

## **Analisis Waktu Krisis dengan Metode Critical Path Method (CPM)**

(Studi Kasus Pembangunan PAUD Kostrad Devisi 3)

**Rudi Hartono\*, Sofyan Bachmid, Watono**

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia,  
Jl. Urip Sumoharjo Km 5 Panaikang, Kec.Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90321

\*[rudi.hartono9109@gmail.com](mailto:rudi.hartono9109@gmail.com)

Diajukan: 10 Agustus 2024, Revisi: 19 Agustus 2024, Diterima: 20 Agustus 2024

### **Abstract**

*Time is the total time during which a process, action, or event occurs. In this case, the specified time can be the time between two events or the duration of the event. In the Kostrad Early Childhood Development Work project at CV. Putera Tengah Asri, there is a schedule designed with all considerations in mind. This schedule serves to provide an overview of the activities that will be useful for completing a project. To analyze the crisis time for the project, the researcher used the CPM (Critical Path Method) method in completing this research which was carried out at Kostrad Early Childhood Development Division 3. The aim of this research is namely (1) To find out the application of the CPM (Critical Path Method) method in the Development of Kostrad 3 Early Childhood Education, in Sökkali, Bontomarannu, Gowa, South Sulawesi. (2) To find out the location of the use of critical activities and critical routes for Kostrad 3 Early Childhood Development, in Sökkali, Bontomarannu, Gowa, South Sulawesi. So the result of this research is that the CPM (Critical Path Method) method analysis provides a holistic view, enabling more structured project management, monitoring critical activities, and improving project control, thus supporting the smooth development of Kostrad PAUD by minimizing potential delays. And obtained the crisis time which includes activities A, C, E, G, H, L.*

*Keywords: Critical Time, CPM (Critical Path Method), Early Childhood Development*

### **Abstrak**

Waktu adalah total waktu selama suatu proses, tindakan, atau peristiwa terjadi. Dalam hal ini, waktu yang ditentukan dapat berupa waktu antara dua peristiwa atau lamanya peristiwa tersebut. Dalam proyek Pekerjaan Pembangunan PAUD Kostrad pada CV. Putera Tengah Asri, telah tersedia jadwal yang dirancang dengan segala pertimbangan. Jadwal tersebut berfungsi untuk memberikan gambaran mengenai kegiatan-kegiatan yang akan bermafaat untuk menyelesaikan suatu proyek Untuk menganalisis waktu krisis pada proyek tersebut peneliti menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dalam menyelesaikan penelitian ini yang dilakukan pada Pembangunan PAUD Kostrad Devisi 3. Dimana tujuan penelitian ini yaitu (1) Untuk mengetahui penerapan metode CPM (Critical Path Method) pada Pembangunan PAUD Kostrad 3, di Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan. (2) Untuk mengetahui letak penggunaan kegiatan kritis dan lintasan kritis Pembangunan PAUD Kostrad 3, di Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan. Sehingga Hasil dari penelitian ini adalah analisis metode CPM (Critical Path Method) memberikan pandangan holistik, memungkinkan manajemen proyek yang lebih terstruktur, pemantauan kegiatan kritis, dan peningkatan pengendalian proyek, sehingga mendukung kelancaran pembangunan PAUD Kostrad dengan meminimalkan potensi keterlambatan. Serta diperoleh waktu krisis yang meliputi kegiatan A,C,E,G,H,L.

**Kata Kunci:** Waktu Kritis, Metode CPM (Critical Path Method), PAUD

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Waktu adalah total waktu selama suatu proses, tindakan, atau peristiwa terjadi. Dalam hal ini, waktu yang ditentukan dapat berupa waktu antara dua peristiwa atau lamanya peristiwa tersebut. Keakuratan perkiraan waktu penyelesaian proyek tergantung pada keakuratan perkiraan durasi setiap kegiatan dalam proyek tersebut. (Fajryah Ramadhani et al., 2022.).

Proyek melibatkan tugas yang dirancang khusus dengan hasil dan tenggat waktu yang telah ditentukan, dengan sumber daya yang terbatas. Jika waktu dan sumber daya terbatas, maka proyek harus selesai pada atau sebelum waktu yang ditentukan dan hasil proyek harus sesuai rencana (Fajryah Ramadhani et al., 2022.). Tidak jarang banyak ditemui permasalahan pada saat penyelesaian proyek yang menyebabkan tertundanya kegiatan dan berdampak pada kegiatan di masa depan. Ini termasuk cuaca/hujan, air tanah dan tanah (Nurul Fadhilah Patiroi et al., 2022).

