

# PERCEPATAN WAKTU MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT PADA PROYEK INSTALASI PIPA DAN MESIN POMPA SWIMMING POOL BUIN BATU SCHOOL

**Intan Melenia Leimena<sup>1</sup>, Fahmi<sup>2</sup>**  
Program Studi Teknik Sipil<sup>1,2</sup>  
Universitas Mercu Buana<sup>1,2</sup>

Jl. Buncit Raya No.98 Pejaten Barat, Pasar Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 12510  
intanleimena.il@gmail.com, fahmi.22doc@gmail.com

## Abstrak

Manajemen waktu merupakan bagian penting dari pelaksanaan proyek konstruksi. Tanpa manajemen waktu, risiko kegagalan proyek akan meningkat. Saat ini, banyak proyek konstruksi yang tidak mempunyai manajemen waktu yang baik, sehingga mengakibatkan tertundanya pekerjaan. Dalam penelitian tugas akhir ini salah satu proyek yang dikelola oleh PT Prima Graha Bangun Tunggal yaitu Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School* yang berlokasi di Townsite Batu Hijau, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat terjadi keterlambatan yang dikarenakan adanya keterlambatan pada proyek yang disebabkan pekerjaan struktur yang dikerjakan oleh *main contractor* belum selesai sehingga pekerjaan pemasangan sparing untuk pipa-pipa pun mengalami keterlambatan, adanya keterlambatan pekerjaan *finishing* oleh *main contractor* yang disebabkan karena material datang terlambat di lokasi proyek, terlambatnya proses validasi atau approval spesifikasi material dari pihak kontraktor, dan pengiriman material terlambat dikarenakan pembayaran yang belum dilakukan oleh pihak *owner* ke kontraktor. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan percepatan waktu menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School*. Analisis data menggunakan CPM dan PERT bertujuan untuk menganalisis aktivitas mana saja yang berada pada jalur kritis agar mencapai durasi optimal untuk metode tersebut. Dari hasil penelitian dengan menggunakan metode CPM didapatkan 11 kegiatan di jalur kritis dengan total durasi 114 hari dimana durasi ini lebih cepat 95 hari dari durasi rencana akibat keterlambatan proyek.

Sedangkan dengan menggunakan metode PERT didapatkan 11 kegiatan di jalur kritis dengan total durasi 123 hari yang memiliki selisih 86 hari lebih cepat dari durasi rencana akibat keterlambatan proyek. Adapun probabilitas proyek dapat selesai pada durasi 123 hari adalah 99,94%. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa metode penjadwalan CPM memiliki durasi yang paling optimal dibandingkan dengan metode PERT.

Kata kunci : Durasi, Jalur Kritis, CPM, PERT

## Abstract

*Time management is an important part of the implementation of construction projects. The potential for project failure will be even greater without time management. Nowadays, there are many construction projects that have poor performance in terms of time management which causes delays in work. In this final project research, one of the projects managed by PT Prima Graha Bangun Tunggal is the Buin Batu School Swimming Pool Pipe and Pump Machine Installation Project located at Batu Hijau Townsite, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat, there was a delay due to a delay in the project due to structural work carried out by the main contractor has not been completed so that the sparring installation work for the pipes also experienced delays, delays in finishing work by the main contractor caused by materials arriving late at the project site, late validation or approval of material specifications from the contractor, and late material delivery due to payments that have not been made by the owner to the contractor. This study aims to accelerate time using the Critical Path Method (CPM) and Project Evaluation and Review Technique*

*(PERT) methods in the Buin Batu School Swimming Pool Pipe and Pump Machine Installation Project. Data analysis using CPM and PERT methods is to analyze which activities are included in the critical path in order to obtain the optimal duration for the method. From the results of research using the CPM method, 11 activities were obtained in the critical path with a total duration of 114 days where this duration is 95 days faster than the duration of the plans due to the delay in the project. Meanwhile, using the PERT method, 11 activities on the critical path were obtained with a total duration of 123 days which had a difference of 86 days faster than the duration of the plans due to the delay in the project. The probability that the project can be completed in a duration of 123 days is 99.94%. From these results, it can be seen that the CPM scheduling method has the most optimal duration compared to the PERT method.*

*Keywords : Duration, Critical Path, CPM, PERT*

## I. PENDAHULUAN

Konstruksi adalah salah satu sektor perekonomian nasional yang berhubungan dengan penyiapan lahan, pembangunan, percepatan, dan perbaikan bangunan struktur, arsitektur serta properti lainnya (Chasanah & Sulistyowati, 2017). Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan kegiatan yang saling bergantung satu dengan yang lain. Permasalahan yang biasa ditemui dalam pelaksanaan proyek konstruksi antara lain pengelolaan sumber daya seperti tenaga kerja, biaya, waktu, dan peralatan (Ayatullah et al., 2023). Oleh sebab itu, dalam pelaksanaan konstruksi dibutuhkan manajemen konstruksi. Manajemen proyek adalah rangkaian perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian sumber daya organisasi untuk suatu tujuan jangka pendek yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang tertentu (Arifin, 2022).

