

ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN PADA TIME SCHEDULE PEMBANGUNAN STRUKTUR RUKO 3 LANTAI DENGAN METODE CPM DAN PERT (Studi Kasus : Regency Piayu)

Jeffrey Victory¹
Indrastuti²

¹Teknik Sipil Universitas Internasional Batam

²Teknik Sipil Universitas Internasional Batam

email korespondensi: jeffreyvicto@gmail.com

ABSTRACT

Time management is critical to a project's success because it makes it easier to create controls that guarantee the project is carried out with few deviations and produces satisfactory outcomes with the resources already in place. The PERT and CPM methodologies are designed to describe and establish relationships between various activities and interpret the varying times required for each activity in a comprehensive project plan. The author's investigation focused on the construction of a 3-story shophouse. Based on this investigation, it was found that the planning time to complete the structural work was 50 weeks, while the implementation (realization) was 54 weeks to complete the structural work. In addition, to prevent delays in construction projects, it is necessary to prioritize several tasks designated as critical paths. Using the critical route method, it was discovered that the installation of the first and second floor staircase work, which took longer than expected (15 weeks), was the primary reason for delays compared to the free float given, namely 8 weeks.

Keywords: Time Management, Time Schedule, Critical Path Method, PERT Network Diagram.

ABSTRAK

Perencanaan waktu sangat penting untuk keberhasilan proyek karena memungkinkan penerapan pengendalian yang mudah untuk memastikan proyek berjalan lancar dengan sumber daya yang tersedia dan mencapai hasil yang memuaskan. Metodologi PERT dan CPM dirancang untuk menggambarkan dan membangun hubungan antara berbagai aktivitas dan interpretasi waktu yang bervariasi yang diperlukan untuk setiap aktivitas dalam rencana proyek yang komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk mengelola waktu sehingga setiap fase proyek dapat diselesaikan tepat waktu dan mengurangi penundaan pada proyek. Berdasarkan investigasi ini, didapatkan perencanaan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan struktur adalah 50 minggu, sedangkan pelaksanaan (realisasi) adalah 54 minggu untuk menyelesaikan pekerjaan struktur. Selain itu, untuk mencegah keterlambatan proyek konstruksi, perlu diprioritaskan beberapa tugas yang ditetapkan sebagai jalur kritis. Berdasarkan metode jalur kritis ditemukan bahwa penyebab utama keterlambatan yaitu pada pelaksanaan pekerjaan tangga lantai 1 dan 2 yang membutuhkan waktu lebih banyak (15 minggu) dibandingkan dengan free float yang diberikan yaitu 8 minggu.

Kata Kunci: Manajemen Waktu, Time Schedule, Critical Path Method, PERT Network Diagram.

1. PENDAHULUAN

Manajemen proyek merupakan proses terkoordinasi di mana orang-orang dalam suatu organisasi ikut serta secara mendalam mengelola, mengembangkan, mengarahkan, dan mengoperasikan suatu program, menggunakan sumber daya yang terbatas, waktu secara efisien dan untuk Melaksanakan proyek yang Direncanakan, semuanya menuju tujuan tertentu (Müller, R., Drouin, N., 2019).

Pentingnya proses anggaran dalam kegiatan konstruksi bangunan membuat para pelaku konstruksi berhati-hati dalam melaksanakannya. Jika terjadi keterlambatan pada suatu proyek, maka perlu dilakukan pengelolaan ulang agar kualitas proyek tidak menjadi rendah (Alobadi & Naimi, 2023). Pentingnya manajemen proyek dalam suatu konstruksi, agar dapat melaksanakan arahan sesuai dengan jadwal dan perencanaan pada proyek yang akan dilaksanakan. Manajemen proyek biasanya direncanakan sebelum rencana waktu proyek dimulai.

Jadwal adalah salah satu indikator yang menilai keberhasilan suatu konstruksi, di samping anggaran dan kualitas (Gaur, 2022). Jadwal harus diperhatikan dalam manajemen konstruksi guna menentukan lama dan urutan aktivitas konstruksi, sehingga tercipta penjadwalan yang logis dan realistis (Zahir et al., 2023). Secara umum, penjadwalan konstruksi memanfaatkan estimasi durasi yang jelas (Kendek & Rachmawati, 2024). Akan tetapi, terdapat banyak faktor ketidakpastian yang membuat durasi setiap kegiatan tidak bisa ditentukan dengan pasti. Beberapa faktor yang memengaruhi ketidakpastian durasi mencakup produktivitas tenaga kerja, kondisi cuaca, dan lain-lain. (Day et al., 2019).

