

PENENTUAN JALUR KRITIS DALAM MANAJEMEN PROYEK PADA PEMBANGUNAN GEDUNG *CONVENTION HALL AND EXHIBITION CENTER* UPI

Putri Dzydzkry Siti Labaika^{1*}
Sri Rahayu¹
Diana Rahayu²

¹Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Isola, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat, 40154, INDONESIA

²Institut Sains dan Teknologi Al Kamal

Jl. Rakay Al Kamal No. 2, Kedoya Selatan, Kecamatan Kb. Jeruk, Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta, 11520,
INDONESIA

Abstract

Project management is the planning, organizing, directing, and controlling of a company's resources to achieve predetermined short-term goals that have been set by top-level management. This definition emphasizes that project management includes a variety of processes that integrate a company's resources to achieve specific project goals. In a project, there are various options that can be used to do scheduling. One form of scheduling is by using the CPM method. The purpose of this study is to find out the critical path in the UPI Convention Hall and Exhibition Center Building Construction project. The critical path method, or CPM, is a method that can be used in project planning and supervision. In this study, the author is interested in discussing the analysis of the critical path in the construction of the UPI Convention Hall and Exhibition Center Building using the CPM method. This study uses a quantitative descriptive approach with secondary data in the form of an S-curve. Therefore, the creation of CPM network diagrams must have the longest duration according to the plan. Based on the results of the research, it was obtained that the critical path in the construction of the UPI Convention Hall and Exhibition Center Building occurred in two paths or in two work activities, namely in CA – B.II.2 activities where these activities were in standard architecture activities and in roof cover structure activities with a duration of 147 days and 63 days respectively, therefore the total duration acquisition was in accordance with the project plan, which was 210 days.

Keywords:

Construction Management; CPM; Critical Path; Project

Abstrak

Manajemen proyek adalah perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan jangka pendek yang telah ditentukan yang telah ditetapkan oleh manajemen tingkat atas. Definisi ini menekankan bahwa manajemen proyek mencakup berbagai proses yang mengintegrasikan sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan proyek tertentu. Pada sebuah proyek terdapat beragam pilihan yang dapat digunakan untuk melakukan penjadwalan. Salah satu bentuk penjadwalan adalah dengan menggunakan metode CPM. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jalur kritis pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI. Metode jalur kritis atau CPM, merupakan metode yang dapat digunakan dalam perencanaan serta pengawasan proyek. Pada penelitian kali ini penulis tertarik untuk membahas mengenai analisa terhadap jalur kritis pada Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI dengan menggunakan metode CPM. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data sekunder berupa kurva S. Pada Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI ini direncanakan akan selesai dalam kurun waktu 210 hari. Maka dari itu pembuatan diagram jaringan CPM harus memiliki durasi paling lama sesuai dengan perencanaan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jalur kritis pada Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI ini terjadi pada dua jalur atau pada dua aktivitas pekerjaan, yaitu pada kegiatan CA – B.II.2 dimana kegiatan tersebut adalah pada kegiatan arsitektur standar dan kegiatan struktur penutup atap dengan masing masing durasi 147 hari dan 63 hari. Maka dari itu total perolehan durasi sudah sesuai dengan perencanaan proyek yaitu 210 hari.

Kata Kunci:

CPM; Jalur Kritis; Manajemen Konstruksi; Proyek

DOI: [10.38038/vocatech.v6i2.200](https://doi.org/10.38038/vocatech.v6i2.200)

Received: 16 Januari 2025; Accepted: 21 April 2025; Published: 24 April 2025

Citation in APA Style: Labaika, P. D. S., Rahayu, S., & Rahayu, D. (2025). Penentuan jalur kritis dalam manajemen konstruksi pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall And Exhibition Center* UPI. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 6(2), 21-34.

***Corresponding author:**

Putri Dzydzikry Siti Labaika, Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Jalan Dr. Setiabudi No. 229, Kota Bandung, Jawa Barat 40154, Indonesia
Email: dzydzikriputri@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Proyek dapat didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas yang saling berkesinambungan serta terintegrasi, yang dirancang untuk mencapai tujuan tertentu dalam kerangka waktu yang telah direncanakan. Saat ini, Indonesia tengah mengalami transformasi signifikan melalui program pembangunan infrastruktur yang ambisius, dengan tujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas di seluruh wilayah nusantara (Fatimah et al., 2023). Oleh karena itu, dalam upaya mempercepat pembangunan nasional, pemerintah secara strategis memprioritaskan investasi pada berbagai sektor penting, seperti infrastruktur, kesehatan, pendidikan dan teknologi, sehingga dapat memperkuat daya saing nasional serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat (Siahay et al., 2023). Akan tetapi, usaha yang dilakukan dalam mengejar pertumbuhan dalam pembangunan yang cepat dan signifikan, Indonesia berhadapan dengan berbagai tantangan yang tidak mudah untuk diatasi. Perencanaan yang terbilang kurang matang, keterbatasan sumberdaya, serta tantangan dalam manajemen proyek sering kali menjadi faktor penghambat utama dalam implementasi terhadap proyek-proyek besar. Proyek konstruksi ialah serangkaian aktivitas yang berkaitan dalam menggapai tujuan suatu konstruksi sesuai dengan waktu, mutu, serta biaya yang dibuat. Sebuah proyek pekerjaan konstruksi harus terdiri dari sumber daya seperti bahan dan alat yang digunakan, manusia, uang, metode pelaksanaan, waktu yang dibutuhkan dan informasi (Jawat et al., 2020).

Manajemen proyek merupakan proses sistematis yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, serta pengendalian sumber daya perusahaan secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan spesifik jangka pendek yang telah ditetapkan oleh manajemen tingkat atas. Proses ini tidak hanya berfungsi sebagai kerangka kerja operasional, tetapi juga sebagai alat strategis untuk memastikan bahwa setiap sumber daya dimanfaatkan secara optimal guna mendukung pencapaian target organisasi dalam batas waktu yang ditentukan. Definisi ini menekankan bahwa manajemen proyek mencakup berbagai proses yang mengintegrasikan sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan proyek tertentu (Silmi et al., 2024). Menurut (Kartini et al., 2022) dalam buku Manajemen Proyek, manajemen merupakan kegiatan perencanaan, mengorganisasi, mengendalikan, serta mengkoordinasi tenaga dan sumber daya yang ada untuk mencapai sebuah tujuan dengan optimal. Sedangkan manajemen proyek yaitu pengaplikasian dari orang yang ahli dalam penggunaan alat, menerapkan pengetahuannya dan serangkaian metode guna mengelola aktivitas proyek untuk melengkapi persyaratan dan keperluan yang dibutuhkan dalam suatu proyek.

Ketepatan waktu dalam penyelesaian sebuah pekerjaan konstruksi merupakan hal yang sangat mendasar dalam sebuah manajemen konstruksi. Dalam konteks proyek konstruksi, penjadwalan diartikan sebagai alat strategis yang digunakan untuk merancang dan mengatur urutan aktivitas yang diperlukan guna menyelesaikan proyek sesuai dengan kerangka waktu yang telah ditentukan. Menurut (Erviyanto, 2023) dalam buku Manajemen Proyek Konstruksi, penjadwalan memastikan setiap bagian pekerjaan dilaksanakan secara terkoordinasi sehingga proyek dapat diselesaikan tepat waktu dengan biaya yang efisien. Oleh karena itu, pengelolaan waktu dan sumber daya yang tersedia harus menjadi prioritas utama dalam pelaksanaan proyek. Fokus yang terarah pada pengelolaan ini akan berkontribusi secara signifikan terhadap keberhasilan proyek sesuai dengan jadwal yang telah dirancang.

