

Penerapan Metode *Critical Path Method* (CPM) Dan Program *Evaluation And Review Technique* (PERT) Untuk Optimalisasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Jalan Tol Pada PT. Utama Marga Waskita

Application of Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT) to Optimize Toll Road Construction Project Scheduling: A Case Study of PT Utama Marga Waskita

Muhammad Iqbal^{a,1}, Yuli Setiawannie^{b,2}, Andri Herlambang^{c,3}, Nita Marikena^{d,4}, Vidi Agung Fragastia^{e,5}

^{a,b,c,d,e}Program Studi Teknik Industri, Universitas Potensi Utama, Medan, 20241, Indonesia
 iqbalitc117@gmail.com¹, setiawannie79@gmail.com², herlambangandri53@gmail.com³,
 nitamarikena77@gmail.com⁴, vidiagoeng@gmail.com⁵

ABSTRAK

Proyek merupakan suatu kegiatan usaha yang kompleks, sifatnya tidak rutin, memiliki keterbatasan terhadap waktu, anggaran dan sumber daya serta memiliki spesifikasi tersendiri yang dihasilkan. PT. Utama Marga Waskita merupakan perusahaan jasa kontraktor yang mengerjakan proyek pembangunan jalan tol. Perusahaan sering kali mendapatkan masalah karena waktu penyelesaian tidak sesuai dengan yang direncanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui susunan jaringan kerja (network), mengetahui durasi optimal pembangunan jalan tol di Proyek (Design & Build) Junction - Tebing Tinggi dan mengetahui probabilitas waktu penyelesaian proyek. Hasil dari penelitian ini adalah alur kritis pada jaringan kerja (network) dengan metode CPM (critical path method) yaitu pekerjaan pendahulu-timbunan bawah lantai kerja-pengecoran lantai kerja-pemotongan spun pile-pengecoran isian tiang pancang-pembesian pilecap dan stek kolom-pengecoran pilecap-pemasangan besi dinding-pemasangan bekisting dinding-pengecoran dinding-pemasangan besi sayap-pemasangan bekisting sayap-pengecoran sayap-bongkar bekisting-pemasangan perancah/platform pierhead-pemasangan bekisting pierhead-pembesian pierhead-pengecoran pierhead-bongkar bekisting pierhead. Durasi optimalnya hasil dari perhitungan CPM proyek memiliki kemungkinan selesai pada durasi 78 hari. Dan probabilitasnya hasil perhitungan PERT adalah 93,70%.

Kata Kunci : Critical Path Method, Evaluation and Review Technique, Jalan Tol, Jaringan Kerja, Probabilitas

ABSTRACT

The project is a complex business activity, is not routine in nature, has limitations on time, budget and resources and has its own specifications produced. PT. Utama Marga Waskita is a contractor service company that works on toll road construction projects. Companies often get into problems because the completion time is not as planned. This study aims to determine the network structure, determine the optimal duration of toll road construction at the Junction - Tebing Tinggi Project (Design & Build) and determine the probability of project completion time. The results of this study are critical paths in the network using the CPM (critical path method) method, namely pre-fill work-floor pile-casting-floor work-cutting of spun piles-casting of pile fillings-pilecap ironing and column cuttings-casting pilecap-installation of wall formwork-installation of wall formwork-wall casting-installation of wing iron-wing formwork installation-wing casting-formwork dismantling-installation of scaffolding/pierhead platform-pierhead formwork installation-pierhead ironing-pierhead casting-pierhead formwork. The optimal duration of the calculation of the project CPM has the possibility of completion in the duration of 78 days. And the probability of PERT calculation result is 93.70%.