Pengelolaan waktu menjadi salah satu fokus utama untuk meningkatkan pelaksanaan proyek konstruksi dengan cara yang efektif dan efisien (Al-Marri Hamad, 2019). Menentukan waktu yang tepat dalam sebuah proyek dapat menghasilkan hasil yang optimal. Dengan tersedianya sumber daya manusia yang sesuai dengan bidangnya, hasil penyelesaian pekerjaan akan menjadi optimal. Penyelesaian sebuah proyek konstruksi tidak hanya memprioritaskan waktu, tetapi juga harus memperhatikan kualitas dan anggaran yang ada. (Alden Nelson et al., 2023).

Proyek pembangunan ruko, seringkali menghadapi tantangan dalam hal manajemen waktu. Keterlambatan penyelesaian proyek dapat mengakibatkan kerugian finansial dan reputasi bagi pengembang. Oleh karena itu penulis menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dan Diagram PERT untuk merencanakan dan mengendalikan waktu proyek. Metode CPM dan PERT telah terbukti menjadi alat yang andal dalam membantu manajer proyek mengidentifikasi jalur kritis dan memprediksi waktu penyelesaian yang realistis.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek

Manajemen proyek melibatkan penggunaan pengetahuan dan keterampilan dengan memanfaatkan alat dan teknik tertentu untuk mengarahkan aktivitas proyek guna memenuhi kebutuhan dan persyaratan proyek tersebut (Stanitsas et al., 2021). Tujuan utama dari penelitian ini adalah analisis waktu, yaitu pengelolaan waktu proyek, yang bertujuan untuk memastikan setiap fase proyek dapat diselesaikan tepat waktu, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya, dan mengurangi penundaan. Selain itu, manajemen waktu yang efektif juga membantu dalam mengidentifikasi potensi risiko yang dapat mempengaruhi jadwal dan memberikan solusi untuk mengatasinya agar proyek tetap berjalan sesuai rencana awal. Dengan pengelolaan waktu yang baik, proyek dapat mencapai tujuan yang diinginkan tanpa mengorbankan kualitas hasil akhir.

Tujuan utama dari manajemen proyek adalah mencapai target proyek sesuai dengan batasan yang telah ditentukan (Van Thuyet et al., 2007). Sasaran tersebut meliputi pencapaian hasil yang memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan sebelumnya. Selain itu, proyek harus diselesaikan dalam jangka waktu yang telah ditetapkan, sehingga tidak terjadi penundaan yang merugikan (Rachid et al., 2019). Manajemen proyek juga bertujuan untuk mengelola sumber daya secara efisien, agar penggunaan sumber daya dapat dilakukan secara optimal sepanjang siklus proyek.

Menurut penelitian sebelumnya, salah satu masalah yang dapat membahayakan berbagai pihak proyek adalah keterlambatan rencana konstruksi (Prabowo & Abduh, 2023). Salah satu unsur krusial dalam proyek adalah penjadwalan, yang mencerminkan kemajuan proyek terkait kinerja sumber daya, biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material, serta rencana waktu dan durasi proyek. (Perdana & Rahman, 2019). Kemajuan waktu yang ada dalam jadwal proyek adalah salah satu aspek krusial dalam pengendalian waktu proyek. (Durdyev & Hosseini, 2020). Dengan memahami kemajuan rencana aktual sebuah proyek, pengelola proyek dapat mendeteksi dan mengatasi isu yang timbul secara cepat, mendistribusikan sumber daya dengan efektif, serta melakukan tindakan perbaikan untuk memastikan proyek tetap berjalan lancar. (Tam et al., 2020).