Dalam menghadapi tantangan pembangunan dengan skala besar dan pembangunan yang kompleks, salah satu penerapan metode manajemen seperti CPM (*Critical Path Method*) berperan sangat penting pada proyek. CPM dapat membantu proyek-proyek infrastruktur dan pembangunan lainnya di Indonesia dapat berjalan tepat waktu sesuai dengan realisasi anggaran. Penerapan dalam metode CPM yang baik sangat berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas, sehingga proyek dapat bergerak lebih cepat dalam pembangunan yang berkelanjutan. CPM adalah teknik manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan dan menjadwalkan serangkaian tugas penting yang menentukan durasi total proyek. Dikenalkan pada akhir tahun 1950an, CPM membantu manajer proyek mengidentifikasi tugas-tugas dalam pekerjaan konstruksi yang tidak boleh terlambat, karena keterlambatan yang terjadi pada salah satu tugas pada pekerjaan proyek ini dapat berakibat dalam banyak hal mulai dari keterlambatan pada pekerjaan selanjutnya hingga keterlambatan yang mengakibatkan perubahan terhadap durasi proyek (Perdana, 2021).

CPM ini bekerja dengan membuat diagram jaringan yang menggambarkan hubungan antara tugas dan durasi dari setiap tahap pekerjaan konstruksi masing-masing. Dengan menggunakan cara ini, proyek manajer

dapat menentukan jalur kritis serta jalur yang ditetapkan dalam pekerjaan konstruksi pada proyek dalam menentukan waktu minimum dalam penyelesaian proyek (Wicaksono & Safirin, 2025). Pada pekerjaan yang bersifat kritis ini harus dilaksanakan sesuai dengan waktu dan urutan pekerjaan. Sementara pada pekerjaan yang tidak bersifat kritis pada saat pelaksanaan proyek akan bersifat lebih fleksibel dalam proses pekerjaan konstruksi. Dengan menggunakan metode CPM ini juga dapat memungkinkan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien dan identifikasi potensi masalah sebelum terjadi. Dengan menggunakan CPM, pihak yang berada dalam proyek dapat melakukan percepatan dalam jadwal dengan teknik seperti *crashing* (menambah sumber daya) serta *fast tracking* (melakukan beberapa tugas secara bersamaan). Secara keseluruhan, CPM merupakan alat penting dalam memastikan proyek selesai tepat waktu sesuai dengan anggaran (Tamzidhillah & Waskito, 2022).

Menurut Mar'aini & Akbar (2022) penerapan strategi penjadwalan pada proyek pembangunan konstruksi memiliki dampak yang besar terhadap durasi proyek. Adapun penelitian lain yang dilakukan oleh Putri et al. (2023) menjelaskan bahwa penggunaan CPM dalam penjadwalan proyek memungkinkan perencanaan yang lebih sistematis dan terstruktur, sehingga seluruh tahapan pekerjaan dapat dikelola secara efisien. Dengan mengidentifikasi jalur kritis, metode ini membantu dalam meminimalisir keterlambatan serta mengoptimalkan penggunaan waktu, yang pada akhirnya dapat mempercepat penyelesaian proyek secara keseluruhan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengimplementasikan metode CPM sebagai pendekatan dalam penjadwalan proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI. Selain itu, penelitian ini juga difokuskan pada analisis dan peninjauan diagram jaringan kerja CPM guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif terhadap alur kegiatan proyek secara keseluruhan.

Proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI terdiri dari 3 lantai. Pembangunan proyek ini tentu saja sudah direncanakan sebaik mungkin agar penyelesaian pembangunan gedung dapat dilaksanakan dengan tepat waktu. Oleh sebab itu, perlu adanya peran manajemen konstruksi yang baik agar dapat mendukung berlangsungnya pelaksanaan proyek. Dalam penelitian ini, akan berfokus terhadap analisa jalur kritis dengan menggunakan metode CPM yang ditinjau berdasarkan kurva S serta mengetahui bentuk jaringan CPM yang dapat diterapkan pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jalur kritis pada pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* karena terdapat keterlambatan yang terjadi pada proyek pembangunan gedung *Convention Hall and Exhibition Center*, dengan menganalisa jalur kritis serta mengetahui pekerjaan apa saja yang memiliki resiko tinggi hingga mempengaruhi umur proyek serta merencanakan penjadwalan kegiatan lebih efektif.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Sistem Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan serangkaian proses terintegrasi yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi secara menyeluruh untuk memastikan bahwa proyek diselesaikan sesuai dengan jadwal, anggaran, dan standar yang telah ditetapkan.. Proses ini berlangsung mulai dari tahap perencanaan awal hingga penyelesaian proyek. Proyek sendiri merupakan kegiatan yang memiliki fase awal dan akhir yang jelas, dengan waktu pelaksanaan tertentu yang dirancang agar dapat diselesaikan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Dalam mencapai keberhasilan proyek, terdapat beberapa aspek krusial yang harus diperhatikan, yaitu biaya atau anggaran, waktu atau jadwal, serta kualitas atau mutu hasil pekerjaan. Ketiga faktor ini sering disebut sebagai "*triple constraint*", yang merupakan parameter utama dalam pengelolaan proyek yang terdiri dari (Zid et al., 2020):

1. Biaya atau anggaran

Penyelesaian proyek harus dilakukan tanpa melebihi batas anggaran yang telah direncanakan (Nono et al., 2019). Pada proyek-proyek dengan biaya besar dan durasi pengerjaan yang panjang, anggaran biasanya tidak hanya ditentukan secara keseluruhan, tetapi juga dibagi ke dalam beberapa komponen atau periode tertentu. Pembagian ini dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik dari masing-masing bagian proyek. Oleh karena itu, setiap tahap atau segmen proyek wajib diselesaikan sesuai dengan alokasi anggaran yang telah ditetapkan untuk setiap periode tersebut.

2. Waktu atau jadwal

Proyek harus diselesaikan dalam jangka waktu yang telah ditetapkan. Keterlambatan dalam penyelesaian proyek dapat menimbulkan berbagai dampak negatif yang merugikan.

3. Kualitas atau mutu

Produk atau hasil dari suatu kegiatan harus selesai sesuai dengan spesifikasi dan kriteia yang telah ditetapkan, yang berarti produk tersebut harus mampu menjalankan fungsi atau tugas yang dimaksud, atau sering juga disebut fit "*fit for the intended use.*" Berikut adalah ilustrasi yang menggambarkan hubungan antara *triple constraint*.



Gambar 1. Hubungan *triple constrain*

Ketiga hal tersebut saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain. Artinya, untuk meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati, biasanya akan diikuti dengan peningkatan mutu, yang pada gilirannya dapat menyebabkan peningkatan biaya yang melebihi anggaran yang sudah ditentukan. Sebaliknya, jika biaya ditekan, hal ini cenderung berdampak pada waktu dan kualitas yang telah ditetapkan sebelumnya.

