



## Penentuan Jalur Kritis untuk Manajemen Proyek (Studi Kasus Pembangunan Jalan Selensen- Kota Baru- Bagan Jaya)

Mar'aini<sup>1</sup>, Y Rahmat Akbar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Persada Bunda

<sup>1</sup>maraini135@gmail.com <sup>2</sup>rahmat.akbar@stiepersadabunda.ac.id

### Abstract

*Network planning by determining the critical path is one of the management techniques used to plan and control the implementation of a project. It can show the relationship between activities and discriminate critical/critical times in project activities. This study aims to develop network planning for the Selensen-Kota Baru-Bagan Jaya highway construction project and determine the critical path to improve time efficiency to obtain the optimal project completion period. This study uses descriptive data with an applied research design, where data is collected by direct observation of the company and data processing using the QM application for windows V5. The method used is the Critical Path Method (CPM) with a single time estimate. These research results are the optimal time planning in project work with the critical path in A-C-D-E-G-I-J-K activities. Based on the study's findings, it can be stated that the implementation of this road construction project scheduling strategy has a large impact on the project duration. The organization can complete the project in 182 calendar days with the CPM approach. Therefore, the probability of completing the road construction project activities on schedule is relatively high. Without this strategy, the project would have been completed in 195 calendar days. By leveraging network planning and a CPM approach, companies can save up to 13 days and increase time efficiency.*

*Keywords: Critical Path Method; project management; network planning*

### Abstrak

Perencanaan jaringan dengan penentuan jalur kritis merupakan salah satu teknik manajemen yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan pelaksanaan suatu proyek. Hal ini dapat menunjukkan hubungan antar kegiatan dan menentukan waktu-waktu penting/kritis dalam kegiatan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan jaringan pada proyek pembangunan jalan raya Selensen-Kota Baru-Bagan Jaya dan penentuan jalur kritis dalam rangka meningkatkan efisiensi waktu sehingga dapat diperoleh periode penyelesaian proyek yang optimal. Penelitian ini menggunakan data deskriptif dengan desain riset terapan, dimana data dikumpulkan dengan cara observasi langsung ke perusahaan, dan pengolahan data menggunakan aplikasi QM for windows V5. Metode yang digunakan adalah Metode Jalur Kritis atau *Critical Path Method* (CPM) dengan single time estimate. Hasil penelitian ini adalah perencanaan waktu yang optimal dalam pekerjaan proyek dengan jalur kritis pada kegiatan A-C-D-E-G-I-J-K. Berdasarkan temuan studi tersebut, dapat dinyatakan bahwa penerapan strategi penjadwalan proyek pembangunan jalan ini memiliki dampak yang besar terhadap durasi proyek. Dengan pendekatan CPM, organisasi dapat menyelesaikan proyek dalam 182 hari kalender, oleh karena itu kemungkinan kegiatan proyek pembangunan jalan raya akan selesai sesuai jadwal relatif tinggi. Dengan tidak adanya strategi ini, proyek akan selesai dalam 195 hari kalender. Dengan memanfaatkan perencanaan jaringan dan pendekatan CPM, perusahaan dapat menghemat hingga 13 hari dan meningkatkan efisiensi waktu.

Kata kunci: metode jalur kritis; manajemen proyek; jaringan kerja

© 2022 Jurnal Pustaka Manajemen

## 1. Pendahuluan

Di Indonesia, pembangunan infrastruktur dan perluasan industri konstruksi sedang meningkat. Ekspansi ini sebagian besar didorong oleh pesatnya ekspansi pasar real estate domestik, investasi swasta, dan belanja pemerintah untuk proyek-proyek infrastruktur. Dalam rangka meningkatkan taraf hidup masyarakatnya, kebutuhan pembangunan semakin meningkat di segala bidang, terutama di negara-negara berkembang. Ada banyak kemajuan yang harus dicapai; ketertinggalan ini harus ditindaklanjuti dengan pembangunan di semua sektor. Pengembangan tersebut terdiri dari pembangunan proyek fisik, seperti gedung, jembatan, jalan tol, perusahaan besar atau kecil, dan jaringan telekomunikasi [1].

Dalam bidang konstruksi, penjadwalan menjadi penting karena mengatur waktu dan urutan berbagai tahapan, keterkaitan antara satu aktivitas dengan aktivitas lainnya. Kegiatan pembangunan infrastruktur meliputi beberapa kegiatan, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pengawasan [2]. Penjadwalan disusun untuk menjadi acuan dalam pelaksanaan proyek sekaligus sebagai dasar pengawasan pelaksanaan proyek. Alasan utama penjadwalan proyek adalah untuk memastikan bahwa tenggat waktu dapat dicapai [3].