Keywords : Critical Path Method, Evaluation and Review Technique, Toll Road, Project Network, Probability

Info Artikel :

Disubmit: 13 Januari 2026

Direview: 11 Februari 2026

Diterima : 18 Maret 2026

Copyright © 2026 - Journal UPU. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan semakin pesat di setiap bidangnya, terutama di negara yang sedang berkembang saat ini, karena hal ini dilakukan untuk meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Banyak ketertinggalan yang harus dikejar, dan ketertinggalan tersebut harus dikerjakan dengan pembangunan di setiap bidangnya. Pembangunan tersebut berupa pembangunan fisik proyek, jembatan, gedung-gedung pencakar langit, jalan tol, perindustrian, dan lain-lain. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu tertentu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Keberhasilan pengerjaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek.

PT. Utama Marga Waskita dalam melaksanakan pembangunan *Design and Build Junction Tebing Tinggi* belum menggunakan metode CPM dan PERT dalam merencanakan kegiatan. Perusahaan sering kali mendapatkan masalah karena waktu penyelesaian tidak sesuai dengan yang sudah ditetapkan, sehingga berdampak buruk bagi citra perusahaan. Pada perencanaan proyek pengerjaan akan selesai pada 129 hari kerja, tetapi proyek mengalami keterlambatan. Sehingga diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan tepat waktu, karena beberapa faktor yang mempengaruhinya seperti belum teridentifikasinya jalur kritis pada jaringan kerja (*network*) faktor cuaca, keterlambatan waktu dalam menyelesaikan suatu kegiatan tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan dan hubungan antar kegiatan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jalur kritis pada jaringan kerja (*network*) menggunakan metode CPM, mengetahui durasi optimal pembangunan jalan tol di Proyek (*Design & Build*) *Junction - Tebing Tinggi*, mengetahui probabilitas waktu penyelesaian proyek. Pada penelitian terdahulu yang berjudul optimalisasi penjadwalan proyek jembatan *girder* guna mencapai efektifitas penyelesaian dengan metode pert dan cpm pada pt buana masa metalindo pada penelitian ini bertujuan mengetahui penjadwalan untuk tahap – tahap pekerjaan yang perlu dilakukan PT. Buana Masa Metalindo untuk menyelesaikan proyek jembatan *girder*, mengetahui tingkat efektivitas penjadwalan PT. buana masa metalindo untuk setiap pekerjaan yang diperlukan untuk pembuatan proyek jembatan girder dan mengetahui penjadwalan dalam penyelesaian proyek jembatan girder dengan menggunakan metode pert dan cpm guna mencapai efektivitas pada pt buana masa metalindo dilakukan percepatan durasi pada kegiatan jalur kritis dan jumlah hari yang diberikan pada masing-masing alternatif *equaled*. Hasil menunjukkan bahwa tambahan tenaga kerja / buruh alternatif tahu waktu yang optimal untuk menyelesaikan proyek yang 35 hari dengan biaya total proyek Rp48,650,000.00 [1].

Sedangkan pada penelitian perencanaan manajemen proyek dalam meningkatkan efisiensi dan efektifitas sumber daya perusahaan (studi kasus : qiscus pte ltd) yang bertujuan membuat perencanaan/ penjadwalan proyek dengan *Critical Path Method* (CPM) dan program *Evaluation And Review Technique* (PERT), mengidentifikasi komponen biaya untuk proyek hayyan menghasilkan estimasi percepatan pengerjaan proyek selama 6 hari, dengan penambahan biaya sebesar 2,8 juta [2].

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di proyek pembangunan PT. Utama Marga Waskita Medan pada ruas jalan tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi. Dalam penelitian ini, menggunakan data pekerjaan periode Juni-September 2020. Sumber data dibedakan menjadi 2 yaitu :

- Data Primer
Data primer merupakan data yang di dapatkan oleh peneliti secara langsung yang telah melakukan peninjauan di lapangan kerja seperti wawancara dan observasi.

- Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang di dapat dari pihak yang berkaitan pada penelitian secara tidak langsung.