Oleh karena itu, pihak-pihak yang bertugas dalam proyek perlu memiliki pemahaman yang kuat serta mendalam mengenai ketiga elemen tersebut dan mampu melakukan *trade-off* yang bijak agar mencapai hasil yang optimal. Mengelola *triple constrain* dengan baik serta efektif mampu menjadi kunci dalam menyelesaikan proyek dalam tepat waktu, sesuai dengan anggaran, serta berkualitas dengan spesifikasi terencana (Sugiyarto et al., 2013).

2.2 Critical Path Method (CPM)

Metode jalur kritis atau CPM, merupakan metode yang dapat digunakan dalam perencanaan serta pengawasan proyek (Mar'aini & Akbar, 2022). Dalam pelaksanaannya CPM digambarkan dengan menggunakan anak panah yang menunjukkan aktivitas jalur kritis sehingga disebut juga sebagai lintas kritis. Penggunaan metode ini sangat berperan dengan baik dalam perencanaan dan mengawasi proyek, serta metode yang paling banyak digunakan diantara sistem lain yang memiliki prinsip sama yaitu pembentukan jaringan (Hasibuan et al., 2022). Dengan menggunakan CPM, pemimpin serta staf yang bertugas pada suatu proyek mampu untuk melakukan analisis terhadap pengaturan waktu dengan teliti serta urutan logika ketergantungan yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proyek. Menurut (Siswanto & Salim, 2019) dalam buku Manajemen Proyek, dengan menggunakan metode CPM ini dapat memfokuskan perhatian para ahli terhadap permasalahan yang dihadapi serta melakukan upaya terbaik dalam mengurangi biaya serta memanfaatkan waktu tanpa memakan sumber daya yang berlebih. Dalam penyusunan CPM ini terdapat 7 (tujuh) tahapan yang dapat digunakan untuk membantu menentukan urutan pelaksanaan kegiatan sebagaimana uraian berikut:

1. Melakukan perhitungan teknis yang diperlukan, untuk mendukung proses perencanaan dan penjadwalan proyek secara akurat, termasuk estimasi durasi, sumber daya dan ketergantungan antara aktivitas;
2. Menganalisis keterkaitan (*interface*) antara *subnetwork*, untuk memastikan integrasi dan sinkronisasi antara berbagai bagian pekerjaan sehingga tidak terjadi konflik atau duplikasi dalam pelaksanaan;
3. Menyusun *subnetwork*. Setiap *work package* dibuat *network*nya, dimana setiap paket kerja dirancang dalam bentuk jaringan kerja agar urutan kegiatan dan hubungan ketergantungan dapat terlihat dengan jelas;
4. Menetapkan *milestone* pada *network*. (kegiatan tidak boleh terlambat dan penting), yaitu penanda waktu penting yang harus dicapai dan tidak boleh mengalami keterlambatan karena berdampak signifikan terhadap jadwal keseluruhan proyek;
5. Mengidentifikasi aktivitas yang harus dilakukan terlebih dahulu (*predecessor*), yang wajib diselesaikan terlebih dahulu sebelum aktivitas yang sedang dianalisis dapat dimulai, untuk menjaga urutan logis pelaksanaan;
6. Menentukan aktivitas penerus (*successor*), yaitu kegiatan yang dapat dimulai setelah aktivitas yang sedang dianalisis selesai, guna merencanakan alur kerja yang berkelanjutan; dan

- Mengidentifikasi aktivitas yang berlangsung secara paralel, atau aktivitas yang terjadi bersamaan dengan aktivitas yang sedang dianalisis, untuk mengoptimalkan waktu dan sumber daya selama pelaksanaan proyek.

CPM ini memiliki komponen dalam grafik yang ditampilkan. Komponen tersebut terdiri dari simbol-simbol yang terdapat dalam CPM. Simbol-simbol dalam CPM ditunjukkan pada tabel 1.

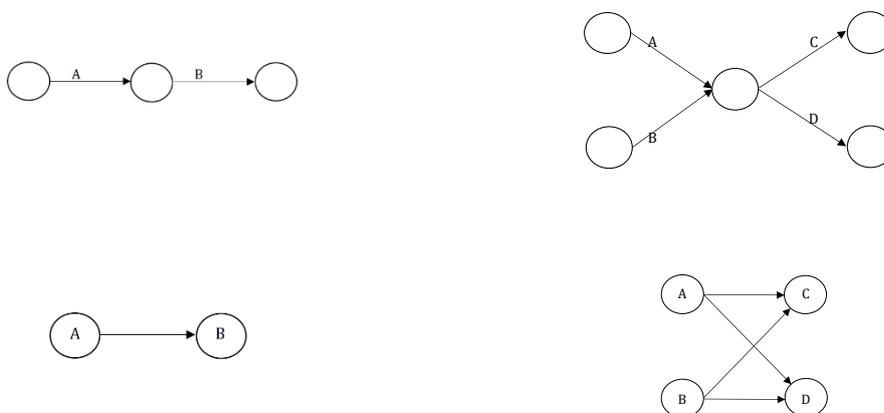
Tabel 1. Simbol-simbol dalam CPM

Simbol	Keterangan	Penjelasan
	Anak Panah, dengan garis tebal	Menunjukkan kegiatan atau aktivitas yang mempunyai durasi.
	Dummy, anak panah garis terputus	Kegiatan yang tidak punya durasi. Selain tidak memiliki durasi, <i>dummy</i> juga menyatakan yang selesai secara bersamaan.
	Anak Panah, berwarna	Melambangkan kegiatan yang memiliki aktivitas kritis.
	Simbol Peristiwa	No peristiwa mengurutkan kejadian paling awal dimulai EET (<i>earliest event time</i>) adalah waktu tercepat yang memungkinkan suatu kejadian terjadi, sementara LET (<i>latest event time</i>) adalah waktu terlambat yang diizinkan bagi suatu kejadian untuk terjadi, agar penyelesaian proyek tetap sesuai jadwal.

Dalam pembuatan CPM ini memiliki persyaratan yang harus dilakukan. Persyaratan tersebut diantaranya adalah:

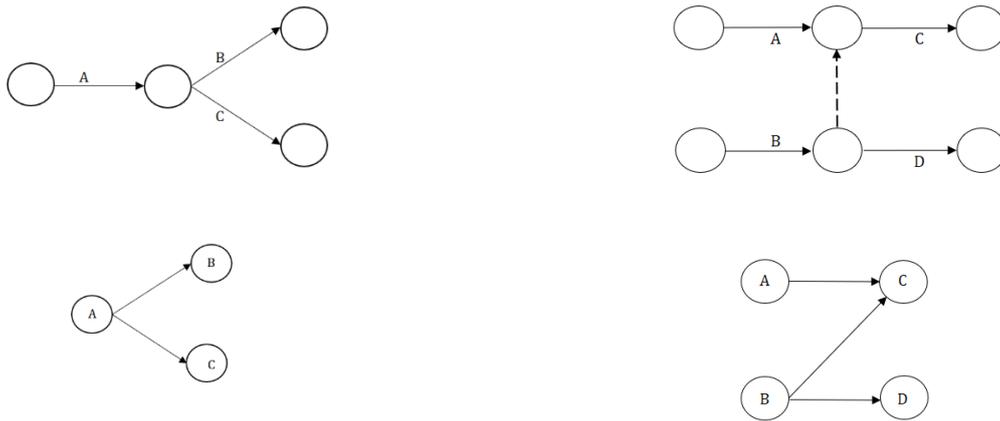
- Dalam suatu diagram jaringan CPM hanya ada satu *event* permulaan/*event* pembuka serta satu *event* yang mengakhiri *event* penutup;
- Setiap *event* awal harus memiliki setidaknya paling sedikit satu kegiatan yang mengikuti. Sementara setiap *event* akhir harus memiliki setidaknya paling sedikit satu kegiatan yang mendahului. Hal ini memastikan bahwa kegiatan urutan dalam proyek tetap terorganisi dan terstruktur dengan baik, dengan ketergantungan yang jelas antara peristiwa dan aktivitas; dan
- Dua kegiatan atau lebih tidak boleh mempunyai peristiwa awal dan peristiwa akhir yang sama (no peristiwa awal sama, dan no peristiwa akhir sama) – dihubungkan dengan *dummy*.

Dalam menggambarkan jaringan kerja pada CPM terdapat dua cara seperti, *activity on node* (AON) yaitu kegiatan yang digambarkan dalam titik. Adapun *activity on arrow* (AOA) pada jaringan ini, kegiatan digambarkan dalam panah. Berikut gambar contoh AON dan AOA pada jaringan CPM.



Kegiatan B dimulai setelah kegiatan A selesai maka A *predecessor* B, B *successor* A

Kegiatan C dan D dapat dimulai setelah kegiatan A dan B selesai maka A dan B *predecessor* C dan D, C dan D *successor* A dan B



Kegiatan B dan C dapat dimulai setelah kegiatan A selesai maka A *predecessor* B dan C, B dan C *successor* A

Hubungan ketergantungan dengan *dummy*, kegiatan A dan B menjadi *predecessor* C karena ada *dummy* dari B ke C

Keterangan:

- Predecessor* : Aktivitas sebelum atau yang mendahului aktivitas yang bersangkutan
- Successor* : Aktivitas setelah atau yang mengikuti aktivitas yang bersangkutan

Gambar 2. Contoh AON dan AOA pada jaringan CPM

Gambar 2 mempresentasikan diagram jaringan kerja berbasis metode *Critical Path Methode* (CPM) yang digunakan dalam perencanaan penjadwalan proyek konstruksi. Diagram ini menggambarkan hubungan ketergantungan antara aktivitas, baik yang bersifat linier maupun paralel, serta menampilkan struktur dengan satu atau beberapa *predecessor* dan *successor*. Analisis jalur kritis yang ditunjukkan memungkinkan identifikasi aktivitas kunci yang menentukan durasi proyek, serta perhitungan *float* untuk aktivitas non-kritis. Secara keseluruhan, diagram ini menunjukkan pentingnya pengelolaan logika jaringan dalam optimis waktu, biaya, dan sumber daya proyek konstruksi secara sistematis dan efisien.

Selanjutnya, kegiatan kritis ini merupakan aktivitas yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, di mana bahkan penundaan satu hari pada kegiatan kritis dapat menyebabkan proyek secara keseluruhan mengalami keterlambatan yang setara. Karakteristik kritis ini timbul karena kegiatan tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, tanpa adanya keterlambatan (Nugraha & Waskito, 2023). Lintas kritis mengacu pada serangkaian kegiatan kritis, termasuk peristiwa penting dan *dummy*, yang membentuk jalur tersebut. Mengetahui lintasan kritis sangat penting untuk mengidentifikasi dengan cepat kegiatan dan peristiwa yang paling rentan terhadap keterlambatan, sehingga pengelolaan proyek dapat difokuskan dengan tepat pada aktivitas yang paling kritis atau hampir kritis. Selain itu, dalam menentukan jalur kritis perlu diperhatikan bahwa nilai *float* untuk setiap kegiatan dalam lintas kritis harus sama dengan nol, karena penambahan waktu pada kegiatan tersebut dapat mempengaruhi keseluruhan jadwal proyek (Marbun et al., 2023). Untuk mengidentifikasi jalur kritis, perhitungan waktu pada suatu jaringan kerja dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu:

1. Perhitungan maju

Perhitungan maju ini dilakukan mulai dari titik awal atau *start* (*initial event*) hingga titik akhir atau *finish* (*terminal event*) untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu aktivitas (E). Rumus dalam menentukan perhitungan maju atau menghitung waktu selesai paling awal (*earliest finish*, EF) adalah sebagai berikut (Alamsyah et al., 2020):

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

Keterangan:

- ES = *Earlie start*
- D = Durasi

2. Perhitungan mundur

Diawali dari titik akhir atau *finish* proyek menuju titik awal atau *start*, untuk menentukan batas waktu paling lambat suatu aktivitas dapat dilakukan di (LF), waktu paling lambat dimulainya suatu kegiatan (LS) dan waktu paling lambat suatu peristiwa (L). Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam menghitung perhitungan mundur adalah sebagai berikut (Sugiyanto & Insan, 2022):

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

Keterangan:

- LF = *Latest finish*
- D = Durasi

3. Perhitungan *float* (tenggang waktu)

Dalam pembagian tenggang waktu ini terbagi menjadi tiga hal dimana ketiganya yaitu, *free float*, *total float*, *interferent float*. Dengan adanya perhitungan tenggang waktu pada proyek ini mampu mengatasi kendala-kendala yang mungkin timbul pada saat *actuating*.

Total float merupakan waktu tenggang yang terdapat pada suatu kegiatan. Pada sebuah proyek jika terjadi keterlambatan pada pekerjaan dijadwal induk yang durasinya mempengaruhi terhadap nilai *total float* atau melebihi *total floatnya*, maka umur proyek akan mengalami keterlambatan. Jika keterlambatan terjadi pada suatu aktivitas pada jadwal anak yang melebihi *total floatnya* maka pekerjaan atau kegiatan tersebut pasti mengalami keterlambatan. Adapun rumus yang dapat digunakan dalam menentukan nilai *total float* adalah sebagai berikut:

$$TF = LF - D - ES \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- LF = *Latest finish*
- D = Durasi
- ES = *Early start*

Free float adalah sama seperti *total float*. *Free float* merupakan waktu tenggang yang dimiliki oleh suatu kegiatan atau aktivitas. Peristiwa yang akan terjadi pada *free float* ketika mengalami keterlambatan melebihi nilai *free floatnya* sendiri, akan berpengaruh terhadap nilai *total float* sehingga pada kegiatan berikutnya akan mengalami perubahan. Maka dari itu, *free float* merupakan sejumlah waktu yang digunakan untuk menyatakan jangka waktu suatu kegiatan yang dapat mengalami keterlambatan tanpa mempengaruhi *total float* kegiatan setelahnya. Adapun rumus yang dapat digunakan dalam menentukan nilai *free float* adalah sebagai berikut:

$$FF = EF - D - ES \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- EF = *Early finish*
- D = Durasi
- ES = *Early start*