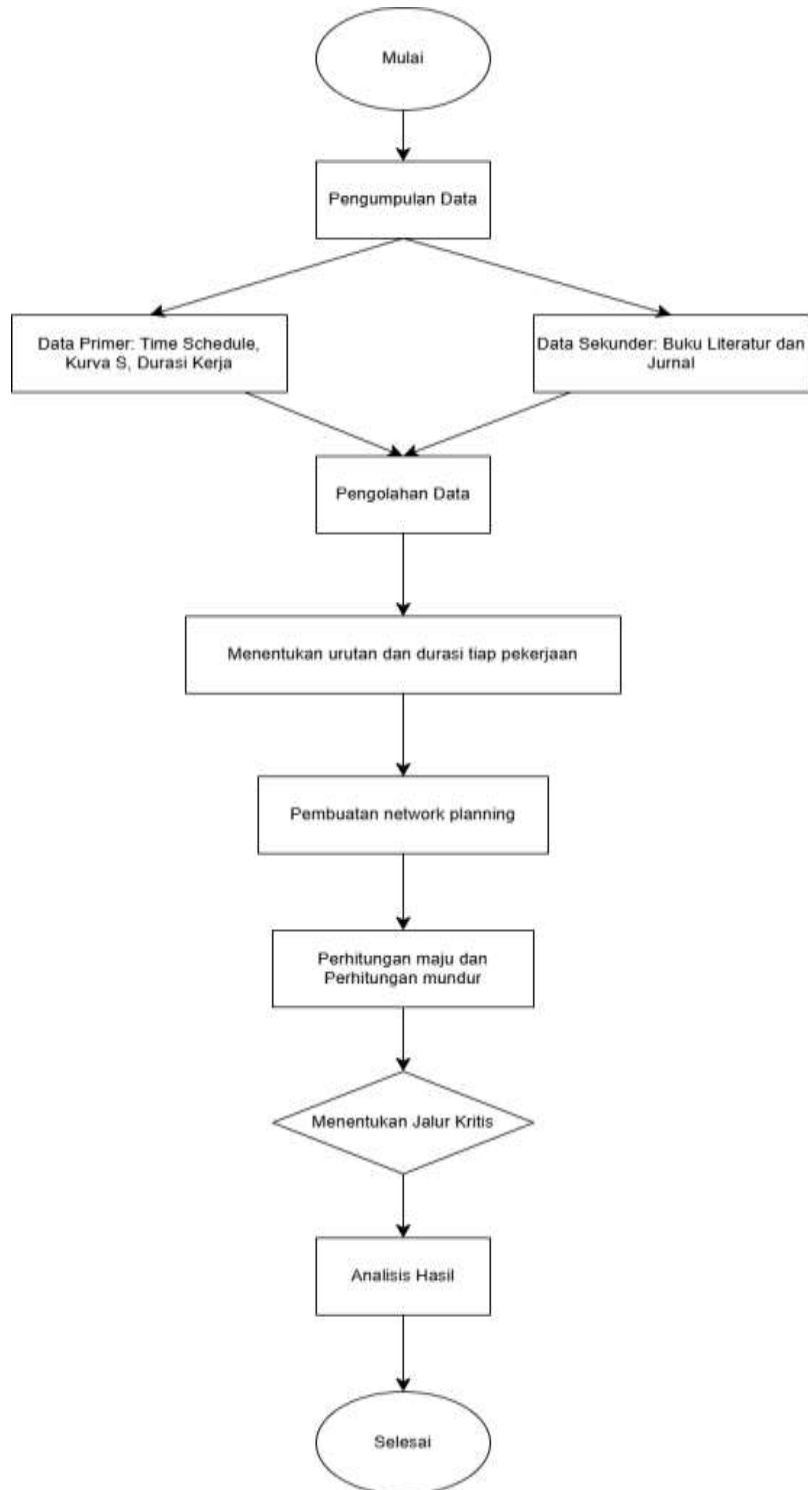
2.2 CPM dan PERT

Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu teknik yang paling penting dalam manajemen proyek (Atin & Lubis, 2019). CPM digunakan untuk merencanakan dan mengontrol jadwal proyek. Metode Critical Path Method melibatkan identifikasi dan analisis dari urutan kegiatan kritis yang menentukan durasi total proyek (Heigermoser et al., 2019). Dengan memahami dan mengelola jalur kritis, manajer proyek dapat memastikan bahwa proyek tetap pada jalur yang tepat dan menyelesaikannya tepat waktu.

Critical Path adalah urutan terpanjang dari kegiatan yang harus diselesaikan untuk menyelesaikan proyek (Sa'adah et al., 2022). Setiap aktivitas pada jalur kritis memiliki "float" atau "slack" nol, yang berarti bahwa penundaan dalam aktivitas apa pun pada jalur ini akan menyebabkan penundaan keseluruhan proyek. Studi menunjukkan bahwa CPM banyak digunakan dalam berbagai sektor, seperti konstruksi, teknologi informasi, dan manufaktur. Dalam proyek konstruksi, CPM digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang memerlukan perhatian khusus agar jadwal proyek terpenuhi (Lalmi et al., 2021).