Setelah memperoleh hasil dari pengolahan data maka akan dianalisa yang menjadi penyebab tidak optimalnya proyek dan melakukan percepatan proyek dengan cara menentukan waktu percepatan, mempercepat waktu penyelesaian proyek, dan menyusun kembali jaringan kerja. Dalam penelitian ini langkah-langkah pengolahan data menggunakan beberapa langkah. Berikut langkah-langkah yang dilakukan:

- Metode CPM

Metode ini berguna untuk menyusun suatu kegiatan menjadi jaringan kerja sehingga didapatkannya jalur kritis, jaringan kerja pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara kegiatan/pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network.[3]

- Metode PERT

Menghitung kurun waktu optimistik, waktu pesimis dan waktu yang paling mungkin, lalu dapat dihitung probabilitas pengerjaannya

A. CPM (*Critical Path Method*)

Critical path method atau juga dikenal dengan metode jalur kritis dikembangkan sekitar tahun 1950-an oleh perusahaan Du-Pont yang bekerja sama dengan Rand Corporation dalam usaha mengembangkan suatu sistem manajemen. Sistem ini bertujuan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki hubungan kegiatan ketergantungan yang kompleks dalam desain-engineering, konstruksi dan pemeliharaan. Usaha-usaha yang ditekankan dalam metode ini untuk meminimalisirkan biaya, dalam hubungannya dengan kurun waktu penyelesaian suatu kegiatan.[4]

B. PERT (*Project Evaluation Review Tehcnique*)

Pada waktu yang hampir bersamaan dengan critical path method (CPM), dinas angkatan laut Amerika Serikat mengembang sebuah sistem kontrol manajemen dalam rangka mengelola proyek pembuatan peluru kendali Polaris. Yang banyak melibatkan konsultan, desain engineer, kontraktor, supplier. Kemudian sistem tersebut dinamakan teknik evaluasi dan rievew proyek (*Project Evaluation and Review Tehnicque*/PERT) [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan jadwal pekerjaan dari proyek pembangunan jalan tol *Design and Build Junction* Tebing Tinggi, maka dapat dibuat logika ketergantungan proyek seperti tabel 1 berikut :

Tabel 1. Logika Ketergantungan Proyek

No	Item Pekerjaan	Simbol	Pekerjaan Pendahulu	Durasi (hari)
A	Pekerjaan Pendahulu	A	-	15
B	Pekerjaan Box Culvert	B		
1	Galian	B1	A	4
2	Pemasangan pondasi	B2	B1	7
3	Pengecoran Lantai Kerja	B3	B2	1
4	Pembesian lantai dasar	B4	B3	4
5	Pengecoran lantai dasar	B5	B4	1
6	Pemasangan bekisting dinding dan bottom lantai atas	B6	B5	6

7	Pembesian dinding dan lantai atas	B7	B6	7
8	Pemasangan bekisting penutup dinding	B8	B7	4
9	Pengecoran dinding dan lantai atas	B9	B8	1
10	Bongkar bekisting dinding dan lantai atas	B10	B9	3
C	Pekerjaan Pilecap	C		
1	Timbunan bawah Lantai Kerja	C1	A	4
2	Pengecoran Lantai Kerja	C2	C1	1
3	Pemotongan Spun Pile	C3	C2	3
4	Pengecoran Isian Tiang Pancang	C4	C3	1
5	Pembesian Pilecap & Stek kolom	C5	C4	5
6	Pengecoran Pilecap	C6	C5	1
D	Timbunan	D	A	37
E	Pekerjaan kolom	E		
1	Pemasangan besi dinding	E1	C6	5
2	Pemasangan bekisting dinding	E2	E1	5
3	Pengecoran dinding	E3	E2	1
4	Pemasangan besi sayap	E4	E3	5
5	Pemasangan bekisting sayap	E5	E4	5
6	Pengecoran sayap	E6	E5	1
7	Bongkar bekisting sayap	E7	E6	3
F	Pekerjaan Pier Head	F		
1	Pemasangan perancah/platform pierhead	F1	E6	6
2	Pemasangan bekisting pierhead	F2	F1	6
3	Pemasangan besi pierhead	F3	F2	6
4	Pengecoran pierhead	F4	F3	1
5	Bongkar bekisting pierhead	F5	F4	4
	Jumlah			153