PT Inti Indokomp adalah perusahaan kontraktor yang bergerak dibidang Jasa Konstruksi. Tujuan pendirian perusahaan ini adalah untuk mengembangkan usaha di bidang jasa konstruksi berupa pengembangan jalan dan jembatan. Proyek yang pernah dikerjakan perusahaan adalah Pembangunan Jembatan Lubuk Jambi Provinsi Riau pada tahun 2019 dan Rekonstruksi/Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Tembilahan-Simpang Kuala Saka di tahun 2021. Meskipun perencanaan waktu suatu proyek telah dibuat dengan cermat dengan mempertimbangkan semua faktor penghambat, terkadang pelaksanaannya tidak sesuai dengan rencana.

Manajemen operasional merupakan bentuk pengelolaan yang optimal dan menyeluruh yang mencakup beberapa hal antara lain tenaga kerja, produk (jasa atau barang), peralatan, mesin dan bahan baku [4]. Pengelolaan sistem atau proses yang menciptakan barang dan/atau menyediakan jasa disebut manajemen operasi. Berbagai macam aktivitas dalam suatu perusahaan yang memiliki waktu mulai dan selesai disebut proyek.

Kegiatan proyek dapat didefinisikan sebagai upaya sementara yang memiliki durasi terbatas, memerlukan penyebaran sumber daya tertentu, dan bertujuan untuk menghasilkan komoditas atau output dengan standar kualitas yang ditentukan dengan baik

[5]. Proyek ini merupakan bagian dari program kerja sementara organisasi, yang dimaksudkan untuk mendorong pencapaian tujuan organisasi melalui pemanfaatan sumber daya manusia dan non-sumber daya manusia.

Sebuah proyek mencakup banyak kegiatan sementara dengan periode waktu yang terbatas, alokasi sumber daya yang spesifik dan target yang spesifik. Proyek bersangkutan dengan mendefinisikan dan memilih tugas yang akan memberikan manfaat bagi perusahaan, kegiatan proyek dibatasi oleh waktu dan biaya. Proyek bersifat dinamis, tidak rutin, multi aktivitas dengan intensitas bervariasi, siklus pendek, memiliki titik awal dan akhir, dan batasan dana [6].

Manajemen proyek adalah ilmu dan seni mengelola dan mengkoordinasikan sumber daya manusia dan material menggunakan pendekatan manajemen saat ini untuk memenuhi tujuan yang ditetapkan, seperti ruang lingkup, kualitas, jadwal, dan biaya, serta memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan [5]. Manajemen proyek yang sukses membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan koordinasi kegiatan yang saling terkait. Salah satu teknik manajemen proyek yang paling signifikan digunakan dalam perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek adalah perencanaan jaringan [3]. Penjadwalan diperlukan untuk menunjukkan hubungan antara kegiatan dan keseluruhan proyek dan menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk setiap kegiatan. Perencanaan, koordinasi dan pengendalian memiliki peran penting dalam mencapai tujuan. Ada beberapa teknik dalam perencanaan jaringan yang dapat digunakan.

Perencanaan kegiatan proyek merupakan aspek penting karena perencanaan kegiatan adalah dasar untuk pelaksanaan dan penyelesaian proyek dalam jumlah waktu yang optimal [3]. Sangat penting untuk memprediksi durasi pelaksanaan proyek pada tahap perencanaan. Dalam praktiknya, durasi penyelesaian proyek berfluktuasi; karenanya, perkiraan durasi penyelesaian proyek tidak dapat dijamin. Tingkat ketepatan waktu penyelesaian proyek yang diharapkan ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan panjang setiap kegiatan proyek. Selain keakuratan perkiraan waktu, perencanaan proyek memerlukan konfirmasi hubungan antara kegiatan proyek. Estimasi waktu dan biaya proyek memerlukan optimasi. Biasanya, optimasi dilakukan untuk memanfaatkan sumber daya saat ini dan meminimalkan risiko sambil mencapai hasil terbaik.

Pada prinsipnya perencanaan jaringan (*network planning*) adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang dinyatakan atau digambarkan dalam diagram jaringan [7]. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa unsur-unsur

pekerjaan harus didahulukan agar dapat dimanfaatkan sebagai landasan untuk pekerjaan selanjutnya, dan juga dapat ditunjukkan bahwa suatu proyek tidak dapat dimulai jika tugas sebelumnya belum selesai.

Secara umum, strategi penjadwalan proyek dapat dikategorikan menjadi dua metode: *Gantt Chart* dan *Network Planning*. Perencanaan jaringan adalah salah satu pendekatan manajemen yang dapat membantu dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Sebuah diagram jaringan jadwal proyek adalah representasi grafis dari hubungan logis antara kegiatan jadwal proyek, sering dikenal sebagai dependensi [5]. Perencanaan jaringan menggunakan dua teknik dasar: Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method/CPM*) dan Tinjauan dan Teknik Evaluasi Program (*Program Evaluation Review and Technique/PERT*). CPM adalah teknik berorientasi waktu yang menghasilkan perkiraan deterministik waktu dan biaya. Sementara PERT adalah strategi berorientasi waktu yang menghasilkan jadwal dan waktu probabilistik, CPM adalah metode yang berfokus pada biaya dengan waktu yang telah diestimasi dengan tepat [8].

