20 Mpa (Termasuk Bekisting)	35 days	30SS+7 days
26.	Beton, fc'10 Mpa (Termasuk Bekisting)	28 days	21SS+ 5 days
27.	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	28 days	26SS+7 days
28.	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	28 days	26SS+7 days
29.	Anyaman Kawat Yang Dilas (Welded Wire Mesh)	28 days	26SS+7 days
30.	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	21 days	17FS

Jaringan Kerja



Gambar 1. Diagram Kerja Jaringan
Sumber: Hasil Analisis, 2024

Perhitungan Maju (Forward Pass)

Waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan waktu penyelesaian kegiatan proyek (EF), dimana EF merupakan hasil penjumlahan ES pada panjangnya, ditentukan dengan melakukan perhitungan dari awal kegiatan (start) sampai dengan akhir (finish). Jika ada dua atau lebih waktu beberapa kejadian maka diambil yang terbesar. Berikut hasil perhitungan maju pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul:

Tabel 4. Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Kode	Uraian Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF
A1	Mobilisasi	7	0	7
A2	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	7	7	90
B1	Penyiapan Dokumen Penerapan SMKK	7	7	90
B2	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	7	7	90
B3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	7	7	90
B4	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi	7	7	90
B5	Personel Keselamatan Konstruksi:	7	7	90
B6	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat Kesehatan	7	7	90
B7	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	7	7	90
B8	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	7	7	90
B9	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	7	7	90
C4	Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak	7	7	14
C1	Galian Biasa	4	7	14
C2	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	7	14	21
E7	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	21	21	28
E2	Beton struktur $f_c' 20$ Mpa (Termasuk Bekisting)	35	28	35
C3	Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)	35	35	42
D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	7	42	46
E3	Beton, $f_c' 10$ Mpa (Termasuk Bekisting)	28	46	51
E4	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	28	51	58
E5	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	28	51	58
E6	Anyaman Kawat Yang Dilas (<i>Welded Wire Mesh</i>)	28	51	58
E1	Beton struktur, $f_c' 30$ MPa (Termasuk Bekisting)	28	58	65
D2	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	21	65	86
A3	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	4	86	90

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Untuk menentukan waktu paling lambat suatu kegiatan (LF) dan waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS), dilakukan analisis perhitungan mundur dengan menghitung dari titik akhir (finish) hingga titik awal (start), dengan (LS) sebagai titik akhir (finish) hingga titik awal (start). hasil pengurangan LF dari durasi. Jika ada dua atau lebih waktu beberapa kejadian maka diambil yang terkecil. Berikut hasil perhitungan mundur pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul :

Tabel 5. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Kode	Uraian Kegiatan	Durasi (Hari)	LS	LF
A1	Mobilisasi	7	0	7
A2	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	7	90	90
B1	Penyiapan Dokumen Penerapan SMK	7	90	90
B2	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	7	90	90
B3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	7	90	90
B4	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi	7	90	90
B5	Personel Keselamatan Konstruksi	7	90	90
B6	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat Kesehatan	7	90	90
B7	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	7	90	90
B8	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	7	90	90
B9	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	7	90	90
C4	Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak	7	7	14
C1	Galian Biasa	4	7	17
C2	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	7	14	21
E7	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	21	21	28
E2	Beton struktur fc' 20 Mpa (Termasuk Bekisting)	35	28	35
C3	Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)	35	35	42
D1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	7	42	46
E3	Beton, fc' 10 Mpa (Termasuk Bekisting)	28	46	51
E4	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	28	51	58
E5	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	28	51	58
E6	Anyaman Kawat Yang Dilas (<i>Welded Wire Mesh</i>)	28	51	58
E1	Beton struktur, fc' 30 MPa (Termasuk Bekisting)	28	58	65
D2	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	21	65	86
A3	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	4	86	90

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Analisa Hitungan Total Waktu CPM

Total float adalah jumlah waktu yang dapat dilewati antar tugas tanpa menyebabkan keterlambatan waktu penyelesaian proyek. Mengurangi Permulaan Terlambat (LS) dari Permulaan Paling Awal (ES) atau Penyelesaian Terlambat (LF) dari Penyelesaian Paling Awal (EF) akan menghasilkan total float. Aktivitas kritis didefinisikan sebagai aktivitas yang total floatnya nol. Berikut hasil Perhitungan total *float* pada proyek Rekonstruksi Jalan Ngasem – Dukohkidul:

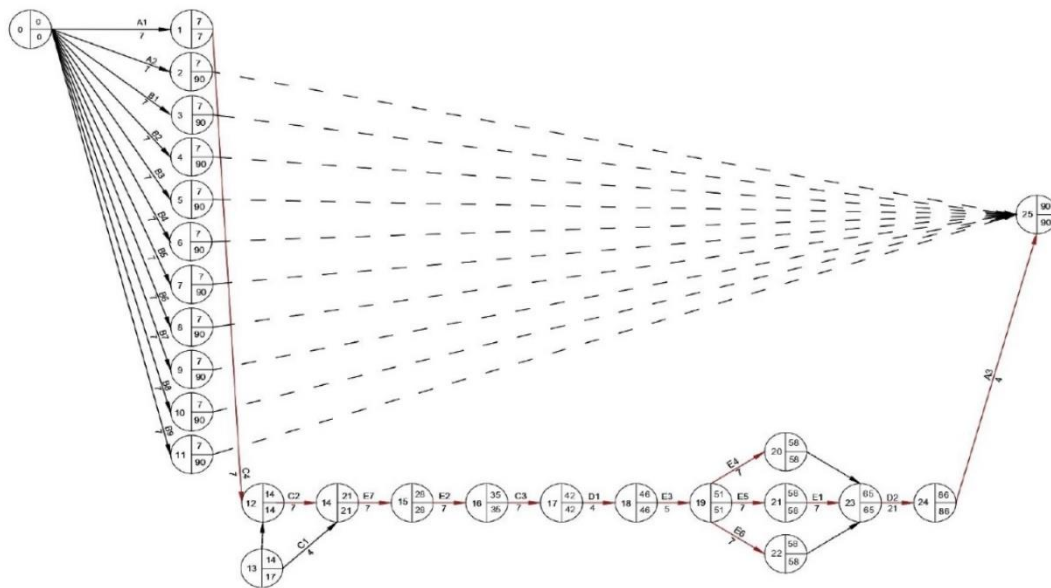
Tabel 6. Analisa Hitungan Total Waktu

No	Uraian Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	Total Float
1.	Mobilisasi	A1	7	0	7	0	7	0
2.	Kantor Lapangan dan Fasilitasnya	A2	7	7	90	90	90	83
3.	Penyiapan Dokumen Penerapan SMK	B1	7	7	90	90	90	83

No	Uraian Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	Total Float
4.	Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan	B2	7	7	90	90	90	83
5.	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	B3	7	7	90	90	90	83
6.	Asuransi dan perizinan terkait keselamatan konstruksi	B4	7	7	90	90	90	83
7.	Personel Keselamatan Konstruksi	B5	7	7	90	90	90	83
8.	Fasilitas sarana, prasarana, dan alat Kesehatan	B6	7	7	90	90	90	83
9.	Rambu dan Perlengkapan lalu lintas yang diperlukan atau manajemen lalu lintas	B7	7	7	90	90	90	83
10.	Konsultasi Dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	B8	7	7	90	90	90	83
11.	Kegiatan Dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	B9	7	7	90	90	90	83
12.	Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak	C4	7	7	14	7	14	0
13.	Galian Biasa	C1	4	7	14	7	17	3
14.	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	C2	7	14	21	14	21	0
15.	Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)	E7	21	21	28	21	28	0
16.	Beton struktur $f_c' 20$ Mpa (Termasuk Bekisting)	E2	35	28	35	28	35	0
17.	Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)	C3	35	35	42	35	42	0
18.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	D1	7	42	46	42	46	0
19.	Beton, $f_c' 10$ Mpa (Termasuk Bekisting)	E3	28	46	51	46	51	0
20.	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	E4	28	51	58	51	58	0
21.	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	E5	28	51	58	51	58	0
22.	Anyaman Kawat Yang Dilas (<i>Welded Wire Mesh</i>)	E6	28	51	58	51	58	0
23.	Beton struktur, $f_c' 30$ MPa (Termasuk Bekisting)	E1	28	58	65	58	65	0
24.	Lapis Pondasi Agregat Kelas S	D2	21	65	86	65	86	0
25.	Fasilitas dan Pelayanan Pengujian	A3	4	86	90	86	90	0

Sumber : Analisis Data, 2024

Jaringan Kerja Lintasan Kritis Menggunakan CPM



Gambar 2. Diagram Kerja Jaringan Lintasan Kritis

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan pada analisis CPM, kegiatan yang berada pada jalur kritis terdapat pada aktivitas A1, C4, C2, E7, E2, C3, D1, E3, E4, E5, E6, E1, D2, A3.