Dalam proyek Pekerjaan Pembangunan PAUD Kostrad pada CV. Putera Tengah Asri , terdapat jadwal yang telah disediakan dengan segala macam pertimbangan. Jadwal tersebut berguna untuk memberikan gambaran jelas mengenai kegiatan-kegiatan yang dibutuhkan untuk penyelesaian suatu proyek.

Pengendalian penggunaan evaluasi dan penerapan prakiraan harus dipertimbangkan dengan benar, target harus ditetapkan untuk mencapai standar, dan manajemen yang baik dan tepat waktu. Hal ini memungkinkan masalah diselesaikan dan proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran. Sehingga dapat diterima dengan baik oleh pelanggan.

Untuk menganalisis waktu krisis pada proyek tersebut peneliti menggunakan metode CPM (Critical Path Method) dalam menyelesaikan penelitian ini yang dilakukan pada Pembangunan PAUD Kostrad Devisi 3.

Berdasarkan pembahasan di atas maka diperlukan suatu penelitian mengenai “Analisis Waktu Krisis dengan metode CPM (critical path method) proyek Pembangunan PAUD Kostrad 3 pada CV. Putera Tengah Asri”.

### B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan metode CPM (*Critical Path Method*) dalam membantu Pembangunan PAUD Kostrad di Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan ?
2. Dimana letak kegiatan kritis dan lintasan kritis pada Pembangunan PAUD Kostrad di Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan ?

### C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui penerapan metode CPM (*Critical Path Method*) pada Pembangunan PAUD Kostrad 3, di Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan.
2. Untuk mengetahui letak penggunaan kegiatan kritis dan lintasan kritis Pembangunan PAUD Kostrad 3, di Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Pembangunan PAUD Kostrad Devisi 3, Sökkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

### B. Jenis dan Variabel Penelitian

#### 1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan yang dirancang untuk menggunakan, menguji dan mengevaluasi kemampuan teori dalam memecahkan masalah praktis.

#### 2. Variabel Penelitian

##### a. Aktivitas Proyek

Aktivitas yang akan menciptakan jaringan kerja yang kemudian menjadi langkah-langkah tindakan untuk mencapai tujuan.

##### b. Hubungan antar aktivitas

Melakukan penentuan kegiatan yang akan dimulai diawal, kegiatan yang dilakukan bersamaan serta kegiatan yang dilakukan terlebih dahulu sehingga bisa mengerjakan kegiatan lainnya.

##### c. Waktu Aktivitas

Digunakan untuk menyelesaikan kegiatan pada proyek

##### d. Waktu Krisis Penyelesaian Proyek

Kegiatan terlama yang sangat memungkinkan diselesaikan menggunakan metode CPM dengan factor estimasi waktu untuk setiap kegiatan.

### C. Jenis Data

#### a. Data Primer

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data yang berasal dari sumber asli dari objek penelitian. Yaitu melakukan observasi dengan cara mengamati kegiatan pembangunan yang terjadi di tempat penelitian untuk memperoleh data-data dan informasi yang berkaitan dengan penelitian

b. Data Sekunder

Pada Penelitian ini, peneliti mengumpulkan dan mempelajari data seta teori-teori yang berkaitan dengan Waktu Krisis serta penggunaan metode CPM melalui jurnal dan bahan referensi lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Serta data yang diperoleh berdasarkan kurva S dan Digram Batang.

**D. Pengumpulan Data**

1. Observasi

Melakukan pengamatan kegiatan yang terjadi terhadap proses Pembangunan PAUD Kostrad Devisi 3, dalam memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan.

2. Studi Pustaka

Melakukan pengumpulan data dengan mempelajari sumber-sumber data yang memiliki kaitan dengan penelitian yang dilakukan yang terdapat pada buku, jurnal, skripsi dan dokumen lainnya.