Metode Jalur Kritis atau *Critical Path Method* (CPM), metode untuk perencanaan dan pengawasan proyek, adalah sistem yang paling populer di antara mereka yang menggunakan prinsip pembuatan jaringan. CPM adalah studi jaringan yang bertujuan untuk meminimalkan seluruh biaya proyek dengan mengurangi atau mempercepat total waktu penyelesaian proyek [9].

Dalam metode CPM, jalur yang berisi rangkaian komponen aktivitas dengan durasi kumulatif terpanjang dikenal sebagai jalur kritis. Rute kritis terdiri dari urutan aktivitas proyek kritis, dari aktivitas awal hingga aktivitas terakhir. Jalur kritis (*critical path*) melalui proses yang paling memakan waktu. Akibatnya, jalur penting adalah jalur yang memiliki dampak terbesar pada waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang diwakili oleh panah tebal. Berikut manfaat mengetahui jalur kritis [10]:

- Menunda pekerjaan di jalur kritis dapat menyebabkan tertundanya penyelesaian seluruh proyek.
- Jika pekerjaan di jalur kritis dapat dipercepat, penyelesaian proyek dapat dipercepat.
- Pengawasan atau pengendalian dapat dikelola dengan penyelesaian yang benar dari rute kritis dan potensi pertukaran (penggantian waktu dengan biaya yang efisien) dan program darurat (selesai dengan waktu yang optimal, dipercepat dengan peningkatan biaya) atau pengurangan waktu dengan biaya lembur yang lebih besar.
- Kelonggaran waktu atau *time slack* ditemukan pada tugas-tugas yang melewati jalur kritis. Hal ini memungkinkan manajer proyek atau

pemimpin untuk memindahkan personel, peralatan, dan biaya ke pekerjaan di jalur kritis untuk memaksimalkan efektivitas dan efisiensi.

Durasi proyek adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan semua tugas proyek [11]. Volume pekerjaan, metode konstruksi, kondisi lapangan, dan kemampuan kru yang melaksanakan proyek semuanya menentukan durasi tugas. Dalam studi ini, analisis optimasi digambarkan sebagai proses membagi panjang proyek untuk mendapatkan percepatan durasi terbaik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif hemat biaya. Project crashing adalah proses pengurangan durasi operasi di jaringan untuk mengurangi waktu di jalur kritis guna mengurangi total waktu penyelesaian.

Merujuk pada penelitian terdahulu oleh Agyei menunjukkan bahwa perencanaan dan penjadwalan proyek memainkan peran sentral dalam memprediksi aspek waktu dan biaya proyek [12]. Hasil penelitiannya menemukan *trade-off* antara biaya dan perkiraan waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek pembangunan. Data biaya dan durasi kegiatan diperoleh Angel Estates and Construction Ltd., sebuah perusahaan konstruksi yang berbasis di wilayah Ashanti, Ghana, Afrika. Baik metode jalur kritis (CPM) maupun metode evaluasi proyek dan teknik peninjauan (PERT) digunakan untuk analisis. Kegiatan mengalami *crashing* baik waktu maupun biaya dengan menggunakan program linier, hal ini membuka jalan untuk penentuan jalur kritis. Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa waktu sesingkat mungkin untuk penyelesaian proyek bangunan yang dianalisis adalah 40 hari dari perkiraan durasi 79 hari. Ini berarti bahwa melalui penjadwalan kegiatan yang tepat, waktu penyelesaian yang diharapkan berkurang 39 hari.

Penelitian terdahulu terhadap studi waktu optimal dilakukan oleh Baits, Puspita, & Bay [13]. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa hasil penjadwalan menggunakan CPM ditemukan durasi minimum untuk menyelesaikan proyek adalah 135 hari dengan 20 aktivitas di jalur kritis dengan probabilitas proyek 50%. Analisis lebih lanjut menggunakan PERT menemukan bahwa untuk probabilitas penyelesaian proyek yang lebih besar adalah 68% untuk durasi 139,78 hari, 95% selama 144,56 hari, dan 99,7% selama 149,34 hari.