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode CPM dan PERT, berikut tahapan pengolahan data terdiri dari :

a. Perhitungan dengan CPM (*Critical Path Method*)

Dalam mengidentifikasi metode jalur kritis/*critical path method* terdapat beberapa cara yang bisa digunakan yaitu perhitungan maju/*forward pass*, perhitungan mundur/*backward pass*.

1) Perhitungan maju/*forward pass*

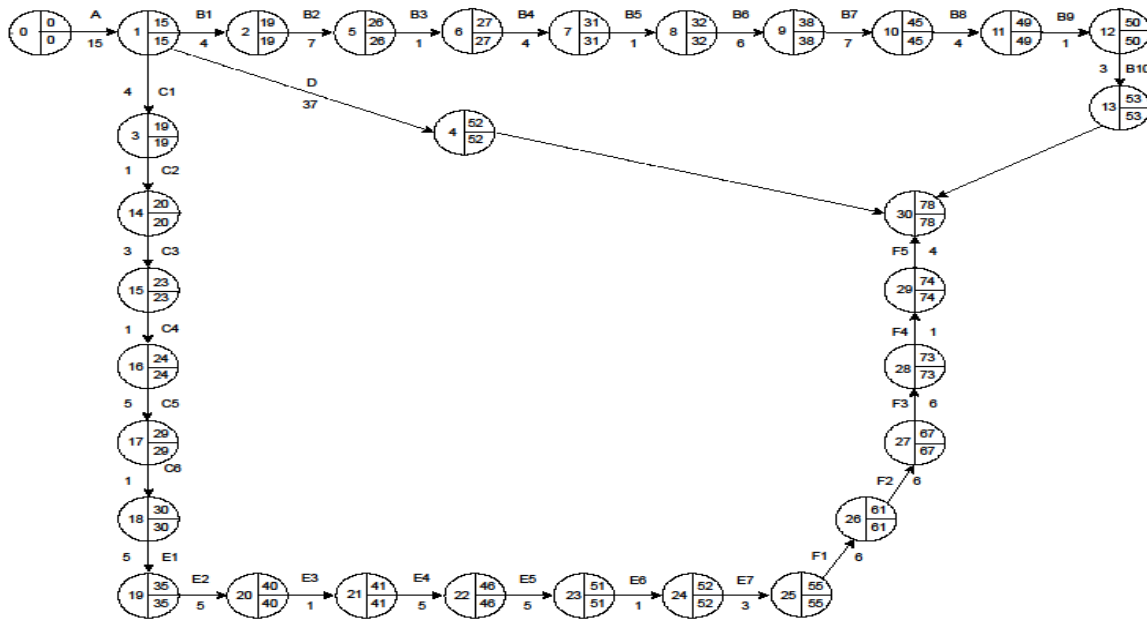
Waktu selesai tercepat atau kegiatan yang selesai paling awal (EF) sama dengan waktu mulai tercepat/paling awal (ES) ditambah kurun waktu (D), berikut persamaan *forward pass* :

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

2) Perhitungan mundur (*backward pass*)

waktu mulai paling akhir (LS) sama dengan waktu kegiatan selesai paling akhir (LF) dikurang kurun waktu (D), berikut persamaannya :