**E. Analisis Data**

Tahapan analisa metode CPM (*Critical Path Method*)

1. Menentukan Proyek dan Menyiapkan struktur pecahan kerja
2. Mengembangkann hubungan antar aktivitas
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan semua aktivitas
4. Menentukan estimasi waktu pada setiap aktivitas
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui suati jaringan
6. Menghitung jalur terpanjang untuk membantu perencanaan

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Identifikasi Pekerjaan dan Durasi**

Lingkup kegiatan yang ada pada pekerjaan pembangunan PAUD Kostrad 3, yaitu :

**Tabel 1 Kegiatan Pekerjaan Sebelum dan Sesudah**

No	Pekerjaan	Notasi	Durasi (Minggu)	Kegiatan	
				Sebelum	Sesudah
1	Pembersihan dan Pas Bouwplank	A	1	–	B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L
2	Pekerjaan galian tanah pondasi	B	1	A	D,E,F,G,H,I,J,K,L
3	Pekerjaan pondasi	C	3	A	D,E,F,G,H,I,J,K,L
4	Pekerjaan sloff dan kolom	D	3	BC	F,G,H,I,J,K,L
5	Pekerjaan pas dinding	E	5	BC	F,G,H,I,J,K,L
6	Pekerjaan kusen dan alat penggantung	F	3	DE	–
7	Pekerjaan atap dan plafon	G	5	DE	H,I,K,L
8	Pekerjaan penutup lantai dan dinding	H	2	G	L
9	Pekerjaan intalasi listrik	I	1	G	L

10	Pekerjaan air bersih dan sanitasi	J	2	DE	–
11	Pekerjaan pengecatan	K	1	G	L
12	Prasarana	L	2	H	–

Dalam proyek pembangunan PAUD Kostrad, uraian pekerjaan dan durasinya dapat dijelaskan dengan merinci setiap tahap melalui kurva S. Identifikasi pekerjaan seperti pembersihan dan pas bouwplank serta lainnya. Selanjutnya, tetapkan estimasi durasi untuk setiap pekerjaan dalam satuan waktu yang sesuai. Pekerjaan yang mencapai puncak kurva S mungkin menandakan tahap kritis atau periode intensif dalam proyek.

## B. Identifikasi Hubungan Antar Kegiatan

Sebuah proyek mempunyai banyak tugas, dan setiap tugas diberi kode untuk memudahkan pembuatan rencana jaringan berdasarkan hasil analisis jadwal menggunakan metode CPM, seperti terlihat pada tabel di bawah ini..