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat peluang keberhasilan dan kegagalan dalam pelaksanaan proyek, keberhasilan dan kegagalan tersebut disebabkan oleh kurangnya perencanaan dan pengelolaan kegiatan proyek yang kurang efektif, serta tidak efektif dan efisiennya kegiatan proyek (Wasito & Syaikhudin, 2020). Hal ini akan menyebabkan penundaan, menurunkan kualitas pekerjaan, dan meningkatkan biaya pelaksanaan (Wasito & Syaikhudin, 2020). Proyek konstruksi dalam pelaksanaannya harus berkaitan dengan tiga kendala (*triple constrain*) yaitu kendala kualitas, kendala

waktu, dan kendala biaya. Ketiga kendala tersebut harus dapat dipenuhi dan terjadi secara bersamaan (Ervianto, 2023). Oleh karena itu, manajemen proyek konstruksi merupakan hal penting untuk mengelola proyek dari awal sampai berakhirnya pelaksanaan proyek. Saat menerapkan manajemen konstruksi, prosesnya memiliki empat tahapan proses yang terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian (Siswanto & Salim, 2020). Ketika menentukan durasi pekerjaan dan kegiatan, manajemen proyek tidak hanya mempertimbangkan jadwal dan isi proyek, tetapi juga menentukan durasi dan urutan kegiatan proyek untuk menciptakan jadwal yang logis dan realistis (Hidayah et al., 2018). Jadwal proyek secara menyeluruh menggunakan estimasi waktu tertentu (Hidayah et al., 2018). Manajemen waktu merupakan bagian penting dari pelaksanaan proyek konstruksi. Potensi kegagalan proyek akan semakin besar tanpa adanya manajemen waktu. Oleh karena itu, manajemen waktu yang baik sangat dibutuhkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengelolaan proyek, sehingga dapat mencapai hasil yang optimal dari sumber daya yang tersedia (Payangan, 2022).

Pada masa sekarang ini banyak ditemui proyek konstruksi yang memiliki keberhasilan yang kurang baik dalam hal manajemen waktu yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pekerjaan. Berdasarkan hal ini penulis melakukan studi kasus pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School* yang berlokasi di Townsite Batu Hijau, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat.

Proyek ini merupakan proyek sistem instalasi pemipaan pada kolam renang *semi olympic* yang bertujuan untuk memasang sistem sirkulasi kolam renang mulai dari pemipaan sampai pemasangan mesin pompa dan *sand filter* dengan ukuran kolam dewasa  $22,5 \times 24$  meter dan ukuran kolam anak  $7 \times 7,1$  meter. Sistem sirkulasi ini bertujuan untuk menjaga pH air kolam renang diangka standar yaitu 7 sampai 7,8. Pada proyek ini juga menggunakan sistem balancing tank yang bertujuan untuk menampung air dari *gutter*. Didalam balancing tank terdapat *floating valve* yang berguna sebagai alarm jika *balancing tank* sudah penuh.

Proyek ini dilaksanakan oleh kontraktor PT Prima Graha Bangun Tunggal yang memiliki rencana pelaksanaan dari Oktober 2022 sampai April 2023, namun terjadi keterlambatan sehingga pelaksanaan proyek berlangsung dari Oktober 2022 sampai Oktober

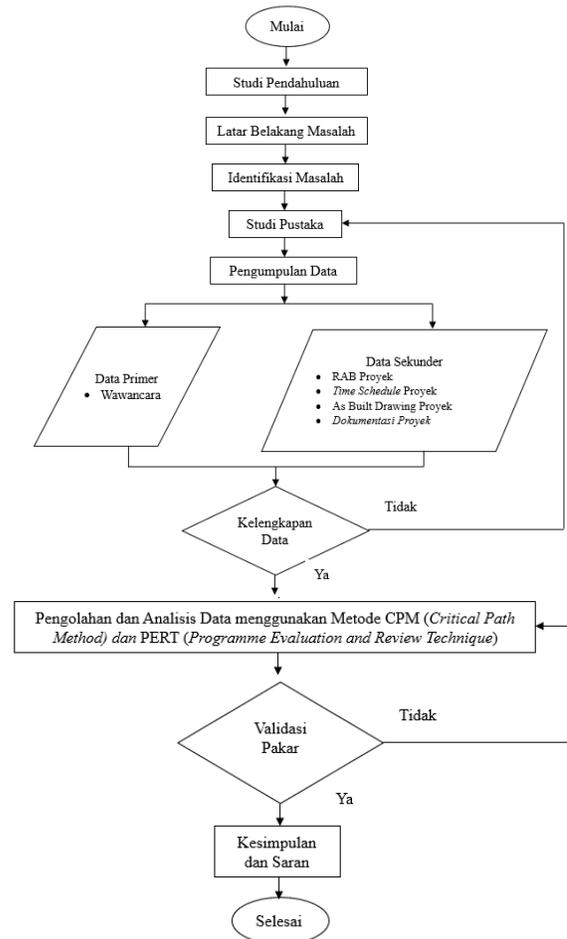
2023. Diketahui bahwa pada minggu ke-26 sampai minggu ke-52 terjadi keterlambatan pekerjaan, dimana pada 27 minggu tersebut terjadi keterlambatan rata-rata pelaksanaan proyek konstruksi sebesar -7,30%.