CPM membantu mengidentifikasi aktivitas mana yang paling kritis untuk penyelesaian proyek tepat waktu (Abdurrasyid et al., 2019). Ini memungkinkan manajer proyek untuk fokus pada aktivitas tersebut (Lugra & Wahib, 2016). Dengan mengetahui jalur kritis, manajer proyek dapat memaksimalkan jadwal dan memastikan bahwa sumber daya digunakan dengan cara yang paling efisien. CPM memungkinkan evaluasi dampak dari perubahan jadwal atau penundaan aktivitas tertentu terhadap keseluruhan proyek. CPM tidak hanya membantu dalam

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1.1 Detail Pekerjaan dan Predecessor Rencana

Merencanakan dan mengatur jadwal merupakan salah satu aspek yang penting untuk menghindari keterlambatan pada proyek. Dari perencanaan time schedule, detail pekerjaan, predesesor dan durasi untuk pembangunan pekerjaan struktur pada proyek Regency Piayu dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Detail Pekerjaan, Predecessor dan Durasi Rencana Proyek

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Predecessor	Durasi (Minggu)
1	Pekerjaan Persiapan	A		4
2	Pekerjaan Tanah	B	A	6
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	B	8
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	C	9
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	D	8
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	E	8
7	Kolom lantai 4	G	F	7
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	E	4

4.1.2 Perhitungan Maju Rencana

Waktu mulai paling awal (ES) dan waktu selesai paling awal (EF) dihitung dengan perhitungan maju, yang dimulai dengan 0 pada ES aktivitas pertama dan berlanjut sepanjang jadwal. Menentukan tanggal ES dan EF memungkinkan alokasi sumber daya awal untuk proyek. Perhitungan maju sesuai dengan rencana pada time schedule dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Maju Rencana

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi (Minggu)	Perhitungan Maju	
				ES	EF
1	Pekerjaan Persiapan	A	4	0	4
2	Pekerjaan Tanah	B	6	4	10
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	8	10	18
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	9	18	27
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	8	27	35
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	8	35	43
7	Kolom lantai 4	G	7	43	50
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	4	35	39

4.1.3 Perhitungan Mundur Rencana

Waktu paling akhir dimulainya sebuah aktivitas (LS) dan waktu paling akhir diselesaikannya sebuah aktivitas (LF) dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan mundur.. Perhitungan dimulai dengan aktivitas yang dijadwalkan terakhir dan berlanjut kembali sepanjang jadwal proyek. Perhitungan mundur dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan Mundur Rencana

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi (Minggu)	Perhitungan Mundur	
				LS	LF
1	Pekerjaan Persiapan	A	4	0	4
2	Pekerjaan Tanah	B	6	4	10
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	8	10	18
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	9	18	27
NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi (Minggu)	Perhitungan Mundur	
				LS	LF
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	8	27	35
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	8	35	43
7	Kolom lantai 4	G	7	43	50
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	4	39	43

4.1.4 Total Float dan Jalur Kritis Rencana

Critical Path Method (CPM) merupakan sebuah teknik penjadwalan yang dipakai untuk mengidentifikasi jalur kritis dalam suatu proyek, yaitu urutan tugas yang menentukan durasi paling singkat untuk menyelesaikan proyek tersebut. CPM membantu mengidentifikasi tugas yang harus diselesaikan tepat waktu untuk menghindari penundaan proyek. Baris-baris yang ditandai dengan keterangan “K” merupakan pada Tabel 4 adalah jalur kritis dan baris yang ditandai dengan huruf “N” bukan merupakan jalur kritis dari proyek ini.

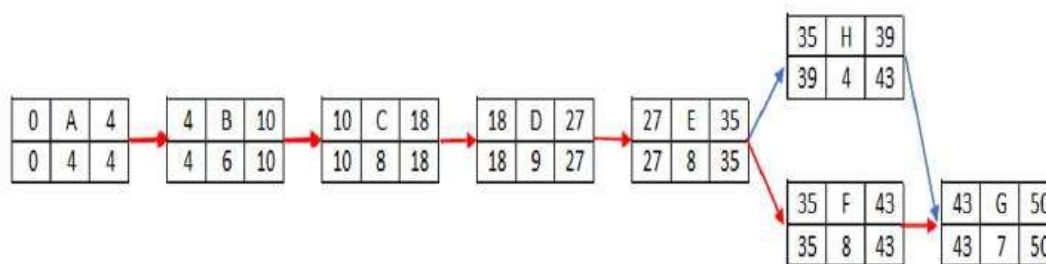
Tabel 4.4 Total Float dan Jalur Kritis Rencana