Penelitian studi komparatif lainnya jugadilakukan oleh Chyntia terhadap teknik evaluasi dan tinjauan proyek (PERT) dan metode jalur kritis (CPM) yang diterapkan di sebuah perusahaan konstruksi bangunan [14]. Berbagai kegiatan yang terlibat dalam proyek pembangunan rumah dijelaskan. Peristiwa paling awal, permulaan terakhir dan penyelesaian kegiatan ditentukan dengan

menggunakan perhitungan lintasan maju dan mundur dalam CPM. Jalur kritis ditentukan menggunakan CPM dan PERT. Berdasarkan hasil analisis, terlihat bahwa penyelesaian proyek rumah menggunakan CPM hampir sama dengan PERT sehingga selisih kedua teknik tersebut hanya satu hari. Probabilitas proyek pembangunan rumah dapat diselesaikan dalam 151 hari adalah 99,87%. Ini berarti bahwa proyek pembangunan rumah dapat diselesaikan tepat waktu dengan menggunakan kedua teknik tersebut. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode CPM dan PERT efektif dan efisien dalam proyek pembangunan rumah.

Penelitian terkait jalur kritis oleh Lee & Shvetsova yang difokuskan pada proses alih teknologi pada industri otomotif dengan menggunakan alat manajemen proyek [15]. Dalam penelitian tersebut mengembangkan model alih teknologi menggunakan *Gantt chart* dan diagram alir Analisis Jalur Kritis untuk mencapai proses perencanaan yang berkelanjutan di lingkungan global. Studi kasus industri otomotif Korea sebagai contoh yang sangat baik dari proses transfer teknologi di pasar global. Sebuah proyek tunggal transfer teknologi dibahas: transfer pengetahuan teknologi dari kantor pusat Korea ke anak perusahaan manufaktur Rusia (Hyundai Motor Corporation). Hasil yang signifikan bahwa kombinasi metode diagram alir *Gantt Chart* dan Analisis Jalur Kritis meningkatkan proses perencanaan untuk proyek alih teknologi ditemukan dalam survei ini. Terlihat bahwa metode analisis tersebut berguna untuk menerapkan alat manajemen proyek untuk model transfer teknologi; memiliki dampak berkelanjutan pada proyek alih teknologi; jalur kritis dan cadangan operasional dalam diagram jaringan membantu mengoptimalkan proses perencanaan untuk transfer teknologi.

Dalam penelitian ini menggunakan metode CPM karena alat ini diharapkan dapat digunakan untuk mengontrol koordinasi berbagai kegiatan dalam suatu pekerjaan agar proyek dapat selesai tepat waktu. Di samping itu, teknik perencanaan jaringan yang paling banyak digunakan adalah CPM. Metode ini juga dapat membantu perusahaan dalam merencanakan, menjadwalkan dan mengawasi proyek dengan waktu yang lebih efisien. Jadi, tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana penjadwalan proyek pembangunan jalan yang berlokasi di jalan raya Selensen- Kota Baru- Bagan Jaya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data deskriptif dengan desain riset terapan, di mana data dikumpulkan dengan cara observasi langsung ke perusahaan, dan pengolahan data menggunakan aplikasi *QM for windows V5* [16]. Metode yang digunakan adalah

*Critical Path Method* (CPM) dengan *single time estimate*.

Dalam studi ini, peneliti ingin menguji optimasi durasi percepatan proyek melalui penggunaan percepatan proyek alternatif yang memberikan kontribusi biaya terendah dan waktu penyelesaian tercepat. Atas permintaan perusahaan, data biaya tidak ditampilkan dalam penelitian ini. Langkah-langkah penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi masalah, mempelajari literatur, merumuskan masalah, menentukan tujuan penelitian, mengumpulkan data, mengolah data dan menganalisis hasil menggunakan metode CPM, dan terakhir membuat kesimpulan dan saran perbaikan.

Sistematika proses penyusunan jaringan (*network*) adalah dengan memeriksa dan mengidentifikasi ruang lingkup proyek, menggambarannya, memecahnya menjadi kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek, mengembalikan komponen ke item, menjadi rantai dengan urutan ketergantungan yang sesuai, memberikan perkiraan periode waktu untuk setiap aktivitas berdasarkan deskripsi ruang lingkup proyek, dan mengidentifikasi jalur kritis (*critical paths*) dan mengapung di jaringan dan *float* pada jaringan.

### 2.1. Metode Jalur Kritis (CPM)

CPM dimaksudkan untuk merencanakan dan mengelola sejumlah besar operasi dengan desain yang rumit dan ketergantungan konstruksi. CPM adalah penjadwalan proyek dengan menggunakan fungsi waktu dan biaya. Waktu estimasi yang digunakan dalam CPM hanya satu yang mewakili waktu normal. Ada beberapa notasi yang digunakan dalam CPM untuk mengidentifikasi jalur kritis [10]:

- Mulai paling awal (ES), adalah waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahuluan sudah selesai.
- Paling awal selesai (EF), adalah waktu sebelum suatu kegiatan dapat diselesaikan.
- Last start (LS), adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai, sehingga waktu penyelesaian keseluruhan proyek tidak akan menunda.