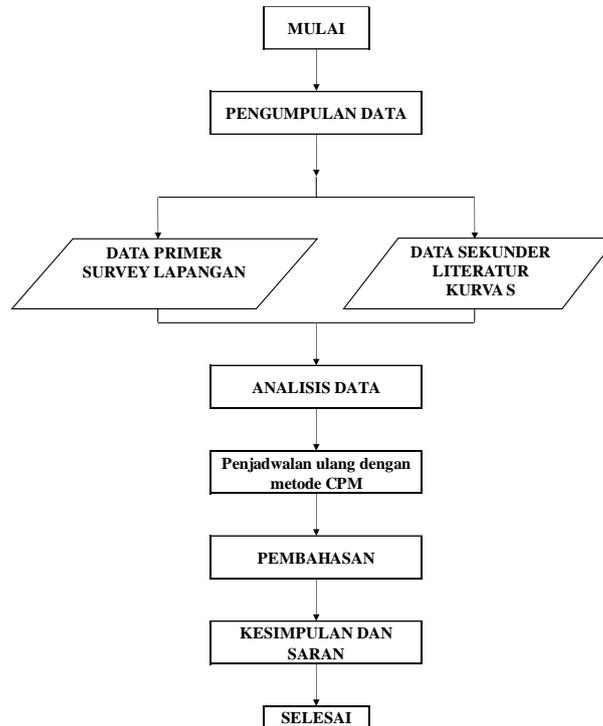
2.3 Kurva S

Kurva S merupakan representasi grafis dari perkembangan suatu proyek yang membentuk pola menyerupai “S”. Grafik ini menggambarkan hubungan antara waktu pelaksanaan, bobot pekerjaan dan tingkat kemajuan proyek dalam bentuk persentase kumulatif dari seluruh aktivitas yang direncanakan. Kurva S berfungsi sebagai alat bantu penting dalam memantau dan mengevaluasi progres pelaksanaan proyek dilapangan, dengan cara membandingkan antara realisasi pekerjaan aktual dan rencana kerja yang telah disusun sebelumnya. Melalui kurva ini, manajer proyek dapat mengidentifikasi apakah proyek berjalan sesuai jadwal, mengalami keterlambatan, atau justru terjadi lebih cepat dari yang direncanakan. (Sulistia & Agustina, 2023). Berikut merupakan fungsi dari kurva S, diantaranya adalah (Puspitasari et al., 2022):

1. Untuk mengetahui progres mingguan suatu proyek;
2. Untuk memudahkan dalam membaca waktu suatu pekerjaan yang telah diselesaikan;
3. Untuk mengetahui realisasi progres pekerjaan di lapangan dengan perencanaan; dan
4. Untuk mengetahui informasi persentase pekerjaan yang sudah terselesaikan.

3. METODE PENELITIAN

Berikut adalah gambar diagram alir penelitian yang dilakukan oleh peneliti pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI.



Gambar 3. Diagram alir

Adapun pendekatan yang digunakan bersifat deskriptif kuantitatif, dengan pengumpulan data melalui survei langsung pada lokasi proyek sebagai langkah utama dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan. Namun, sesuai dengan permintaan pihak perusahaan, data terkait biaya tidak disertakan dalam laporan penelitian ini.

Proses penelitian dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis, dimulai dengan identifikasi permasalahan, kajian literatur untuk mendalami teori-teori yang relevan, perumusan masalah, serta penetapan tujuan penelitian. Selanjutnya, data dikumpulkan, diolah, dan dianalisis menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk menentukan jalur kritis yang dapat mempengaruhi waktu penyelesaian pada proyek. Akhirnya, penelitian ini menghasilkan kesimpulan dan rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pelaksanaan proyek.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI ini memiliki estimasi waktu penyelesaian proyek selama 210 hari kalender. Hal yang pertama dilakukan untuk pengolahan data pada penelitian ini adalah dengan merancang diagram jaringan kerja dan rangkaian aktivitas. Rangkaian aktivitas yang dimuat dalam tabel 2 merupakan hasil analisis berdasarkan kurva S yang didapat dari proyek. Diagram jaringan mempresentasikan nama kegiatan, urutan kegiatan, serta durasi pelaksanaan. Berikut adalah tabel 2 yang memaparkan daftar aktivitas.

Tabel 2. Daftar aktivitas

No	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)	Bobot
A	Pekerjaan Persiapan Umum	14	
B	Pekerjaan Struktur Bagian Bawah:		
	Pekerjaan Pile Cap	42	0,9161908
	Pekerjaan Pile Cap dan Pith Lift	42	0,2023288
	Pekerjaan Tie Beam atau Sloof	42	1,1846915

C.S	Pekerjaan Struktur Bagian Atas:		
	Lantai 1. ELV. P - 0,05		
	Pekerjaan Pith Lift	28	0,1409055
	Pekerjaan Kolom Beton dan Core Lift	35	1,3050285
	Pekerjaan Balok	42	2,6112311
	Pekerjaan Plat Lantai	42	3,6633616
	Pekerjaan Tangga Beton	28	0,0892353
	Lantai 2. ELP. P+ 4.55		
	Pekerjaan Kolom Beton dan Core Lift	35	1,1774617
	Pekerjaan Balok	35	2,7059156
	Pekerjaan Plat Lantai	35	1,7154097
	Pekerjaan Tangga Beton	35	0,0773792
	Lantai 3 ELV.P+ 9.15		
	Pekerjaan Kolom Beton dan Core Lift	35	1,1009385
	Pekerjaan Balok	35	1,0209679
	Pekerjaan Pemasangan Plat Lantai	35	0,9052825
	Pekerjaan Tribun	30	1,004319
	Pekerjaan Pembuatan Tangga Beton	28	0,0312701
B.II.1	Pekerjaan Struktur Bagian Bawah:		
	Pekerjaan Pondasi	49	3,9140091
B.II.2	Pekerjaan Struktur Atap		
	Pekerjaan Penyusunan Rangka dan Penutup Atap	63	3,2452051
C.A	Pekerjaan Arsitektur Standar		
	Lantai 1. ELV. P + 0.00		
	Pekerjaan Pemasangan Dinding	42	0,8550941
	Pekerjaan Pemasangan Kusen Pintu, Jendela dan Partisi	35	0,6415229
	Pekerjaan Pemasangan Plafond	35	0,0986468
	Pekerjaan Instalasi Sanitasi	28	0,214843
	Pekerjaan Pengecatan	28	0,106615
	Lantai 2. ELV. P + 4.60		
	Pekerjaan Pemasangan Dinding	42	1,2718847
	Pekerjaan Lantai	28	1,7613129
	Pekerjaan Pemasangan Dinding	35	0,4914002
	Pekerjaan Pemasangan Kusen Pintu, Jendela dan Partisi	35	0,2765147
	Pekerjaan Pemasangan Plafond	28	0,222406
	Pekerjaan Pengecatan	28	0,2035545
	Lantai 3. ELV.P + 9.20		
	Pekerjaan Pemasangan Dinding	42	1,8780022
	Pekerjaan Pemasangan Lantai	28	1,1542555
	Pekerjaan Pemasangan Kusen Pintu, Jendela dan Partisi	35	0,2131391
	Pekerjaan Pemasangan Plafond	35	0,1610936
	Pekerjaan Instalasi Sanitasi	28	0,1764401
	Pekerjaan Pengecatan	28	0,0811141
	Lantai Roof Top ELV. P + 13.80		
	Pekerjaan Dinding WaterProofing Dak	42	0,6754174
	Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela	35	0,1342952
C.II	Pekerjaan Arsitektur Non Standar		