Adanya keterlambatan pada proyek, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan percepatan waktu menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School*. Pemilihan metode CPM disebabkan oleh fokusnya yang pada aspek waktu, yang mengarah pada penentuan dan estimasi waktu secara deterministik, yaitu dengan menggunakan satu angka estimasi (Wasito & Syaikhudin, 2020). Selain itu, penggunaan metode CPM bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang sensitif terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat menentukan tingkat prioritas kebijakan dalam melaksanakan proyek. Sementara itu, metode PERT merupakan pendekatan yang berfokus pada waktu, mengarah pada penentuan jadwal dan waktu secara probabilistik. Tujuan dari metode PERT adalah untuk mengurangi penundaan, konflik, dan gangguan yang mungkin terjadi selama pelaksanaan proyek, serta untuk memperkirakan probabilitas proyek dapat diselesaikan tepat waktu (Ersin, 2023). Proyek yang ditinjau penulis merupakan proyek yang sudah selesai, namun diharapkan dengan adanya penelitian ini dengan hasil yang optimal dapat dipakai untuk proyek selanjutnya.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School* yang berlokasi di Townsite Batu Hijau, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Tahapan dalam penyusunan tugas akhir ini terdiri dari beberapa langkah yang dimulai dari studi pendahuluan, penetapan proyek yang akan dijadikan studi kasus, latar belakang permasalahan, identifikasi masalah, dan studi pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Kemudian pengumpulan data primer dan data sekunder, dilanjutkan tahap pengolahan data, serta analisis dan pembahasan mengenai percepatan waktu menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School*. Setelah dilakukan pengolahan dan analisis data, dilanjutkan dengan

validasi pakar yang bertujuan untuk menilai atau mengesahkan kebenaran terhadap metode dan hasil analisis yang dilakukan. Tahapan terakhir dari penelitian ini yaitu kesimpulan dan saran. Untuk memperjelas tahapan penelitian, alur tahapan penelitian tersaji dalam *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* atau Bagan Alir Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dengan mengumpulkan data secara langsung dari proyek. Pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan wawancara dengan subjek penelitian. Sedangkan data sekunder yang didapatkan dari data yang telah diteliti sebelumnya serta data yang didapat dari proyek konstruksi yang menjadi objek penelitian dalam hal ini adalah Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School*. Adapun data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa rencana anggaran biaya,

penjadwalan, *as built drawing*, dan dokumentasi pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara:

1. Wawancara

Proses pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengajukan sejumlah pertanyaan yang berhubungan dengan penelitian kepada narasumber yang memiliki kaitan dengan pelaksanaan Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School*. Adapun pertanyaan-pertanyaan yang diajukan kepada narasumber adalah sebagai berikut.

**Tabel 1. Daftar Pertanyaan Wawancara**

No.	Pertanyaan
1.	Apakah Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa <i>Swimming Pool Buin Batu School</i> mengalami keterlambatan?
2.	Keterlambatan pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa <i>Swimming Pool Buin Batu School</i> terjadi di pekerjaan apa?
3.	Apa saja penyebab keterlambatan pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa <i>Swimming Pool Buin Batu School</i> ? Jelaskan.
4.	Pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa <i>Swimming Pool Buin Batu School</i> pekerjaan yang paling krusial atau penting terdapat pada pekerjaan apa? Berikan alasan.
5.	Pada metode PERT (Project Evaluation and Review Technique) terdapat 3 jenis estimasi waktu (waktu optimis, waktu paling sering terjadi, dan waktu pesimis). Mohon untuk memberikan estimasi waktu optimis dan waktu pesimis pada pekerjaan Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa <i>Swimming Pool Buin Batu School</i> .

2. Permohonan Data Proyek Konstruksi

Permohonan data dilakukan pada instansi terkait yaitu PT Prima Graha Bangun Tunggal yang merupakan kontraktor dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School*. Pengumpulan data ini bertujuan untuk mendapatkan data penjadwalan dan dokumentasi proyek konstruksi yang sudah berlangsung.

**III. HASIL ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan 3 (tiga) orang narasumber yang bekerja dan terlibat pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School* dapat diketahui beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School* seperti berikut.

1. Faktor *Main Contractor*

Pekerjaan Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School* terjadi keterlambatan sejak awal dikarenakan pekerjaan struktur yang dikerjakan oleh *main contractor* belum selesai sehingga pekerjaan pemasangan sparing untuk pipa-pipa pun mengalami keterlambatan. Selain itu, *main contractor* juga kurang menjaga kualitas pekerjaannya sehingga banyak pekerjaan yang harus diperbaiki kembali, terutama pekerjaan di area kolam renang seperti pemasangan ulang keramik pada area kolam renang, pekerjaan batu andesit yang kurang lurus dan juga adanya perbaikan listplank dari area gym yang memengaruhi area kolam renang. Sehingga hal ini juga berpengaruh ke proses serah terima yang mengalami keterlambatan. Dikarenakan terdapat beberapa pekerjaan struktur yang harus diperbaiki sehingga serah terima yang seharusnya dilakukan pada Bulan Desember 2023 namun diundur hingga Bulan Februari 2024.