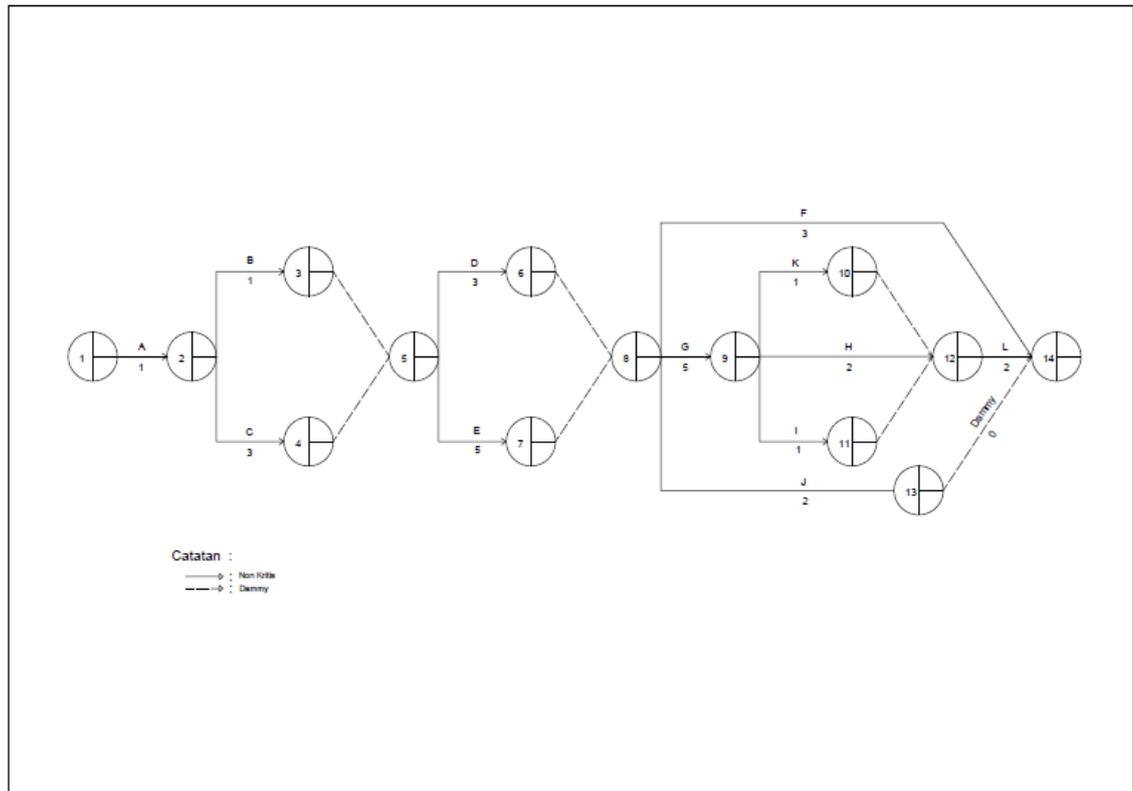
**Tabel 2 Analisa Metode CPM**

No	Pekerjaan	Simbol	Durasi (Minggu)	Waktu Medahului
1	Pembersihan dan Pas Bouwplank	A	1	–
2	Pekerjaan galian tanah pondasi	B	1	A
3	Pekerjaan pondasi	C	3	A
4	Pekerjaan sloff dan kolom	D	3	B,C
5	Pekerjaan pas dinding	E	5	B,C
6	Pekerjaan kusen dan alat penggantung	F	3	D,E
7	Pekerjaan atap dan plafon	G	5	D,E
8	Pekerjaan penutup lantai dan dinding	H	2	G
9	Pekerjaan intalasi listrik	I	1	G
10	Pekerjaan air bersih dan sanitasi	J	2	D,E
11	Pekerjaan pengecatan	K	1	G
12	Prasarana	L	2	H

Menunjukkan uraian pekerjaan atau pekerjaan apa saja yang dilakukan pada penelitian ini serta menunjukkan kode, durasi kegiatan, kegiatan mendahuluinya (*Predecessor*). Proyek konstruksi ini melibatkan 12 tahapan pekerjaan yang harus dilaksanakan. Dimulai dengan "Pembersihan dan Pas Bouwplank," setiap tahap memerlukan waktu tertentu untuk diselesaikan. Tahapan pekerjaan selanjutnya bergantung pada penyelesaian tahap sebelumnya, membentuk suatu rangkaian yang harus diikuti untuk menyelesaikan proyek. Keseluruhan proyek dapat dimonitor dengan mengidentifikasi jalur kritis, yang mencakup serangkaian tahapan yang jika tertunda akan mempengaruhi

## C. Model Jaringan Kerja

Metode CPM menggunakan konsep AOA (Arrow Activity) untuk menciptakan operasi gabungan. Hasil analisis hubungan antar aktivitas berdasarkan data kurva S membantu terjalannya studi kolaboratif. Seperti terlihat pada gambar, model jaringan ini memberikan gambaran yang jelas tentang urutan aktivitas, ketergantungan antar aktivitas, dan perkiraan durasi setiap aktivitas. Dengan metode ini, manajer proyek dapat merencanakan dan mengatur jadwal proyek pengembangan PAUD Kostrad dengan lebih baik.



**Gambar 2 Bentuk Jaringan Kerja CPM**

Gambar di atas merupakan jaringan AOA (Activity On Arrow). Yaitu suatu aktivitas dan banyaknya durasi dituliskan pada anak panah, sedangkan lingkaran adalah peristiwa yang terdapat ES, EF, LS, LF serta nomor kegiatan.