Setelah mengidentifikasi jalur kritis, langkah selanjutnya adalah mempercepat proyek. Prosedur terdiri dari menghitung waktu percepatan dan pengeluaran untuk mempercepat setiap proses. Mempercepat penyelesaian proyek dengan mengutamakan operasi dengan kemiringan biaya terendah. Jika upaya percepatan dilakukan pada operasi jalur non-kritis, waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang. Rekonstruksi jaringan. Ulangi langkah kedua dan hentikan akselerasi jika jalur kritis memanjang. Jika terdapat beberapa jalur kritis, upaya percepatan diterapkan secara simultan pada semua aktivitas pada jalur

kritis tersebut. Tidak menambah atau merelokasi jalur penting jika durasi salah satu aktivitas berkurang. Upaya percepatan berhenti ketika semua aktivitas di jalur kritis terisi penuh (tidak mungkin untuk menekannya lagi). Tentukan total biaya proyek dengan menghitung total biaya akibat percepatan.

## 2.2. Pengolahan Data Dengan Metode Jalur Kritis (CPM)

Untuk mengidentifikasi komponen proyek, ruang lingkup proyek dipecah menjadi aktivitas atau rangkaian aktivitas. Tahap selanjutnya adalah mengorganisasikan kegiatan-kegiatan tersebut ke dalam sebuah rantai sehingga kita dapat menentukan urutan kejadian dari awal proyek hingga kesimpulannya. Kemudian cari perhitungan berbasis rumus (1) dan (2).

Perhitungan maju berlangsung dari acara asli ke acara akhir. Tujuannya adalah untuk menghitung aktivitas dengan waktu mulai dan berakhir tercepat (TE, ES, dan EF) [10].

$$TE_{(j)} = ES_{(i,j)} = 0 \quad (1)$$

$$EF_{(i,j)} = ES_{(i,j)} + t_{(i,j)} \quad (2)$$

dimana ES : Mulai aktivitas tercepat, TE : aktivitas tercepat, EF : Penyelesaian aktivitas tercepat, T : Waktu yang dibutuhkan untuk suatu kegiatan.

Setelah dilakukan perhitungan maju, maka dilakukan perhitungan sebaliknya dengan menggunakan rumus (3) dan (4). Dari titik akhir aktivitas, hitungan mundur berlanjut ke aktivitas awal. Tujuannya adalah untuk memperkirakan aktivitas paling akhir, paling lambat dimulai dan selesainya kegiatan (TL, LS, dan LF) [10].

$$LS_{(i,j)} = LF_{(i)} - t_{(i,j)} \quad (3)$$

$$LF_{(i,j)} = TL ; TL = TE \quad (4)$$

dimana LS : mulai aktivitas terakhir, LF : kegiatan terakhir selesai, TL : aktivitas terbaru, t : waktu yang dibutuhkan untuk suatu kegiatan.

Menemukan *total float* dan *free float* adalah langkah selanjutnya dalam menentukan jalur kritis. Jumlah *float* (5) menunjukkan lamanya waktu penyelesaian suatu kegiatan dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Ini adalah fase yang menentukan atau jalur implementasi terpanjang, yang menentukan durasi proyek. Seluruh *float* di jalur penting sama dengan nol. Hitung *total float* untuk setiap aktivitas proyek sebelum menetapkan jalur kritis. *Float* bebas (6) adalah periode waktu di mana penyelesaian suatu aktivitas dapat diukur tanpa memengaruhi waktu mulai tercepat dari aktivitas lain atau peristiwa lain di jaringan [10].

$$TF = LF - ES - t \quad (5)$$

dimana TF : total *float*, OF : mulai aktivitas paling awal, IS : mulai aktivitas tercepat, t : waktu yang dibutuhkan untuk suatu kegiatan.

$$FF = EF - ES - t \quad (6)$$

dimana FF : bebas *float*, EF : penyelesaian aktivitas tercepat, ES : mulai aktivitas tercepat, t : waktu yang dibutuhkan untuk suatu kegiatan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Proyek pembangunan jalan yang berlokasi di jalan raya Selensen- Kota Baru- Bagan Jaya ini merupakan bagian dari kegiatan proyek Bidang Binamarga Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan, Kawasan Permukiman Dan Pertanahan Provinsi Riau. Masa waktu pelaksanaan kegiatan proyek pembangunan jalan raya ini diestimasi selama 195 hari kalender dengan total waktu 259 hari. Adapun aktivitas dan durasi proyek ditunjukkan pada Tabel 1. Kegiatan per item dalam proyek dari awal sampai dengan selesai dideskripsikan pada aktivitas dengan coding masing-masing kegiatan (*code*). Sedangkan lama pengerjaan kegiatan pada waktu (hari). Pendahulu (*predecessors*) adalah aktivitas yang mendahului aktivitas saat ini.