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi	ES	EF	TF	Detail
1	Pekerjaan Persiapan	A	4	0	4	0	K
2	Pekerjaan Tanah	B	6	4	10	0	K
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	8	10	18	0	K
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	9	18	27	0	K
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	8	27	35	0	K
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	8	35	43	0	K
7	Kolom lantai 4	G	7	43	50	0	K
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	4	35	39	4	N

4.1.5 Network Diagram Rencana

Network diagram adalah alat manajemen proyek yang digunakan untuk membantu dalam menentukan urutan pelaksanaan, mengidentifikasi ketergantungan, serta mengatur sumber daya secara efektif untuk memastikan kelancaran dan keberhasilan proyek. Ini menunjukkan jenis tugas yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikannya, dan hubungan antara tugas-tugas ini. Jalur kritis pada proyek ini ditunjukkan oleh panah merah dari Gambar 3.

Gambar 3. Network Diagram Rencana



Dari Network Diagram tersebut dapat terlihat bahwa pada perencanaan time schedule, waktu total yang dari tahap pekerjaan persiapan hingga pekerjaan struktur membutuhkan 50 minggu untuk selesai, dan jalur kritis dari perencanaan time schedule yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi dan sloof, kolom lantai 1 dan dak lantai 2, kolom lantai 2 dan dak lantai 3, kolom lantai 3 dan balok lantai 4 dan pekerjaan kolom lantai 4.

4.2.1 Detail Pekerjaan dan Predecessor Pelaksanaan

Deskripsi ini mencakup informasi terperinci tentang tugas-tugas spesifik, hubungan antara satu tugas dengan tugas lainnya, serta waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masing-masing tugas sesuai dengan pelaksanaan di lapangan. Tujuan dari penjelasan ini adalah untuk memastikan bahwa semua langkah dalam proyek dikerjakan secara teratur dan efisien, serta untuk meminimalkan hambatan dan mempercepat pencapaian hasil yang diinginkan.

Tabel 4.5 Detail Pekerjaan, Predecessor dan Durasi Pelaksanaan

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Predecessor	Durasi (Minggu)
1	Pekerjaan Persiapan	A		2
2	Pekerjaan Tanah	B	A	4
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	B	8
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	C	12
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	D	8
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	E	11
7	Kolom lantai 4	G	F	5
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	E	15

4.2.2 Perhitungan Maju Pelaksanaan

Perhitungan maju pelaksanaan digunakan untuk mengukur realisasi proyek di lapangan. Metode ini bertujuan untuk memantau perkembangan proyek secara real-time, dengan membandingkan jadwal yang direncanakan dengan kemajuan aktual yang terjadi di lapangan. Dengan perhitungan maju, dapat diketahui apakah proyek berjalan sesuai dengan rencana, mengalami percepatan, atau justru mengalami keterlambatan. Informasi ini sangat penting untuk pengambilan keputusan yang tepat guna menjaga agar proyek tetap berada di jalur yang benar dan selesai tepat waktu.

Tabel 4.6 Perhitungan Maju Pelaksanaan

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi (Minggu)	Perhitungan Maju	
				ES	EF
1	Pekerjaan Persiapan	A	2	0	2
2	Pekerjaan Tanah	B	4	2	6
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	8	6	14
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	12	14	26
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	8	26	34
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	11	34	45
7	Kolom lantai 4	G	5	49	54
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	15	34	49

4.2.3 Perhitungan Mundur Pelaksanaan

Perhitungan mundur pada pelaksanaan/realisasi dapat dilihat pada Tabel 7. Metode ini berfungsi untuk menentukan jadwal akhir dari setiap tugas dengan bekerja mundur dari tanggal penyelesaian proyek yang diinginkan.