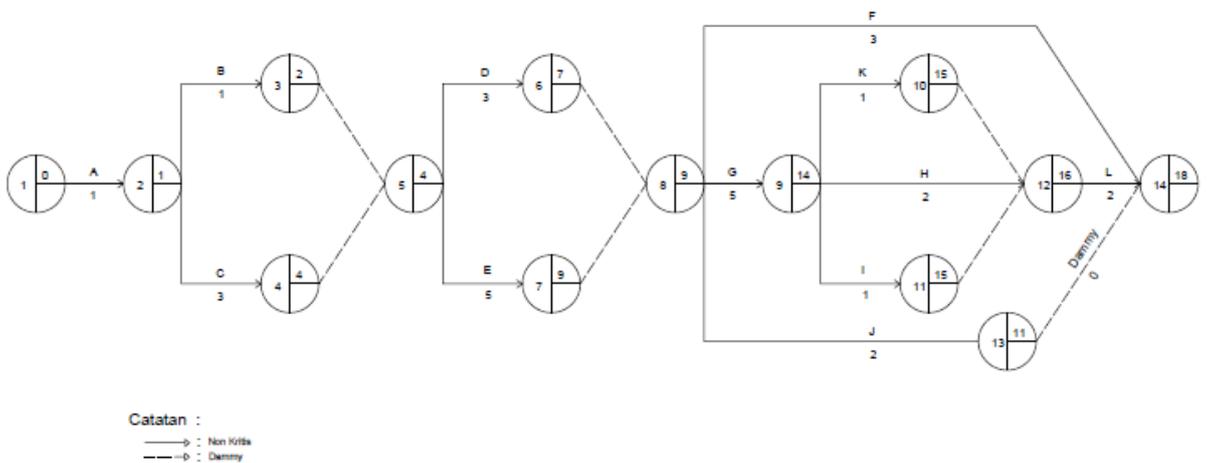
**D. Analisa Hitungan Maju (*Forward Pass*)**

Hitung mundur untuk mendapatkan kesempatan terakhir menyelesaikan berbagai misi. Analisis penghitungan dimulai dari awal, mengambil nilai 0, dan mengurutkan hingga akhir. Jika ada terdapat banyak peristiwa, maka gunakan nilai terbesar. Silakan lihat tabel di bawah untuk verifikasi perhitungan migrasi maju.

**Tabel 3 Hasil Analisa Hitungan Maju (*Forward Pass*)**

No	Pekerjaan	Simbol(i,j)	EET		Earliest Start Time
			Ei	Ej	ES <sub>ij</sub> =Ei
1	Pembersihan dan Pas Bouwplank	A (1,2)	0	1	0
2	Pekerjaan galian tanah pondasi	B (2,3)	1	2	1
3	Pekerjaan pondasi	C (2,4)	1	4	1
4	Pekerjaan sloff dan kolom	D (5,6)	4	7	4
5	Pekerjaan pas dinding	E (5,7)	4	9	4
6	Pekerjaan kusen dan alat penggantung	F (8,14)	9	18	9
7	Pekerjaan atap dan plafon	G (8,9)	9	14	9

No	Pekerjaan	Simbol(i,j)	EET		Earliest Start Time
			Ei	Ej	ESij=Ei
8	Pekerjaan penutup lantai dan dinding	H (9,12)	14	16	14
9	Pekerjaan intalasi listrik	I (9,11)	14	15	14
10	Pekerjaan air bersih dan sanitasi	J (8,13)	9	11	9
11	Pekerjaan pengecatan	K (9,10)	14	15	14
12	Prasarana	L (12,14)	16	18	16



Gambar 3 Jaringan Kerja Analisa Hitungan Maju (Forward Pass)