2. Faktor *Procurement*

Faktor *procurement* merupakan faktor yang berkaitan dengan proses penyediaan barang dan jasa. Dalam Pekerjaan Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool Buin Batu School* ini terjadi keterlambatan yang disebabkan oleh faktor penyediaan barang. Adapun permasalahan yang disebabkan oleh faktor *procurement* adalah terlambatnya material *finishing* sampai dilokasi proyek, dalam hal ini material *finishing* adalah keramik. Pada pekerjaan *finishing*, keramik diimpor dari luar negeri sehingga membutuhkan waktu pengiriman yang lama. Adapun merk keramik yang digunakan dalam pekerjaan *finishing* ini adalah *Agrob Butchal*, dimana keramik ini diimpor dari Jerman dan dipesan secara *indent* yang membutuhkan waktu 5 sampai 6 bulan. Pekerjaan *finishing* yang seharusnya dikerjakan sekitar Bulan Maret 2023 akan tetapi terlambat sehingga baru

dikerjakan Bulan April 2023. Selain itu, pemasangan keramik yang dilakukan oleh *main contractor* banyak kesalahan sehingga harus dibongkar atau diperbaiki, dimana hal ini menyebabkan keterlambatan pekerjaan.

Selain itu, terlambatnya proses validasi atau *approval* spesifikasi material dari pihak kontraktor, dimana sebelum melakukan pekerjaan pihak kontraktor harus menyerahkan spesifikasi material kepada konsultan pengawas dengan tujuan agar konsultan pengawas dapat melakukan *approval* atau validasi bahwa spesifikasi material yang digunakan dalam pekerjaan ini sesuai dengan kontrak awal. Akan tetapi dalam pelaksanaan, pihak kontraktor telat dalam memberikan dokumen spesifikasi material tersebut sehingga menyebabkan keterlambatan pekerjaan.

### 3. Faktor Transportasi

Adanya keterlambatan pengiriman material dari kantor pusat di Depok ke lokasi proyek di Townsite Batu Hijau, Sekongkang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Pengiriman material terlambat dikarenakan pembayaran yang belum dilakukan oleh pihak *owner* ke PT Prima Graha Bangun Tunggul selaku kontraktor, sehingga barang di-*hold* oleh tim *General Affair* PT Prima Graha Bangun Tunggul. Pengiriman material ke lokasi proyek membutuhkan waktu sekitar 3 sampai 4 minggu menggunakan jalur laut. Dikarenakan pembayaran yang dilakukan *owner* terlambat maka material sampai dilokasi pun tidak sesuai dengan rencana awal.

Pada penelitian ini untuk dapat mengetahui durasi percepatan menggunakan dua metode yaitu CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*), dimana kedua metode ini bertujuan untuk mendapatkan jalur kritis. Jalur kritis adalah jalur dalam jaringan yang memiliki total waktu terlama dan memberikan waktu penyelesaian proyek tercepat sebagai bagian dari tugasnya (Darmawan, 2023). Tujuan dari jalur kritis yaitu untuk dengan cepat mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan dalam pelaksanaan proyek, sehingga prioritas kebijakan penyelenggara proyek dapat ditentukan setiap saat jika terdapat keterlambatan pada kegiatan tersebut. Dalam proses identifikasi jalur kritis, terdapat beberapa terminologi yang digunakan, yaitu sebagai berikut (Klantika, 2023).

1. *Earliest Start Time* (ES) menunjukkan waktu mulai paling awal dari suatu kegiatan. Jika waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu tersebut merupakan waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut.
2. *Lates Start Time* (LS) menunjukkan waktu terakhir kapan kegiatan dapat dimulai, yaitu waktu paling akhir untuk memulai kegiatan tersebut tanpa menghambat proyek secara keseluruhan.
3. *Earliest Finish Time* (EF) menunjukkan waktu berakhir paling awal dari suatu kegiatan. Apabila hanya ada satu kegiatan sebelumnya, maka EF dari kegiatan sebelumnya adalah ES dari kegiatan yang menyusul.
4. *Lates Finish Time* (LF) menunjukkan waktu terakhir kapan suatu kegiatan dapat diselesaikan tanpa menghambat penyelesaian proyek.
5. *Time* (t) adalah periode waktu untuk suatu kegiatan dapat diukur dengan satuan yang umum, seperti hari, minggu, bulan, dan lainnya.
6. *Float* merupakan sejumlah waktu dimana suatu aktivitas non kritis dapat mengalami keterlambatan sesuai dengan jumlah waktu yang ada. Terdapat tiga macam *float*, yaitu:
  - a. *Total Float* (TF) merupakan sejumlah waktu dimana suatu kegiatan non kritis dapat terlambat tanpa memengaruhi penyelesaian proyek.
  - b. *Free Float* (FF) merupakan sejumlah waktu dimana suatu kegiatan non kritis bisa tertunda tanpa harus berpengaruh pada dimulainya kegiatan yang langsung menyusul setelahnya.
  - c. *Independent Float* (IF) merupakan sejumlah waktu di mana suatu kegiatan non-kritis dapat mengalami keterlambatan tanpa terpengaruh oleh kegiatan sebelumnya atau kegiatan yang akan datang.