- A1 Mobilisasi
- C4 Galian Pembongkaran Paving Block dan Kereb Pracetak
- C2 Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter
- E7 Tiang Bor Beton, diameter 250 mm (Termasuk Besi dan Beton)
- E2 Beton struktur $f_c' 20$ Mpa (Termasuk Bekisting)
- C3 Timbunan Pilihan dari sumber galian Limestone (Untuk DPT, Pelebaran Jalan)
- D1 Lapis Pondasi Agregat Kelas A
- E3 Beton, $f_c' 10$ Mpa (Termasuk Bekisting)
- E4 Baja Tulangan Polos-BjTP 280
- E5 Baja Tulangan Sirip BjTS 280
- E6 Anyaman Kawat Yang Dilas (*Welded Wire Mesh*)
- E1 Beton struktur, $f_c' 30$ MPa (Termasuk Bekisting)
- D2 Lapis Pondasi Agregat Kelas S
- A3 Fasilitas dan Pelayanan Pengujian

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi jalur kritis melalui analisis metode CPM (Critical Path Method) pada proyek rekonstruksi jalan Ngasem – Dukohkidul, diketahui bahwa kegiatan pekerjaan yang menjadi bagian dari jalur kritis meliputi A1, C4, C2, E7, E2, C3, D1, E3, E4, E5, E6, E1, D2, dan A3. Kegiatan pekerjaan tersebut memegang peranan penting karena keterlambatan pada salah satu di antaranya akan memengaruhi durasi keseluruhan proyek. Oleh karena itu, pengawasan dan pengelolaan yang optimal terhadap kegiatan pekerjaan ini sangat diperlukan untuk memastikan penyelesaian proyek tepat waktu.

Daftar Pustaka

- Astari, Naura Mutia, Ade Momon Subagyo, and Kusnadi Kusnadi. 2021. “Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation and Review Technique).” *Jurnal Konstruksia* 13(1):164–80. doi: 10.24853/jk.13.1.164-180.
- D. Septiawan, “Analisis Penerapan Metode Critical Path Method Pada Proyek Pengadaan Furniture Masjid di Jepera Inti Kreasindo,” *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, vol. 1, no. 2, September 2020.
- Hidayatul, F., Wahyono, H., Gusminto, E. B., & Kalimantan, J. (2018). Evaluasi penjadwalan waktu pada proyek pembangunan rumah tipe 30 di Istana Tegal Besar Kabupaten Jember dengan metode CPM (Evaluation of time schedule of type 30 housing development projects in Istana Tegal Besar of Jember with CPM method). *L Ekonomi Bisnis dan Akuntansi*, V(7), 153–157.
- Husna, Rifa Auliya’ul, Nur Fadilatul Ilmiyah, and Nalsa Cintya Resti. 2022. “Implementasi CPM Dan PERT Dalam Memprediksi Durasi Serta Biaya Pembangunan Musala Al-Ikhlas Di Kotawaringin Barat.” *Journal Focus Action of Research Mathematic (Factor M)* 5(1):97–109. doi: 10.30762/f_m.v5i1.633.
- Ilwaru, V. Y. I., Rahakbauw, D. L., & Tetimelay, J. (2018). Penjadwalan waktu proyek pembangunan rumah dengan menggunakan CPM (critical path method). *Bareken: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 12(2), 061–068. <https://doi.org/10.30598/vol12iss2pp061-068ar617>
- Itan Faizar, Sumarman, Ir. .. MT. 2016. “Jurnal Konstruksi.” *CIREBON Jurnal Konstruksi* V(2):2085–8744.
- Kusumawati, N, O. & Wijatmiko, I. 2017. Penjadwalan Ulang pada Proyek Pembangunan Pabrik Pakan Ternak Koperasi Agro Niaga Jabung dengan Menggunakan Metode PERT. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 1(1), 121 : Universitas Brawijaya.
- Laurensi, N., & Susanty, A. (2022). Pengendalian Penjadwalan Waktu Dan Nilai Proyek Dengan Metode CPM, PERT Dan Kurva S (Studi kasus: Proyek Pembangunan Fly Over Cakung oleh PT. Adhi Karya Persero (Tbk). *Industrial Engineering Online Journal*, 12(1), 1–11. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/37352/28382>
- Lokajaya, I. N. (2019). Analisis Pengendalian Waktu Dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Dengan Metode Cpm Dan Pert. *Heuristic*, 16(2), 104–125. <https://doi.org/10.30996/he.v16i2.2970>
- Lubis, A., Suhendar, E., & Suharmanto, P. (2021). Optimasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Jalan Tol Becakayu Seksi 1Bc Dengan Menggunakan Metode Cpm Dan Pert. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 3(2), 75–89. <https://doi.org/10.36441/seoi.v3i2.461>