Tabel 1. Kegiatan dan Durasi Proyek

Aktivitas	Code	Waktu (hari)	Predecessors
Penyiapan badan Jalan	A	7	-
Geotekstil Sparator Kelas 1	B	49	A
Timbunan Pilihan dari sumber galian	C	56	A
Timubunan Biasa dari sumber galian	D	21	B,C
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	E	35	D
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi	F	7	E
Laston Lapis Antara (AC-BC)	G	14	E
Laston Lapis Aus (AC-WC)	H	21	F,G
Lapis Perekat-Aspal Cair/Emulsi	I	28	F,G
Lapis Pondasi Agregat Kelas S	J	14	H,I
Marka Jalan Termoplastik	K	7	J

Sumber : PT Inti Indokomp

Pada tahap pertama, hubungan logis antara kegiatan dan waktu dalam program *QM for Windows* dimulai, dimasukkan dan dianalisis.

Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	182					
A	7	0	7	0	7	0
B	49	7	56	14	63	7
C	56	7	63	7	63	0
D	21	63	84	63	84	0
E	35	84	119	84	119	0
F	7	119	126	126	133	7
G	14	119	133	119	133	0
H	21	133	154	140	161	7
I	28	133	161	133	161	0
J	14	161	175	161	175	0
K	7	175	182	175	182	0

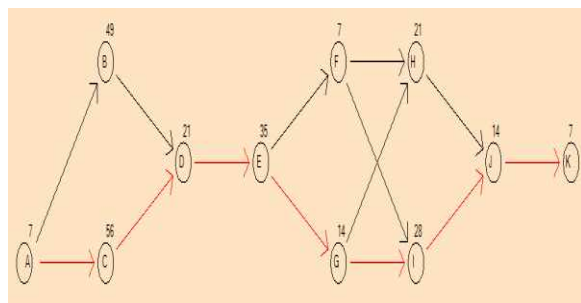
Sumber : Output QM for Windows

Gambar 1. Estimasi Perhitungan Kegiatan dan Durasi Proyek

Pada Gambar 1, kolom pertama (*activity*) terkait dengan aktivitas kegiatan proyek, sedangkan kolom kedua terkait waktu aktivitas kegiatan proyek. (pendahulu langsung) kegiatan terkait harus berlangsung sebelum kegiatan, kegiatan akan berlangsung kolom berikutnya adalah waktu yang tepat (dalam kondisi normal).

Hasil pengolahan data menunjukkan durasi lamanya waktu aktivitas/kegiatan yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek, mulai dari awal sampai proyek selesai adalah selama 182 hari kalender. Sedangkan *time slack* yaitu kelonggaran waktu yang terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis adalah berada pada kegiatan B (Geotekstil Saparator Kelas 1) selama satu minggu atau 7 hari, kegiatan F (Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair/Emulsi) selama satu minggu atau 7 hari, dan kegiatan H (Laston Lapis Aus (AC-WC)) selama satu minggu atau 7 hari. Kondisi ini memungkinkan bagi manajer atau pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Langkah selanjutnya adalah menggambar diagram jaringan kerja proyek untuk menentukan jalur kritis dari pengerjaan proyek seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Sumber : Output QM for Windows

Gambar 2. Jaringan Kerja Proyek

Dari gambar jaringan kerja terdapat beberapa jalur yang menghubungkan satu kegiatan dengan kegiatan lainnya selama masa proyek mulai dari awal sampai dengan selesainya proyek. Adapun penentuan jalur

kritis ditentukan dari perhitungan penjumlahan waktu terlama setiap jalur. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jalur Kritis

Jalur	Waktu Kerja (hari)	Jumlah (hari)
A-B-D-E-F-H-J-K	7+49+21+35+7+21+14+7	161
A-B-D-E-F-I-J-K	7+49+21+35+7+28+14+7	168
A-B-D-E-G-H-J-K	7+49+21+35+14+21+14+7	168
A-B-D-E-G-I-J-K	7+49+21+35+14+28+14+7	175
A-C-D-E-F-H-J-K	7+56+21+35+7+21+14+7	168
A-C-D-E-F-I-J-K	7+56+21+35+7+28+14+7	175
A-C-D-E-G-H-J-K	7+56+21+35+14+21+14+7	175
A-C-D-E-G-I-J-K	7+56+21+35+14+28+14+7	182