*Critical Path Method* telah diperkenalkan oleh Du Pond De Numours & Co dan Rimington Rand Univac sejak tahun 1957 sebagai alat untuk mendukung pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia (Kristianti, 2021). Metode CPM menggunakan pendekatan deterministik yang menetapkan durasi hanya pada satu jenis kegiatan dan memiliki lintasan kritis, yaitu rangkaian dari komponen kegiatan yang total durasinya paling panjang. Dengan demikian, metode ini mampu menunjukkan durasi penyelesaian proyek yang tercepat (Kristianti, 2021). Ciri khas dari CPM adalah bahwa kegiatan pelaksanaan proyek digambarkan dengan menggunakan anak panah, yang dikenal dengan istilah *Activity on Arrow* (AOA).

Metode PERT memiliki kesamaan dengan metode CPM (*Critical Path Method*) dalam mengidentifikasi kegiatan yang berada di jalur kritis. Namun, perbedaan antara keduanya terletak pada adanya tambahan kuantitas yang digunakan untuk mengukur perkiraan nilai penyimpangan dari nilai harapan durasi untuk setiap kegiatan (Maharesi, 2002). Sehingga metode PERT memungkinkan kita untuk mengetahui seberapa akurat jadwal sebuah acara yang telah didefinisikan dalam sebuah jaringan. Proses ini dilakukan dengan menghitung probabilitas tercapainya jadwal yang telah ditetapkan untuk acara tersebut. Metode PERT ini mengumpulkan komponen-komponen yang belum pasti dan menganalisis kemungkinan yang ada untuk mengevaluasi penyimpangan proyek atau menentukan apakah proyek tersebut telah sesuai dengan rencana awal (Kristianti, 2021).

Adapun persamaan dari metode CPM dan PERT adalah sebagai berikut (Arshady, 2012).

1. Metode CPM dan PERT adalah teknik yang diterapkan untuk merencanakan, mengendalikan, dan mengawasi proyek.
2. Metode CPM dan PERT menyajikan aktivitas-aktivitas dalam suatu proyek dalam bentuk jaringan kerja.
3. Dengan menggunakan metode CPM dan PERT, berbagai analisis dilakukan untuk mendukung manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya, atau pemanfaatan sumber daya.

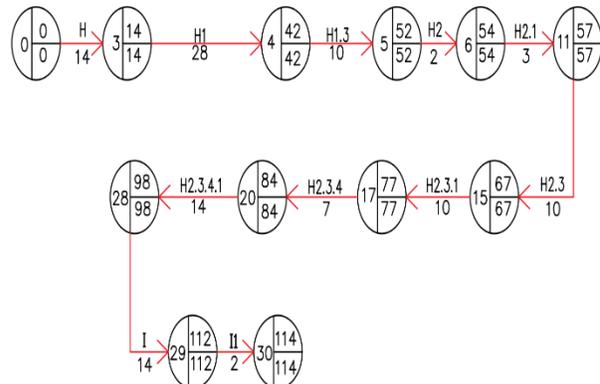
Sedangkan perbedaan yang signifikan terletak pada cara memperkirakan waktu untuk setiap kegiatan. PERT memanfaatkan tiga angka estimasi bagi setiap aktivitas, yaitu optimistik, pesimistik, dan yang paling mungkin. Dengan menyediakan rentang waktu ini, PERT bertujuan untuk mempertimbangkan unsur-unsur ketidakpastian dan menganalisis sejauh mana proyek mungkin menyimpang atau mencapai target penyelesaian. Oleh karena itu, PERT banyak diterapkan dalam bidang penelitian dan pengembangan, di mana setiap kegiatan sering kali memiliki elemen waktu yang tidak menentu. Sebaliknya, CPM menggunakan satu angka estimasi dan lebih umum digunakan pada proyek industri atau konstruksi.

Berdasarkan analisis data yang dilakukan melalui metode CPM (*Critical Path Method*) dihasilkan sebuah diagram jaringan kerja yang menunjukkan kegiatan-

kegiatan yang termasuk dalam jalur kritis sebagai berikut.