Tabel 4.7 Perhitungan Mundur Pelaksanaan

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi (Minggu)	Perhitungan Mundur	
				LS	LF
1	Pekerjaan Persiapan	A	2	0	2
2	Pekerjaan Tanah	B	4	2	6
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	8	6	14

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi (Minggu)	Perhitungan Mundur	
				LS	LF
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	12	14	26
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	8	26	34
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	11	38	49
7	Kolom lantai 4	G	5	49	54
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	15	34	49

4.2.4 Total Float dan Jalur Kritis Pelaksanaan

Total float dan jalur kritis pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 8. Total float mengacu pada jumlah waktu yang dapat ditoleransi tanpa mengakibatkan keterlambatan pada tanggal penyelesaian proyek, sementara jalur kritis merupakan rangkaian tugas yang menentukan durasi total proyek. Baris yang ditandai dengan keterangan “K” pada Tabel 4.8 merupakan jalur kritis dan baris yang ditandai dengan huruf “N” bukan merupakan jalur kritis dari proyek ini.

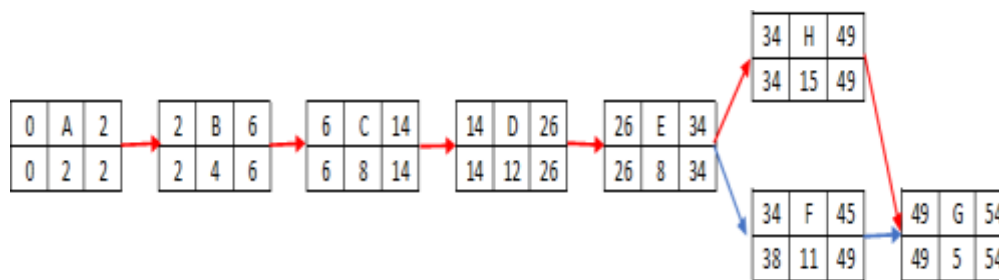
Tabel 4.8 Total Float dan Jalur Kritis Pelaksanaan

NO	Detail Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi	ES	EF	TF	Detail
1	Pekerjaan Persiapan	A	2	0	2	0	K
2	Pekerjaan Tanah	B	4	2	6	0	K
3	Pekerjaan Pondasi & Sloof	C	8	6	14	0	K
4	Kolom Lantai 1 & Dak Lantai 2	D	12	14	26	0	K
5	Kolom Lantai 2 & Dak Lantai 3	E	8	26	34	0	K
6	Kolom Lantai 3 & Balok Lantai 4	F	11	34	45	4	N
7	Kolom lantai 4	G	5	49	54	0	K
8	Tangga LT.1 & LT. 2	H	15	34	49	0	K

4.2.5 Network Diagram Pelaksanaan

Dari perhitungan maju dan juga network diagram dapat dilihat bahwa pada pelaksanaan/realisasi dari tahap pekerjaan persiapan hingga pekerjaan struktur membutuhkan waktu 54 minggu dengan jalur kritis yang berbeda dengan rencana awal pada time schedule. Dari Network Diagram tersebut dapat terlihat bahwa jalur kritis dari pelaksanaan yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi dan sloof, kolom lantai 1 dan dak lantai 2, kolom lantai 2 dan dak lantai 3, kolom lantai 4 dan tangga lantai 2 dan 2.

Gambar 4. Network Diagram Pelaksanaan



5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan perbandingan waktu antara perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan struktur menggunakan Critical Path Method dan Network Diagram, didapatkan perencanaan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan struktur adalah 50 minggu, sedangkan pelaksanaan (realisasi) adalah 54 minggu untuk menyelesaikan pekerjaan struktur dengan selisih waktu sebesar 8% atau sekitar 4 minggu dari durasi perencanaan yaitu 50 minggu. Penyebab utama keterlambatan yaitu pada pelaksanaan pekerjaan tangga lantai 1 dan 2 yang membutuhkan waktu lebih banyak (15 minggu) dibandingkan dengan free float yang diberikan yaitu 8 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrasyid, A., Luqman, L., Haris, A., & Indrianto, I. (2019). Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal. *Khazanah Informatika : Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 5(1), 28–36. <https://doi.org/10.23917/khif.v5i1.7066>
- Al-Marri Hamad, S. (2019). *Effective time management and organisational performance : A case study of Qatar Non-Governmental organisations (NGOs)*. June, 1–317. [https://repository.cardiffmet.ac.uk/bitstream/handle/10369/10951/Saleh Hamad Al-Marri - Revised Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.cardiffmet.ac.uk/bitstream/handle/10369/10951/Saleh%20Hamad%20Al-Marri%20-%20Revised%20Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alden Nelson, Adeline Oktalia, Emilya, Lia Willyanto, & Monica Ella. (2023). Analisis Jam Kerja Dan Waktu Lembur Pada Perusahaan Manufaktur Kota BATAM. *E-Bisnis : Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 16(1), 181–189. <https://doi.org/10.51903/e-bisnis.v16i1.1182>
- Alobadi, H. A., & Naimi, S. (2023). a Study of Construction Delays. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, 15(1), 296–308.
- Atin, S., & Lubis, R. (2019). Implementation of Critical Path Method in Project Planning and Scheduling. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 662(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/2/022031>
- Day, E., Fankhauser, S., Kingsmill, N., Costa, H., & Mavrogianni, A. (2019). Upholding labour productivity under climate change: an assessment of adaptation options. *Climate Policy*, 19(3), 367–385. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1517640>
- Durdyev, S., & Hosseini, M. R. (2020). Causes of delays on construction projects: a comprehensive list. *International Journal of Managing Projects in*