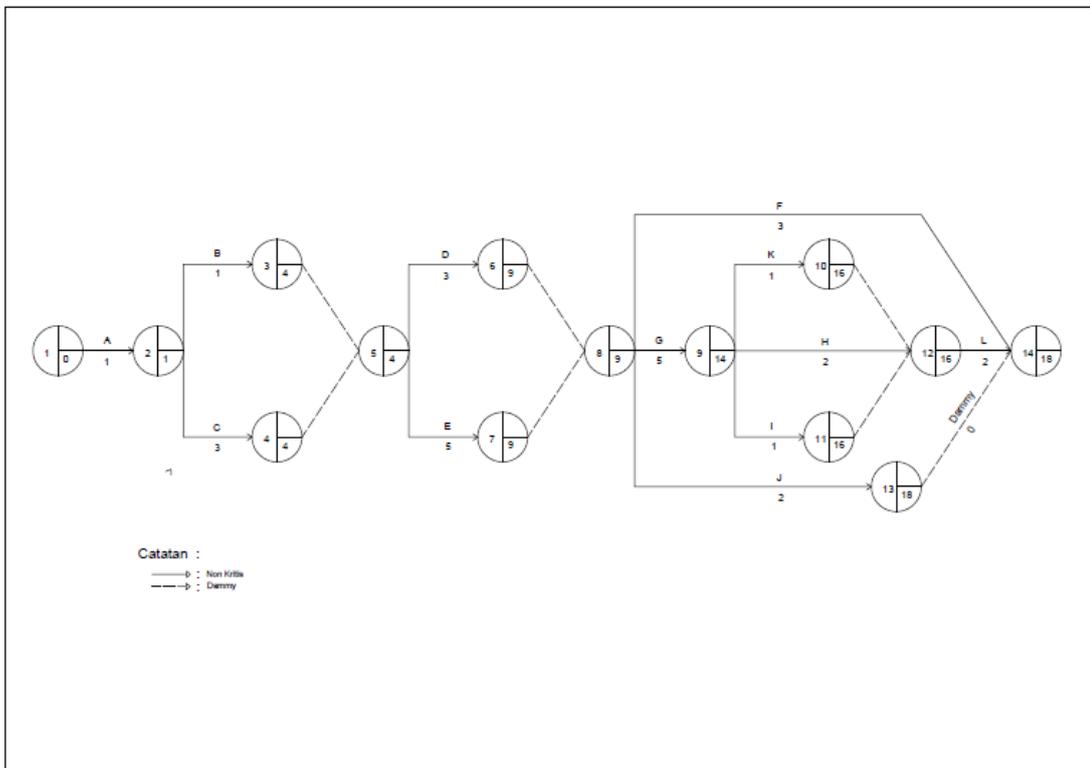
**E. Hasil Hitungan Mundur (Backward Pass)**

Analisis hitungan mundur dilakukan dari akhir dengan menggunakan hasil yang diperoleh kemudian diurutkan berdasarkan awal. Misalnya, jika terjadi dua kali atau lebih, nilai terendah yang digunakan. Silakan lihat tabel di bawah ini hasil dari analisi hitungan mundur.

**Tabel 4 Hasil Analisa Hitungan Mundur (Backward Pass)**

No	Pekerjaan	Simbol(i,j)	LET		Latest start time
			Li	Lj	LSij=Lj-Dij
1	Pembersihan dan Pas Bouwplank	A (1,2)	0	1	0
2	Pekerjaan galian tanah pondasi	B (2,3)	1	4	3
3	Pekerjaan pondasi	C (2,4)	1	4	1
4	Pekerjaan sloff dan kolom	D (5,6)	4	9	6

No	Pekerjaan	Simbol(i,j)	LET		Latest start time
			Li	Lj	LSij=Lj-Dij
5	Pekerjaan pas dinding	E (5,7)	4	9	5
6	Pekerjaan kusen dan alat penggantung	F (8,14)	9	18	15
7	Pekerjaan atap dan plafon	G (8,9)	9	14	9
8	Pekerjaan penutup lantai dan dinding	H (9,12)	14	16	14
9	Pekerjaan intalasi listrik	I (9,11)	14	16	15
10	Pekerjaan air bersih dan sanitasi	J (8,13)	9	18	16
11	Pekerjaan pengecatan	K (9,10)	14	16	15
12	Prasarana	L (12,14)	16	18	16



Gambar 4 Jaringan Kerja Analisa Hitungan Mundur (Backward Pass)