	Pekerjaan Fasade	84	3,9866426
	Pekerjaan Pemasangan Plafond	42	3,0440144
	Pekerjaan Signage	28	0,1008203
D	Pekerjaan MEP		
	Pekerjaan Instalasi ME Standar	154	11,711551
	Pekerjaan Me Non Standar	154	5,8007156
E	Connection Bridge	140	0,3232435
F	Amphitheater	133	0,7275703
G	Pekerjaan Infrastruktur	133	0,8895598
H	Pekerjaan GWT dan Rumah Pompa	133	0,2517554

Berdasarkan tabel 2 maka pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI ini digolongkan menjadi 12 pekerjaan. Pada pekerjaan persiapan umum yaitu kegiatan mobilisasi dan demobilisasi memiliki durasi selama 14 hari dengan bobot 1,607307. Untuk pekerjaan struktur bawah memiliki durasi paling lama 49 hari yaitu pada pekerjaan pondasi dengan bobot 3,9140091, sedangkan untuk pekerjaan dengan durasi tercepat yaitu 42 hari dengan bobot 0,9161908.

Pada pekerjaan struktur atas durasi paling lama yaitu 42 hari pada pekerjaan balok dengan bobot 2,6112311 dan pada pekerjaan plat lantai dengan bobot 3,6633161, sedangkan untuk pekerjaan paling cepat pada pekerjaan struktur atas adalah dengan durasi 28 hari pada pekerjaan *pith lift* yang memiliki bobot 0,1409055. Berikutnya pada pekerjaan arsitektur standar memiliki durasi paling lama pada pekerjaan pemasangan dinding pada lantai tiga dengan bobot 1,8780022. Sedangkan untuk pekerjaan yang memiliki durasi paling cepat pada pekerjaan arsitektur standar adalah 28 hari pada pekerjaan sanitasi lantai satu dengan bobot 0,214843, pada pekerjaan pengecatan lantai satu dengan bobot 0,106615 dan pada pekerjaan pemasangan plafon lantai dua dengan bobot 0,222406.

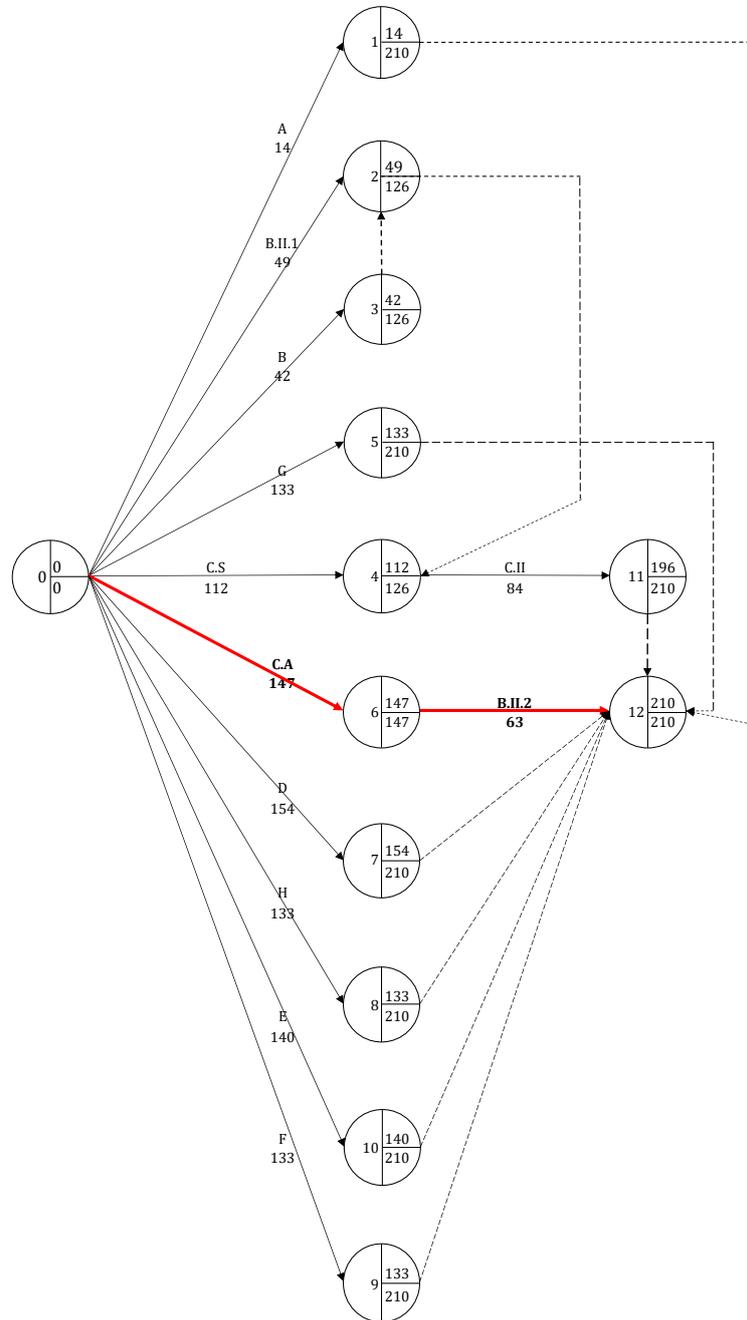
Berikutnya pada pekerjaan arsitektur non standar pekerjaan yang memiliki durasi paling lama adalah pada pekerjaan *fasade* dengan total durasi selama 84 hari dan bobot nilai 3,9866426, sedangkan pekerjaan paling cepat pada pekerjaan *signage* yaitu selama 28 hari dengan bobot 0,1008203. Pada pekerjaan MEP dengan durasi 154 hari terdapat pekerjaan instalasi ME standar dengan bobot 11,711551 dan pekerjaan ME non standar dengan bobot 5,8007156. Berikutnya pada pekerjaan *connection bridge* dengan durasi 140 hari memiliki bobot 0,3232435. Selanjutnya pada pekerjaan *amphitheater*, infrastruktur pekerjaan GWT dan rumah dan pekerjaan pompa berdurasi 133 hari dengan bobot 0,7275703, 0,8895598 dan 0,2517554.