Sumber : Data olahan

Berdasarkan tabel 2 diperoleh 8 lintasan atau jalur yang saling terhubung pada kegiatan proyek mulai dari awal kegiatan sampai dengan proyek selesai. Jalur pertama adalah jalur A-B-D-E-F-H-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 161 hari. Jalur kedua adalah jalur A-B-D-E-F-I-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 168 hari. Perbedaan jalur kedua dengan jalur pertama terletak pada kegiatan I. Jalur ketiga adalah jalur A-B-D-E-G-H-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 168 hari. Perbedaan jalur ketiga dengan jalur pertama terletak pada kegiatan G, sedangkan perbedaan dengan jalur kedua terletak pada kegiatan G dan H. Jalur keempat adalah jalur A-B-D-E-G-I-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 175 hari. Perbedaan jalur keempat dengan jalur pertama terletak pada kegiatan G dan I, sedangkan perbedaan dengan jalur kedua terletak pada kegiatan G dan perbedaan dengan jalur ketiga terletak pada kegiatan I.

Jalur kelima adalah jalur A-C-D-E-F-H-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 168 hari. Perbedaan jalur kelima dengan jalur pertama terletak pada kegiatan C, G dan I, sedangkan perbedaan dengan jalur kedua terletak pada kegiatan C, G dan perbedaan dengan jalur ketiga terletak pada kegiatan C, I, dengan jalur ke empat terletak pada kegiatan C. Jalur keenam adalah jalur A-C-D-E-F-I-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 175 hari. Perbedaan jalur keenam dengan jalur pertama terletak pada kegiatan C, I, sedangkan perbedaan dengan jalur kedua terletak pada kegiatan C dan perbedaan dengan jalur ketiga terletak pada kegiatan C, F, I, dengan jalur ke empat terletak pada kegiatan F. Perbedaan jalur keenam dengan jalur kelima terletak pada kegiatan I. Jalur ketujuh adalah jalur A-C-D-E-G-H-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 175 hari. Perbedaan jalur ketujuh dengan jalur pertama terletak pada kegiatan C dan G, dengan jalur kedua terletak pada kegiatan C dan G, dengan jalur ketiga terletak pada kegiatan C, dengan jalur ke empat terletak pada kegiatan C, H. Perbedaan jalur ketujuh dengan jalur



kelima terletak pada kegiatan G dan dengan jalur keenam terletak pada kegiatan G, H. Jalur kedelapan adalah jalur A-C-D-E-G-I-J-K dengan jumlah durasi pengerjaan proyek selama 182 hari. Perbedaan jalur kedelapan dengan jalur pertama terletak pada kegiatan C, G dan I. Sedangkan perbedaan dengan jalur kedua terletak pada kegiatan G dan perbedaan dengan jalur ketiga terletak pada kegiatan I. Sedangkan perbedaan dengan jalur keempat terletak pada kegiatan C dan perbedaan dengan jalur kelima terletak pada kegiatan F, I, dengan jalur ke enam terletak pada kegiatan F. Perbedaan jalur kedelapan dengan jalur ketujuh terletak pada kegiatan I.

Terdapat juga beberapa persamaan waktu penyelesaian pengerjaan proyek pada jalur jaringan kerja. Jalur kedua (A-B-D-E-F-H-J-K), jalur ketiga (A-B-D-E-F-I-J-K) dan jalur kelima (A-C-D-E-F-H-J-K) dengan durasi waktu pengerjaan proyek selama 168 hari kalender. Selain itu, durasi waktu pengerjaan proyek selama 175 hari kalender yaitu pada jalur 4 (A-B-D-E-G-I-J-K), jalur keenam (A-C-D-E-F-I-J-K), jalur ketujuh (A-C-D-E-G-I-J-K).

Dari hasil pengolahan data, dilakukan penentuan jalur kritis ditentukan dari perhitungan penjumlahan waktu terlama setiap jalur yaitu jalur kedelapan yaitu jalur aktivitas kegiatan A-C-D-E-G-I-J-K dengan durasi waktu pengerjaan selama 182 hari kalender.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu oleh Agyei (2015), Lee & Shvetsova (2019), Chyntia (2020), Ba'Its, Puspita, & Bay (2020). Salah satu kendala yang dihadapi kontraktor adalah metode penjadwalan yang tidak tepat. Untuk penjadwalan proyek, kontraktor menggunakan diagram batang. Meski pun metode ini masih dapat digunakan, namun dalam penerapannya terbatas pada penjadwalan proyek skala besar, karena metode ini tidak dapat menggambarkan saling ketergantungan aktivitas. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM). Metode CPM adalah metode penjadwalan yang tepat digunakan untuk menemukan jalur jalur kritis dan dapat menggambarkan hubungan antar aktivitas.