- Business*, 13(1), 20–46. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2018-0178>
- Gaur, S. (2022). Understanding the Importance of Project Planning and Scheduling in Indian Construction Projects. *Journal of Positive School Psychology*, 2022(3), 3535–3544. <http://journalppw.com>
- Heigermoser, D., García de Soto, B., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. (2019). BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. *Automation in Construction*, 104(June 2018), 246–254. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019>
- Kendek, A. T. M., & Rachmawati, F. (2024). Analisis Penjadwalan Probabilistik (Studi Kasus: Proyek Apartemen Grand Shamaya Tower Aubrey). *Jurnal Teknik ITS*, 13(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v13i1.124937>
- Lalmi, A., Fernandes, G., & Souad, S. B. (2021). A conceptual hybrid project management model for construction projects. *Procedia Computer Science*, 181(2019), 921–930. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.248>
- Lugra, W., & Wahib, A. (2016). Potensi Agregat Serta Dampak Yang Timbul Bila Dilakukan Eksploitasi Di Pantai Dan Lepas Pantai Muara Sungai Sambas Kalimantan Barat. *Jurnal Geologi Kelautan*, 3(2), 9–18. <https://doi.org/10.32693/jgk.3.2.2005.124>
- Müller, R., Drouin, N., & S. (2019). Project Management . Project Management Journal , Modelling Organizational Project Management. *Project Management Journal*.
- Perdana, S., & Rahman, A. (2019). PENERAPAN MANAJEMEN PROYEK DENGAN METODE CPM (Critical Path Method) PADA PROYEK PEMBANGUNAN SPBE. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 242–250. <https://doi.org/10.32696/ajpkm.v3i1.235>
- Prabowo, O. P. W., & Abduh, M. (2023). Pengaruh Penerapan SMK3 Pada Proyek Konstruksi Terhadap Kualitas Pekerjaan (Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Gedung Kantor Kejaksaan Kota Madiun. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 3(1), 1145–1150. <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v3i1.7987>
- Rachid, Z., Toufik, B., & Mohammed, B. (2019). Causes of schedule delays in construction projects in Algeria. *International Journal of Construction Management*, 19(5), 371–381. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1435234>
- Sa'adah, N., Iqrammah, E., & Rijanto, T. (2022). Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) Dan Crashing. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 3(2), 55–62. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v3n2.p55-62>
- Stanitsas, M., Kirytopoulos, K., & Leopoulos, V. (2021). Integrating sustainability indicators into project management: The case of construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123774. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123774>
- Taghipour, M., Seraj, F., Amin, M., & Delivand, M. C. (2020). Evaluating CCPM Method Versus CPM in Multiple Petrochemical Projects. *International Technology and Science Publications*, 3(3), 1–20. <https://doi.org/10.31058/j.mana.2020.32004>
- Tam, C., Moura, E. J. da C., Oliveira, T., & Varajão, J. (2020). The factors influencing the success of on-going agile software development projects.



International Journal of Project Management, 38(3), 165–176.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.02.001>

Van Thuyet, N., Ogunlana, S. O., & Kumar Dey, P. (2007). Risk management in oil and gas construction projects in Vietnam. *International Journal of Energy Sector Management*, 1(2), 175–194.

<https://doi.org/10.1108/17506220710761582>

Zahir, L. A., Si, S., Pd, M., & Suhudi, K. A. (2023). *Penjadwalan Proyek Konstruksi Bangunan (Implementation of Mathematical Modeling Using Genetic Algorithms in Solving Building Construction Project Scheduling Problems)*. 03, 62–74.