Tahap selanjutnya setelah membuat daftar aktivitas adalah membuat jaringan CPM. Pada pembuatan jaringan CPM ini terpaku pada durasi yang terdapat pada daftar aktivitas serta ditinjau kembali menyesuaikan kurva S untuk menentukan pekerjaan apa saja yang dilaksanakan secara bersamaan. Setelah didapat aktivitas beserta depedensi tiap kegiatan, berikutnya akan dilanjutkan dengan menghitung perhitungan maju dan perhitungan mundur sehingga akan didapat nilai *early start*, *early finish*, *late start*, *late finish* serta *float*. Perhitungan *float* ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan *float*

No	Kegiatan	Durasi	ES	EF	LS	LF	TF	FF	IF	Keterangan
1	A	14	0	14	0	210	196	0	0	-
2	B	42	0	42	0	126	84	0	0	-
3	C.S	112	0	112	0	126	14	0	0	-
4	B.II.1	49	0	49	0	126	77	0	0	-
5	B.II.2	63	147	210	147	210	0	0	0	Kritis
6	C.A	147	0	147	0	147	0	0	0	Kritis
7	C.II	84	112	196	126	210	14	0	-14	-
8	D	154	0	154	0	210	56	0	0	-
9	E	140	0	140	0	210	70	0	0	-
10	F	133	0	133	0	210	77	0	0	-
11	G	133	0	133	0	210	77	0	0	-
12	H	133	0	133	0	210	77	0	0	-

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa pekerjaan kritis terjadi pada kegiatan yang memiliki nilai total *float* nya nol. Pada pekerjaan C.A dan B.II.2 nilai durasi sama dengan nilai EF serta memiliki nilai ES yang sama dengan LS, maka setelah dilakukan analisa menggunakan rumus yang telah dijelaskan hasil TF, FF, dan IF pada pekerjaan C.A dan B.II.2 adalah nol. Maka dari itu setelah menganalisa *float* berikutnya adalah pembuatan jaringan CPM. Jaringan CPM pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Jaringan CPM

Setelah menganalisis kurva S maka didapat hasil jaringan CPM seperti gambar diatas. Maka dapat dipastikan pada dua kegiatan tersebut tidak boleh mengalami keterlambatan, karena terjadinya keterlambatan pada jalur kritis ini akan sangat mempengaruhi terhadap keseluruhan umur proyek. Untuk lebih memudahkan dalam membaca hasil jaringan CPM, berikut tabel 4 yang akan menjelaskan mengenai logika ketergantungan.

Tabel 4. Logika ketergantungan

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kegiatan Sebelum	Kegiatan Sesudah
A	Pekerjaan Persiapan Umum	14	-	B.II.2
B	Pekerjaan Struktur Bawah	42	-	CS
C.S	Pekerjaan Struktur Atas	112	-	C.II
B.II.1	Pekerjaan Struktur Bawah	49	-	CS
B.II.2	Pekerjaan Struktur Atap	63	C.A	-
C.A	Pekerjaan Arsitektur Standar	147	-	B.II.2
C.II	Pekerjaan Arsitektur Non Standar	84	C.S	B.II.2
D	Pekerjaan MEP	154	-	B.II.2
E	<i>Connection Bridge</i>	140	-	B.II.2
F	<i>Amphitheater</i>	133	-	B.II.2
G	Pekerjaan Infrastruktur	133	-	B.II.2
H	Pekerjaan GWT dan Rumah Pompa	133	-	B.II.2

Berdasarkan tabel tersebut dapat dipahami bahwa kegiatan B.II.2 menjadi *successor* dari pekerjaan A, C.A, C.II, D, E, F, G, H. Sedangkan untuk pekerjaan B.II.2 tidak memiliki *successor*, tetapi pada pekerjaan B.II.2, pekerjaan C.A menjadi *predecessor*. Sedangkan pada pekerjaan B dan B.II.1 yang berperan sebagai *successor* pada pekerjaan ini adalah CS. Setelah melakukan perhitungan terhadap analisis *float* hal selanjutnya yang dilakukan adalah membuat rencana kerja. Rencana kerja ini dapat dilakukan oleh kontraktor untuk membuat jadwal pada pekerjaan atau kegiatan akan dilakukan lebih awal atau melewati waktu yang telah direncanakan. Dalam penelitian ini rencana kerja dibuat berdasarkan tiga acuan yaitu terhadap *early start*, durasi dan yang terakhir terhadap *early finish* yang ketiga data tersebut didapat dari hasil perhitungan CPM.

Perhitungan terlambat ini didapat dengan rumus CPM – RK. Pada nilai terlambat yang bernilai negatif menandakan pekerjaan dimulai lebih cepat sedangkan untuk hasil positif menandakan pekerjaan dimulai lebih lama dari waktu yang sudah ada. Sedangkan untuk nilai RK pada EF didapat dengan menjumlahkan nilai RK pada ES dan durasi. Berikut tabel 5 yang menunjukkan hasil rencana kerja.

Tabel 5. Rencana kerja

RENCANA KERJA											
No	Kegiatan	Durasi	ES			Durasi			EF		
			CPM	RK	Terlambat	CPM	RK	Terlambat	CPM	RK	Terlambat
A	Pekerjaan Persiapan Umum	14	0	0	0	14	14	0	14	14	0
B	Pekerjaan Struktur Bawah :	42	0	-5	-5	42	40	-2	42	35	-7
C.S	Pekerjaan Struktur Atas :	112	0	-14	-14	112	100	-12	112	86	-26
B.II.1	Pekerjaan Struktur Bawah :	49	0	-10	-10	49	45	-4	49	35	-14
B.II.2	Pekerjaan Struktur Atap	63	147	147	0	63	60	-3	210	207	-3
C.A	Pekerjaan Arsitektur Standar	147	0	0	0	147	145	-2	147	145	-2
C.II	Pekerjaan Arsitektur Non Standart	84	112	-12	-124	84	80	-4	196	68	-128
D	Pekerjaan MEP	154	0	0	0	154	154	0	154	154	0
E	<i>Connection Bridge</i>	140	0	0	0	140	140	0	140	140	0
F	<i>Amphitheater</i>	133	0	-5	-5	133	128	-5	133	123	-10
G	Pekerjaan Infrastruktur	133	0	-5	-5	133	128	-5	133	123	-10
H	Pekerjaan GWT dan Rumah Pompa	133	0	0	0	133	133	0	133	133	0

Berdasarkan tabel 5 rencana kerja yang dirancang oleh peneliti pada setiap tinjauan (ES, durasi, EF) setiap pekerjaan dilakukan lebih cepat dan sesuai dengan nilai CPM. Tahap selanjutnya setelah mengerjakan rencana kerja untuk mendapatkan nilai total terlambat. Total terlambat ini akan dilakukan sebagai perhitungan terhadap analisis keterlambatan pada *free float* dan *total float*. Analisis ini akan menunjukkan apakah keterlambatan yang terjadi akan mempengaruhi waktu pada kegiatan selanjutnya ataupun menganalisis keterlambatan yang terjadi akan berpengaruh terhadap durasi proyek.

Berikut tabel 6 yang menunjukkan hasil analisis keterlambatan terhadap *free float* dan *total float* pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI.