Biasanya, tenggat waktu proyek menyiratkan bahwa proyek harus diselesaikan sebelum atau sesuai jadwal. Sehubungan dengan masalah proyek ini, baik pemilik proyek maupun kontraktor memiliki kepentingan dalam pelaksanaan proyek yang tepat waktu dan sukses. Agar suatu proyek dapat berjalan dengan lancar, diperlukan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga selesai; ini dikenal sebagai manajemen proyek. Sifat manajemen proyek sedemikian rupa sehingga waktu kerja manajemen diatur oleh jadwal yang telah ditentukan. Perubahan keadaan yang cepat

mengharuskan setiap pemimpin proyek dapat mengantisipasi situasi dan merumuskan bentuk tindakan yang diperlukan.

#### 4. Kesimpulan

Dengan pendekatan CPM, organisasi dapat menyelesaikan proyek dalam 182 hari kalender, oleh karena itu kemungkinan kegiatan proyek pembangunan jalan raya tersebut akan selesai sesuai jadwal relatif tinggi. Dengan tidak adanya strategi ini, proyek akan selesai dalam 195 hari kalender. Dengan memanfaatkan perencanaan jaringan dan pendekatan CPM, bisnis dapat menghemat hingga 13 hari dan meningkatkan efisiensi waktu mereka. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terdapat rencana waktu yang optimal untuk pekerjaan proyek dengan jalur kritis pada aktivitas A-C-D-E-G-I-J-K. Berdasarkan temuan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan Metode Jalur Kritis (CPM) untuk menjadwalkan proyek pembangunan jalan ini memiliki dampak yang besar terhadap durasi pengerjaan.

#### Daftar Rujukan

- [1] M. Pisu, "Tackling the Infrastructure Challenge in Indonesia," *Public Adm. Today*, no. July-September, pp. 6–11, 2010, doi: 10.1787/5km5xvc1kk47-en.
- [2] S. Hansen, E. Too, and T. Le, "An Epistemic Context-Based Decision-Making Framework for an Infrastructure Project Investment Decision in Indonesia," *J. Manag. Eng.*, vol. 38, no. 4, p. 5022008, 2022.
- [3] J. Heizer and B. Render, *Operations Management*. Pearson Education, 2020.
- [4] D. Yadewani, Y. R. Akbar, and M. Arief, *Buku ajar manajemen bisnis*. Indonesia: Graha Aksara Makassar, 2020.
- [5] J. R. San Cristóbal, L. Carral, E. Diaz, J. A. Fraguera, and G. Iglesias, "Complexity and project management: A general overview," *Complexity*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/4891286.
- [6] H. Gaspars-Wieloch, "The assignment problem in human resource project management under uncertainty," *Risks*, vol. 9, no. 1, pp. 1–17, 2021, doi: 10.3390/risks9010025.
- [7] R. Lotfi, Z. Yadegari, S. H. Hosseini, A. H. Khameneh, E. B. Tirkolaee, and G. W. Weber, "A Robust Time-Cost-Quality-Energy-Environment Trade-Off With Resource-Constrained in Project Management: a Case Study for a Bridge Construction Project," *J. Ind. Manag. Optim.*, vol. 18, no. 1, pp. 375–396, 2022, doi: 10.3934/jimo.2020158.
- [8] M. Mazlum and A. F. Güneri, "CPM, PERT and Project Management with Fuzzy Logic Technique and Implementation on a Business," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 210, pp. 348–357, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.378.
- [9] T. Iluk, A. Ridwan, and S. Winarto, "Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 162, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1054.
- [10] A. Chwastyk, "Critical Path Analysis with Imprecise Activities Times," in *Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management*, 2020, pp. 2004–2013.
- [11] M. Stanitsas, K. Kirytopoulos, and V. Leopoulos, "Integrating sustainability indicators into project management: The case of construction industry," *J. Clean. Prod.*, vol. 279, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123774.
- [12] S. Agyei, "Culture, financial literacy, and SME performance in Ghana," *Cogent Econ. Financ.*, vol. 6, no.

- 1, 2018, doi: 10.1080/23322039.2018.1463813.
- [13] H. A. Baits, I. A. Puspita, and A. F. Bay, "Combination of program evaluation and review technique (PERT) and *Critical Path Method* (CPM) for project schedule development," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 12, no. 3, pp. 68–75, 2020, doi: 10.30880/ijie.2020.12.03.009.
- [14] C. Orumie Ukamaka, "Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and *Critical Path Method* (CPM): A Comparative Study," *Int. J. Ind. Oper. Res.*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.35840/2633-8947/6504.
- [15] S. Lee and O. A. Shvetsova, "Optimization of the technology transfer process using Gantt charts and critical path analysis flow diagrams: Case study of the korean automobile industry," *Processes*, vol. 7, no. 12, pp. 1–27, 2019, doi: 10.3390/PR7120917.
- [16] Y. R. Akbar, *ANALISIS KUANTITATIF: Pengolahan Data Statistik Menggunakan SPSS & Pengumpulan Data Survei Google Form/Survey Monkey*, vol. 1. Pena Persada, 2020.