- a. *Drawings and Specifications* (H)
- b. *Samples of Materials* (H1)
- c. *Setting out the works* (H1.3)
- d. *Pipework ; 150 mm diameter* (H2)
- e. *Clean Out; 150 mm diameter* (H2.1)
- f. *Circulation Pump (CP-1 & 2)* (H2.3)
- g. *Sand Filter (SF-1)* (H2.3.1)
- h. *Power Panel* (H2.3.4)
- i. *Power & Control Cable Installation from DB. Swimming Pool to Pool Equipment* (H2.3.4.1)
- j. *First Water Treatment* (I)
- k. *Testing and Commisioning* (I1)

Hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode CPM lebih cepat dari durasi rencana akibat keterlambatan proyek selama 209 hari menjadi 114 hari, dimana percepatan waktu ini dikarenakan terdapat kegiatan-kegiatan yang dapat dikerjakan secara bersamaan dan menjadi lebih efisien. Adapun kegiatan yang berada pada jalur kritis dapat dilihat pada **Gambar 2.** sebagai berikut.



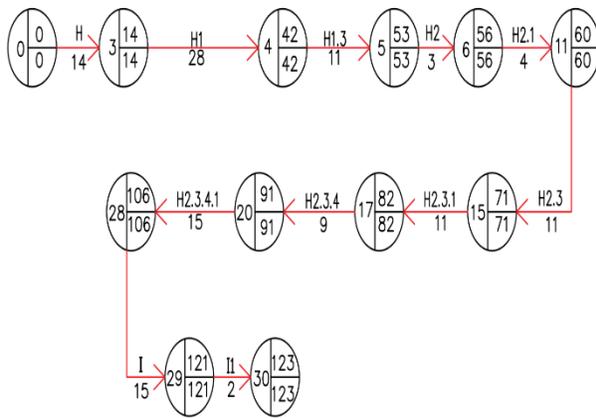
**Gambar 2. Jalur Kritis Metode CPM**

Sedangkan dengan menggunakan metode PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*) didapat kegiatan pada jalur kritis sebagai berikut.

- a. *Drawings and Specifications* (H)
- b. *Samples of Materials* (H1)
- c. *Setting out the works* (H1.3)
- d. *Pipework ; 150 mm diameter* (H2)
- e. *Clean Out; 150 mm diameter* (H2.1)
- f. *Circulation Pump (CP-1 & 2)* (H2.3)
- g. *Sand Filter (SF-1)* (H2.3.1)
- h. *Power Panel* (H2.3.4)

- i. Power & Control Cable Installation from DB. Swimming Pool to Pool Equipment (H2.3.4.1)
- j. First Water Treatment (I)
- k. Testing and Commisioning (I1)

Durasi yang dibutuhkan dengan menggunakan metode PERT adalah 123 hari, dimana durasi ini lebih cepat 86 hari dari durasi rencana akibat keterlambatan proyek. Dapat dilihat pada **Gambar 3.** yang merupakan *network diagram Activity On Arrow* (AOA) jalur kritis Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa Swimming Pool Buin Batu School dengan menggunakan metode PERT.



**Gambar 3. Jalur Kritis Metode PERT**

Pada metode PERT terdapat perhitungan distribusi normal, dimana perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai probabilitas waktu penyelesaian proyek (Puspitasari et al., 2022). Dalam perhitungan ini diperlukan nilai target dimana nilai ini sebesar 123 hari yang didapat dari perhitungan waktu dengan menggunakan metode PERT, sedangkan total waktu dalam jalur kritis sebesar 114 hari yang didapat dari percepatan waktu menggunakan metode CPM.

$$T(d) = 123 \text{ hari}$$

$$T_e = 114 \text{ hari}$$

$$S = 2,77 \text{ hari}$$

$$Z = \frac{T(d) - T_e}{S} \tag{1}$$

$$Z = \frac{123 - 114}{2,77}$$

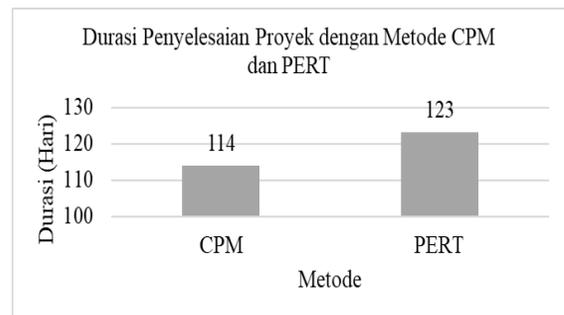
$$Z = 3,25.$$

Dalam daftar tabel distribusi normal, jika z bernilai 3,25 maka hasil yang diperoleh sebesar 0,9994. Dimana distribusi normal merupakan fungsi probabilitas yang menunjukkan penyebaran suatu variabel. Tujuan dari distribusi normal ini yaitu untuk menyatakan kemungkinan terjadinya error measurement atau kesalahan dalam pengukuran, dimana jika nilai distribusi normal yang didapat mendekati 1 mengartikan bahwa kemungkinan terjadinya kesalahan pengukuran pada distribusi data sangat kecil. Dalam penelitian ini didapat nilai distribusi normal sebesar 0,9994 yang berarti terdapat peluang sebesar 99,94% untuk dapat menyelesaikan proyek instalasi pipa dan mesin pompa dalam kurun waktu 123 hari.