Tabel 6. Analisis keterlambatan terhadap *free float* dan *total float*

Kegiatan	Keterlambatan Terhadap Free Float				Keterlambatan Terhadap Total Float			
	Terlambat Total	FF	Keterangan	Terlambat Total	TF	Keterangan		
Pekerjaan Persiapan Umum	0	0	T=FF	0	196	T<TF		
Pekerjaan Struktur Bawah :	-7	0	T<FF	-7	84	T<TF		
Pekerjaan Struktur Atas :	-26	0	T<FF	-26	14	T<TF		
Pekerjaan Struktur Bawah :	-14	0	T<FF	-14	77	T<TF		
Pekerjaan Struktur Atap	-3	0	T<FF	-3	0	T<TF		
Pekerjaan Arsitektur Standar	-2	0	T<FF	-2	0	T<TF		
Pekerjaan Arsitektur Non Standart	-128	0	T<FF	-128	14	T<TF		
Pekerjaan MEP	0	0	T=FF	0	56	T<TF		
Connection Bridge	0	0	T=FF	0	70	T<TF		
Amphitheater	-10	0	T<FF	-10	77	T<TF		
Pekerjaan Infrastruktur	-10	0	T<FF	-10	77	T<TF		
Pekerjaan GWT dan Rumah Pompa	0	0	T=FF	0	77	T<TF		

Berdasarkan tabel 6 dapat disimpulkan pada 12 pekerjaan dengan durasi dan rencana kerja yang telah ditetapkan, tidak akan membuat proyek mengalami perubahan waktu, baik pada kegiatan sebelumnya maupun pada umur keseluruhan proyek.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan pada proyek Pembangunan Gedung *Convention Hall and Exhibition Center* UPI maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan diagram jaringan dengan metode CPM ini didapat jalur kritis pada pekerjaan arsitektur standar (pekerjaan pemasangan dinding, pekerjaan pemasangan kusen, pintu, jendela dan partisi, pekerjaan pemasangan plafond, pekerjaan instalasi sanitasi, pekerjaan pengecatan dan pekerjaan dinding *waterproofing* dak) dan pekerjaan struktur atap pada kegiatan CA – B.II.2. Pada jalur kritis ini total durasi tidak melebihi ataupun mengurangi durasi yang terdapat pada kurva S yaitu selama 210 hari dengan durasi CA kegiatan pekerjaan arsitektur standar (pekerjaan pemasangan dinding, pekerjaan pemasangan kusen, pintu, jendela dan partisi, pekerjaan pemasangan plafond, pekerjaan instalasi sanitasi, pekerjaan pengecatan dan pekerjaan dinding *waterproofing* dak) dengan lama durasi 147 hari sedangkan pada pekerjaan struktur atap selama 63 hari.
2. Setelah melakukan analisa terhadap perhitungan *float*, rencana kerja dan perhitungan analisis terhadap keterlambatan, maka proyek akan berjalan tanpa menghadapi keterlambatan baik keterlambatan pada kegiatan berikutnya maupun keterlambatan pada umur proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A., Ismail, R. S., & Hidayat, T. (2020). Analisa perhitungan pekerjaan reparasi kapal dengan metode critical path method (CPM). *SPECTA Journal of Technology*, 4(1), 84–91.
- Ervianto, W. I. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi*. CV. Andi Offset.
- Fatimah, A., Akmal, A., Agusmaniza, R., & Rahmah, C. Y. (2023). Analisis faktor yang mempengaruhi tenaga kerja bersertifikasi terhadap kesuksesan proyek konstruksi di Kota Banda Aceh. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 5(1), 70–81.
- Hasibuan, E. S., Siregar, E. B., Batubara, F. H., Rambe, M. V. R., & Lubis, R. S. (2022). Time management analysis of administrative implementation in the North Sumatra Provincial Forestry Service using the CPM method. *Jurnal IPTEK Bagi Masyarakat*, 2(2), 60–68.
- Jawat, I. W., Gita, P. P. T., & Dharmayoga, I. M. S. (2020). Kajian metoda pelaksanaan pekerjaan pondasi bored pile pada tahap perencanaan pelaksanaan. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 126–142.
- Kartini, I., Abdullah, A., Riauwati, J., Yoeliastuti, Y., Tannady, H., Khasanah, K., Batubara, H. C., Kamisi, H. La, & Liana, W. (2022). *Manajemen proyek*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Mar'aini, M., & Akbar, Y. R. (2022). Penentuan jalur kritis untuk manajemen proyek (studi kasus pembangunan Jalan Selensen-Kota Baru-Bagan Jaya). *Jurnal Pustaka Manajemen (Pusat Akses Kajian Manajemen)*, 2(1), 6–13. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustakamanajemen.v2i1.184>
- Marbun, V. V., Gawei, A. B. P., & Puspasari, V. H. (2023). Penjadwalan proyek pada pembangunan Puskesmas Kota Besi. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 6(2), 65–74.
- Nono, Y., Pratasias, P. A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis metode nilai hasil terhadap waktu dan biaya pada proyek Office and Distribution Center, Airmadidi, Minahasa Utara-Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(11), 1465–1477.
- Nugraha, A. D., & Waskito, J. P. H. (2023). Evaluasi pelaksanaan proyek dengan metode CPM dan PERT

- (studi kasus proyek pekerjaan finishing lanjutan pembangunan Gedung Program Studi Desain Interior Tahun 2019 Kampus ITS). *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 11(2), 79–90.
- Perdana, A. (2021). *Analisa manajemen waktu pada proyek konstruksi dengan menggunakan metode jalur kritis/ CPM (critical path method) (studi kasus pembangunan perumahan tipe 36 di Pekanbaru)*. Universitas Islam Riau.
- Puspitasari, D. P., Purwono, N. A. S., & Poerwodihardjo, F. E. (2022). Analisis perbandingan penjadwalan proyek dengan metode CPM, PERT, Kurva-S (studi kasus peningkatan Jalan Menganti Kesugihan). *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*, 23(1), 77–89.
- Putri, Y. E., Yuli, E., & Siska, A. (2023). Analisa penerapan manajemen waktu pada pembangunan rumah type 36 di Jalan Lintas Sumatera Desa Suko Mulyo Kecamatan Martapura Kabupaten Ogan OGAN Komering Ulu Timur. *Concrete Design Journal*, 1(2), 10–18.
- Siahay, M. C., Ahmad, S. N., Gusty, S., Supacua, H. A. I., Ampangallo, B. A., Rachman, R. M., Latupeirissa, J. E., & Maitimu, A. (2023). *Pembangunan infrastruktur di Indonesia*. TOHAR MEDIA.
- Silmi, N., Kurniawan, B., & Subhan, M. (2024). Perencanaan dalam ilmu pengantar manajemen. *Journal of Student Research*, 2(1), 106–120.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen proyek*. CV. Pilar Nusantara.
- Sugiyanto, S., & Insan, K. (2022). Penerapan optimalisasi metode critical chain project management pada pelaksanaan proyek konstruksi. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 352–363.
- Sugiyarto, S., Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013). Analisis network planning dengan CPM (critical path method) dalam rangka efisiensi waktu dan biaya proyek. *Matriks Teknik Sipil*, 1(4), 408–416.
- Sulistia, D., & Agustina, I. D. (2023). Penjadwalan proyek dengan kurva-S pada pembangunan perumahan di Kota Bekasi. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2), 100–106.
- Tamzidhillah, M. F., & Waskito, J. P. H. (2022). Percepatan pelaksanaan proyek menggunakan metode CPM dan PERT (studi kasus proyek pekerjaan konstruksi lanjutan F-MIPA Tower Menara Sains tahun 2020 Kampus ITS). *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 10(2), 87–95.
- Wicaksono, R. A., & Safirin, M. T. (2025). Evaluasi dan optimalisasi durasi pelaksanaan system test menggunakan metode critical path method dengan software POM-QM di PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 10(1), 12062–12069.
- Zid, C., Kasim, N., & Soomro, A. R. (2020). Effective project management approach to attain project success, based on cost-time-quality. *International Journal of Project Organisation and Management*, 12(2), 149–163.