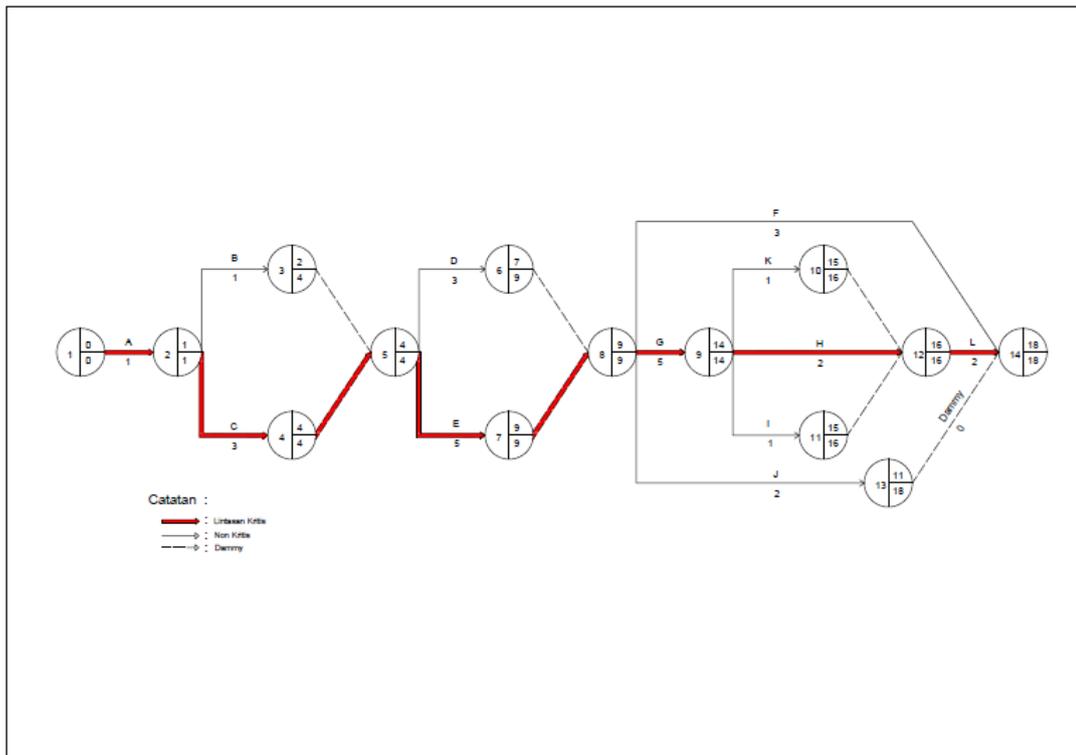
### F. Hasil Hitungan Total Waktu

Total float adalah jumlah waktu yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

Tabel dibawah menunjukkan hasil analisa yaitu kegiatan yang memiliki lintasan kritis yaitu terdapat pada kegiatan A,C,E,G,H,L dan sedangkan kegiatan yang tidak terdapat lintasan kritis yaitu kegiatan B,D,F,I,J,K.

**Tabel 5 Hasil Analisa Hitungan Total Waktu**

No	Kegiatan (i,j)	Durasi (Dij)	EET		LET		Free Float	Indp. Float	Total Float	Ket
			Ei	Ej	Li	Lj				
1	A (1,2)	1	0	1	0	1	0	0	0	K
2	B (2,3)	1	1	2	1	4	0	0	2	NK
3	C (2,4)	3	1	4	1	4	0	0	0	K
4	D (5,6)	3	4	7	4	9	0	0	2	NK
5	E (5,7)	5	4	9	4	9	0	0	0	K
6	F (8,14)	3	9	18	9	18	6	6	6	NK
7	G (8,9)	5	9	14	9	14	0	0	0	K
8	H (9,12)	2	14	16	14	16	0	0	0	K
9	I (9,11)	1	14	15	14	16	0	0	1	NK
10	J (8,13)	2	9	11	9	18	0	0	7	NK
11	K (9,10)	1	14	15	14	16	0	0	1	NK
12	L (12,14)	2	16	18	16	18	0	0	0	K



**Gambar 5 Jaringan Kerja CPM (Critical Path Method)**

Gambar di atas menunjukkan jaringan kerja dengan menggunakan metode kerja CPM, dan siklusnya adalah status ES (Earlist Start), EF (Earlist Finish), LS (last start), dan nilai LF (akhir kebenaran) dan jumlah kejadian. Misalnya pada tindakan A, hasil tindakan A adalah 0 di awal, 1 di akhir, dan seterusnya hingga tindakan L. Jalur utamanya adalah A, C, E, G, H, L. Diagram di atas juga menyertakan hubungan dummy untuk menunjukkan perkembangannya.

#### 4. PENUTUP

##### A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis pada penelitian bab sebelumnya penerapan metode Critical Path Method (CPM) oleh CV. Putera Tengah Asri dalam pembangunan PAUD Kostrad di Sokkali, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan melibatkan langkah-langkah strategis untuk efisiensi manajemen waktu. Dengan mengidentifikasi dan menetapkan durasi estimasi untuk setiap kegiatan, perusahaan dapat menyusun network diagram yang memvisualisasikan hubungan antar kegiatan. Melalui analisis jalur kritis, kegiatan yang kritis untuk penyelesaian proyek dapat diidentifikasi, memberikan dasar untuk perencanaan sumber daya. Metode CPM memberikan pandangan holistik, memungkinkan manajemen proyek yang lebih terstruktur, pemantauan kegiatan kritis, dan peningkatan pengendalian proyek, sehingga mendukung kelancaran pembangunan PAUD Kostrad dengan meminimalkan potensi keterlambatan.
2. Berdasarkan informasi yang diberikan dengan metode CPM Critical Path Method) kegiatan kritis terdapat pada kegiatan A,C,E,G,H,L.