- Muhammad, A. H. (2018). Optimasi pelaksanaan proyek konstruksi dengan metode PERT dan CPM. <https://doi.org/10.31219/osf.io/edjb6>
- M. Syamsul Maarif, A. Rosytha, and Z. Rasullia Kamandang, "Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERTAMA Dan CPM Pada Pembangunan Gedung Hotel Di Sidoarjo," *AGREGAT*, vol. 7, no.1, Mei 2022.
- Nugraha, Adham Sahril, and Sumarman. 2017. "Analisis Manajemen Konstruksi Pembangunan Kantor Samsat Cabang Pelayanan Provinsi Di Wilayah Majalengka Kab.Majalengka." *Jurnal Konstruksi UNSWAGATI CIREBON* VI(3):239–54.
- Oka, J., & Kartikasari, D. (2019). Evaluasi Manajemen Waktu Proyek Menggunakan Metode Pert Dan Cpm Pada Pengerjaan "Proyek Reparasi Crane Lampson" Di Pt Mcdermott Indonesia. *Journal of Applied Business Administration*, 1(1), 28–36. <https://doi.org/10.30871/jaba.v1i1.1257>
- Perdana, S., & Rahman, A. (2019). Penerapan manajemen proyek dengan metode CPM (Critical Path Method) pada proyek pembangunan SPBE. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 242–250. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v3i1.235>
- Putra Agritama, R., Huda, M., & Rini, T. S. (2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi di Surabaya. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 6(1), 25–32.
- R. Rahmatullah, A. F. R. L, S. Bachmid, W. Watono, and S. F. Aarsal, "Perbandingan Critical Path Method (CPM) dengan Program Evaluation and Review Technique (PERT) Terhadap Penjadwalan Waktu Proyek," *JURNAL TEKNIK SIPIL MACCA*, vol. 7, no. 2, pp. 157–167, 2022, doi: 10.33096/jtsm.v7i2.660.
- Setiawati, S., & Dewi, R. A. (2017). Penerapan metode CPM dan PERT pada penjadwalan proyek konstruksi (Studi kasus: Rehabilitasi/perbaikan dan peningkatan infrastruktur irigasi daerah lintas kabupaten/kota D.I Pekan Dolok).
- Sutrisno, Audi, Pramudya, Rudi Effendi Listyanto. 2023. "Implementasi Metode CPM , Crashing Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Pembangunan Masjid Dan Asrama Yatim Piatu Barokah Amanah Mustaqbal." *Jurnal Serambi Engineering* VIII(2):5390–5400.
- S. Ulfa and E. Suhendar, "Implementasi Metode Critical Path Method Pada Proyek Synthesis Residence Kemang," *Journal Optimasi Teknik Industri*, vol. 03, no. 01, pp. 1-6, 2021.
- Trisiana, A., Arifin, S., & Effendy, K. (2021). Penjadwalan Ulang Pekerjaan Finishing Proyek Shangrila Hotel Resort and Spa Menggunakan Metode PERT dan FLASH. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4, 121–128.
- T. R. Permatasari, L. B. Setyaning, and U. A. Aziz, "Analisis Penjadwalan Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) pada Pembangunan Gedung Dindikbud Kabupaten Purworejo," *Jurnal Surya Beton*, vol. 7, pp. 169–175, 2023.
- Utomo, G., Hendriyani, I., & Aida, S. N. (2020). Evaluasi pelaksanaan proyek drainase dengan metode CPM dan PERT. *Jurnal*, 9(1), 44–52.