Pada penelitian ini metode yang dipakai untuk penjadwalan adalah CPM dan PERT. Salah satu perbedaan yang utama antara CPM dan PERT terletak pada cara memperkirakan durasi kegiatan. PERT menggunakan tiga angka estimasi yaitu waktu optimis, waktu paling mungkin, dan waktu pesimis. Di sisi lain, CPM hanya menerapkan satu jenis durasi untuk estimasinya (Darmawan, 2023). Perbandingan waktu pengerjaan proyek instalasi pipa dan mesin pompa dengan metode CPM dan PERT dapat dilihat pada **Tabel 2.** dan **Gambar 4.** di bawah ini.

**Tabel 2. Durasi Penyelesaian Proyek dengan Metode CPM dan PERT**

Keterangan	CPM	PERT	Selisih
Durasi (hari)	114	123	9



**Gambar 4. Perbandingan Metode Terhadap Waktu Penyelesaian Proyek**

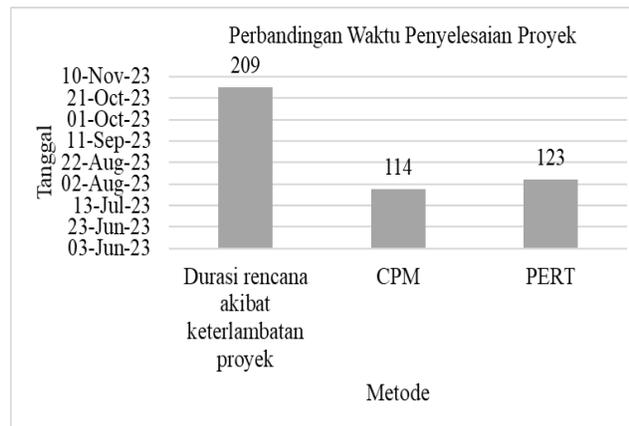
Berdasarkan data pada **Tabel 2.** dan **Gambar 4.** di atas, dapat disimpulkan bahwa metode penjadwalan CPM lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan

metode PERT. Total waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek instalasi pipa dan mesin pompa dengan menggunakan metode CPM adalah selama 114 hari, sedangkan untuk metode PERT waktu yang diperlukan adalah selama 123 hari. Metode CPM memiliki selisih 9 hari lebih cepat jika dibandingkan dengan teknik perhitungan menggunakan metode PERT.

Untuk perbandingan durasi rencana akibat keterlambatan proyek dan durasi percepatan menggunakan metode CPM dan PERT pengerjaan proyek instalasi pipa dan mesin pompa dapat dilihat pada **Tabel 3.** dan **Gambar 5.** di bawah ini.

**Tabel 3. Perbandingan Durasi Rencana Akibat Keterlambatan Proyek, CPM, dan PERT**

Metode	Tanggal Minggu ke 26	Tanggal Selesai	Durasi
Durasi rencana akibat keterlambatan proyek	05-Apr-23	31-Oct-23	209
CPM	05-Apr-23	28-Jul-23	114
PERT	05-Apr-23	06-Aug-23	123



**Gambar 5. Perbandingan Durasi Rencana Akibat Keterlambatan Proyek, CPM, dan PERT**

Berdasarkan durasi rencana akibat keterlambatan proyek jika tidak dilakukan percepatan mulai dari pelaksanaan pekerjaan *pipework circulation pump* sampai pekerjaan *testing and commisioning* membutuhkan waktu 209 hari sehingga proyek

berlangsung sampai tanggal 31 Oktober 2023. Sementara itu, total waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek instalasi pipa dan mesin pompa dengan menggunakan metode CPM adalah selama 114 hari sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat selesai hingga tanggal 28 Juli 2023, sedangkan untuk metode PERT waktu yang diperlukan adalah selama 123 hari dimana pelaksanaan pekerjaan dapat selesai hingga tanggal 6 Agustus 2023.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School* dengan menggunakan metode CPM dan PERT dapat disimpulkan sebagai berikut.

Penyebab keterlambatan pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School* disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pekerjaan struktur yang dikerjakan oleh *main contractor* belum selesai sehingga pekerjaan pemasangan sparing untuk pipa-pipa pun mengalami keterlambatan, adanya keterlambatan pekerjaan *finishing* oleh *main contractor* yang disebabkan karena material datang terlambat di lokasi proyek, terlambatnya proses validasi atau *approval* spesifikasi material dari pihak kontraktor, dan pengiriman material terlambat dikarenakan pembayaran yang belum dilakukan oleh pihak *owner* ke PT Prima Graha Bangun Tunggal selaku kontraktor, sehingga barang di-*hold* oleh tim *General Affair* PT Prima Graha Bangun Tunggal.