##### B. Saran

1. Pastikan pengelolaan sumber daya, termasuk tenaga kerja, material, dan peralatan, dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan proyek. Pengalokasian sumber daya yang efisien dapat membantu mencegah keterlambatan dan memastikan kelancaran jalur kritis. Selain itu, pemantauan yang cermat terhadap stok material dan kebutuhan tenaga kerja dapat membantu menghindari potensi kendala yang dapat mempengaruhi progres proyek.
2. Dalam pekerjaan yang berpotensi beresiko menghambat suatu pembangunan pada kegiatan jalur kritis sebaiknya diutamakan pekerjaan tersebut.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Fajryah Ramadhani, A. L., Bachmid, S., Fatmah Arsal, S. (2020.). *Perbandingan Critical Path Method (CPM) dengan Program Evaluation and Review Technique (PERT) Terhadap Penjadwalan Waktu Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UMI)*. Jurnal teknik sipil MACCA.
- Febriana, W., & Aziz, A. (2021). Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode PERT Menggunakan Microsoft Project 2016. *Jurnal Surya Beton*, 5(1). <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton>
- Haryanto, B., & Jamal, M. (2022). *JURNAL TEKNOLOGI SIPIL Jurnal Ilmu Pengetahuan dan teknologi sipil PERBANDINGAN PENJADWALAN PROYEK DENGAN METODE PDM (PRECEDENCE DIAGRAM METHOD) & CPM (CRITICAL PATH METHOD) (Studi Kasus: Lanjutan Pembangunan Proyek Gedung SD Islamic Center Samarinda)*.
- Idrus, Yasnawi. Winarno Arifin. Mukti Maruddin. Mariah Ulfah. Yana Mardiana. (2020). Tinjauan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Bor Pile Metode Critical Chain Project Management (Kasus: Jembatan Phinisi Center Point Of Indonesia). Jurnal teknik sipil MACCA. e-ISSN 2720-9199

- Iluk, T., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). *Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Pannglima Polim Kediri*. <https://doi.org/10.30737/jurmateks>
- Isnandar, K., Rahman Rambe, M., & Puspita, N. R. (2023). *Statika Jurnal Teknik Sipil Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Puskesmas Padangmatinggi Kota Padangsidempuan Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method)*. 6(1), 19–30. <https://jurnal.ugm.ac.id/index.php/statika>
- Larasati, D. A., & Sutopo, W. (2020). Analisis Efektivitas Jadwal Proyek Implementasi Software dengan Critical Path Method: Studi Kasus. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 55–64. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2292>
- Mutia Astari, N., & Momon Subagyo, A. (2021). PERENCANAAN MANAJEMEN PROYEK DENGAN METODE CPM (CRITICAL PATH METHOD) DAN PERT (PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE). In *Jurnal Konstruksi / (Vol. 13)*.
- Muin, Suriati Abd. & Rani Bastaria Alkam. (2020). Analisa Identifikasi dan Persepsi Manajemen Keselamatan Kerja pada Proyek Konstruksi. *Jurnal teknik sipil MACCA*. E-ISSN 2720-9199
- Nurul Fadhilah Patiroi, A., Bachmid, S., & Abd Muin, S. (2022). *Volume 4 Nomor 2 April 2022 Tinjauan Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode Line of Balance pada Proyek Pembangunan Instalasi Perpipa-an Air Limbah Paket C-3 Kota Makassar*.
- Orumie Ukamaka, C. (2020). Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM): A Comparative Study. *International Journal of Industrial and Operations Research*, 3(1). <https://doi.org/10.35840/2633-8947/6504>
- Watono, Muhammad Mirshad, Muhammad Asfar Ma'ud. (2019). Manajemen Pengadaan Material Bangunan dengan Menggunakan Metode MRP pada Proyek RS Ananda. *Jurnal teknik sipil MACCA*. e-ISSN 2541-0148.