Durasi percepatan pada Proyek Instalasi Pipa dan Mesin Pompa *Swimming Pool* Buin Batu *School* dengan menggunakan metode CPM didapatkan durasi 114 hari, dimana durasi ini lebih cepat 95 hari dari durasi rencana akibat keterlambatan proyek. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT didapatkan durasi percepatan selama 123 hari yang memiliki selisih 86 hari lebih cepat dari durasi rencana akibat keterlambatan proyek. Adapun probabilitas proyek dapat selesai pada durasi 123 hari adalah 99,94%. Percepatan durasi ini didapatkan karena dipengaruhi oleh adanya aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan secara bersamaan tanpa mengganggu aktivitas pada jalur kritis. Adapun dari percepatan menggunakan metode CPM dan PERT didapatkan sebuah jalur kritis dengan 11 kegiatan sesuai dengan urutan pekerjaan sebagai berikut: *Drawings and*

*Specifications (H), Samples of Materials (H1), Setting out the works (H1.3), Pipework; 150 mm diameter (H2), Clean Out; 150 mm diameter (H2.1), Circulation Pump (CP-1 & 2) (H2.3), Sand Filter (SF-1) (H2.3.1), Power Panel (H2.3.4), Power & Control Cable Installation from DB. Swimming Pool to Pool Equipment (H2.3.4.1), First Water Treatment (I), Testing and Commissioning (II).*

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa durasi rencana akibat keterlambatan proyek jika tidak dilakukan percepatan mulai dari pelaksanaan pekerjaan *pipework circulation pump* sampai pekerjaan *testing and commissioning* membutuhkan waktu 209 hari sehingga proyek berlangsung sampai tanggal 31 Oktober 2023. Sementara itu, total waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek instalasi pipa dan mesin pompa dengan menggunakan metode CPM adalah selama 114 hari sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat selesai hingga tanggal 28 Juli 2023, sedangkan untuk metode PERT waktu yang diperlukan adalah selama 123 hari dimana pelaksanaan pekerjaan dapat selesai hingga tanggal 6 Agustus 2023.

Berdasarkan hasil analisis ini metode yang lebih baik digunakan dalam melakukan percepatan waktu adalah metode CPM karena metode CPM menggunakan waktu deterministik yang berarti waktu aktivitas yang digunakan adalah estimasi tunggal, hal ini membuat perencanaan menjadi lebih pasti dan jelas.

## REFERENSI

- Chasanah, U., & Sulistyowati. (2017). Penerapan Manajemen Konstruksi Dalam Pelaksanaan Konstruksi. *Jurnal Neo Teknika*, 3(1), 35–39.
- Ayatullah, M. A., Sarmingsih, A., & Syarifudin. (2023). Analisis Manajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Jalan Parang Garuda East Kawasan Industri Kendal. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 1(3), 88–92.
- Arifin, Z. (2022). Pengantar Manajemen Proyek. In *Modul Edisi 1*.
- Wasito, & Syaikhudin, A. Y. (2020). Studi Penerapan Critical Path Metode (CPM) Pada Proyek Pembangunan Pabrik Semen Rembang PT Semen Gresik. *Journal of Management and Accounting*, 3(2).
- Ervianto, W. I. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi*. ANDI.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2020). *Manajemen Proyek*. CV. Pilar Nusantara.
- Hidayah, R., Ridwan, A., & SP, Y. C. (2018). Analisa Perbandingan Manajemen Waktu Antara Perencanaan dan Pelaksanaan. *Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Sipil*, 1(2).
- Payangan, C. (2022). *Tinjauan Penerapan Manajemen Waktu dengan Metode Earned Value pada Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Pembangunan Training Center dan Hotel Universitas Hasanuddin Tahap 1 di Kota Makassar*.
- Ersin, S. Q. Q. A. (2023). Aplikasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PERT-CPM pada Pembangunan Ruang Kelas SDN 009 Bontang Baru. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 2(2), 42–54.
- Darmawan, M. A. (2023). *Analisis Penjadwalan Proyek Perawatan Oil Tank Sistem Coil Heater Pipe Pabrik Dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Project Evaluation and Review Technique)*. Universitas Mercu Buana.
- Klantika, D. B. (2023). *Analisis Optimalisasi Proyek di PT Prasetya Dwidharma pada Proyek Pengadaan Alat Gym ST. Regis Jakarta Menggunakan Metode Critical Path Methode (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT)*. Universitas Mercu Buana.
- Kristianti, N. (2021). *Penjadwalan Proyek dengan Metode PERT Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung TILC UGM di Yogyakarta (Scheduling Project With PERT Method Case Study: Building Project Of TILC UGM at Yogyakarta)*. Universitas Islam Indonesia.
- Maharesi, R. (2002). Penjadwalan Proyek Dengan Menggabungkan Metode PERT Dan CPM. *Komputer Dan Sistem Intelijen (KOMMIT)*.
- Arshady, Moch. I. (2012). *Analisis Penjadwalan dengan Menggunakan Network Planning dalam Rangka Mengefektifkan Waktu Perbaikan Engine Type JT8D di PT. Nusantara Turbin dan Propulsi*. Universitas Pasundan.
- Puspitasari, D. P., Novi Andhi Setyo, & Poerwodihardjo, F. E. (2022). Analisis Perbandingan Penjadwalan Proyek Dengan

---

Metode CPM, PERT, Kurva-S (Studi Kasus Peningkatan Jalan Menganti Kesugihan).  
*Jurnal Teodolita : Media Komunikasi Ilmiah*  
*Dibidang Teknik, 23(1).*