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



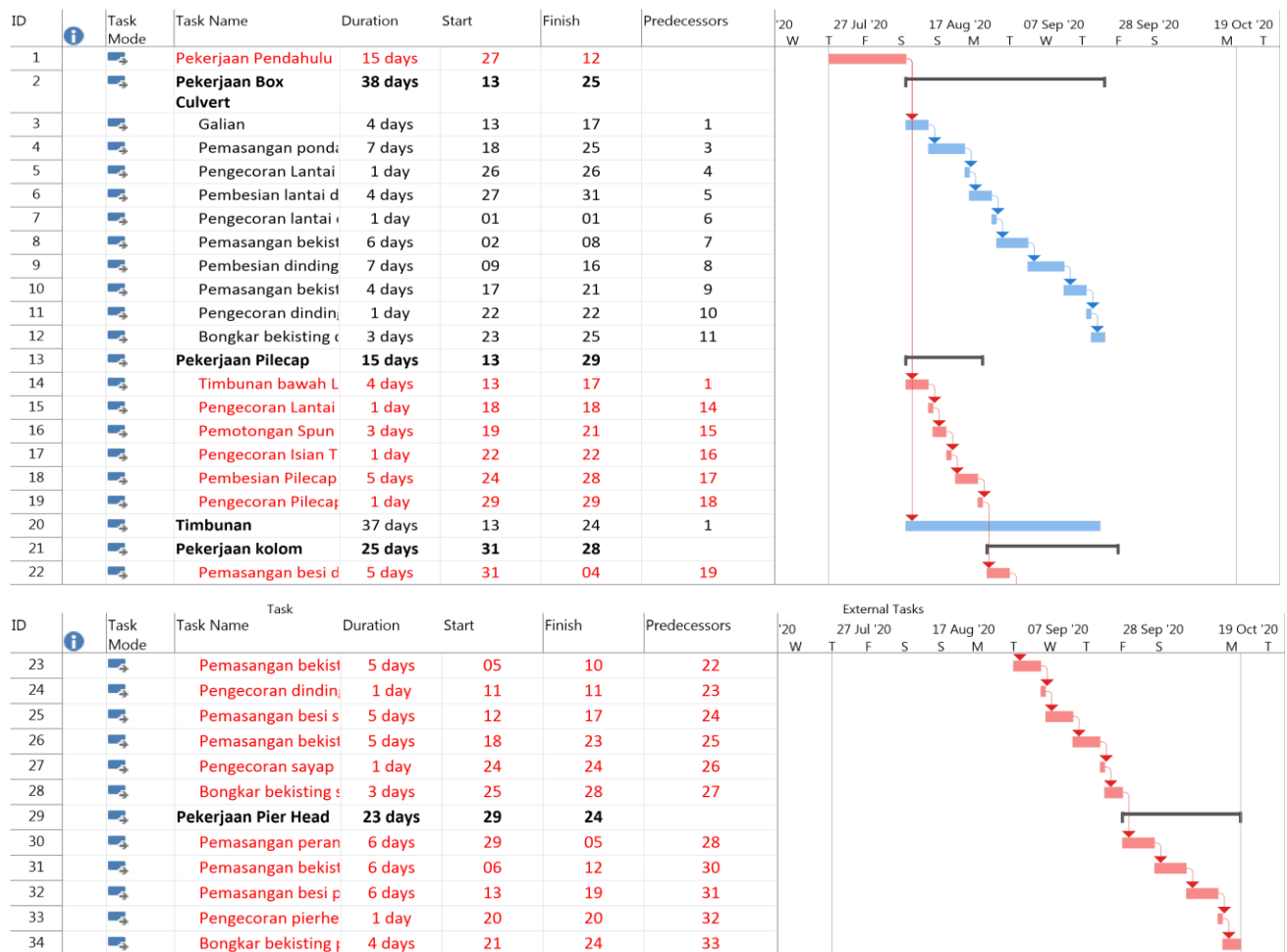
Gambar 1. Jaringan Kerja Metode CPM

Pada diagram jaringan kerja tersebut terdapat beberapa jalur kegiatan, diantaranya sebagai berikut :

- 1) A-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-B9-B10-F5 = $15+4+7+1+4+1+6+7+4+1+3+4 = 56$ hari
- 2) A-C1-C2-C3-C4-C5-C6-E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-F1-F2-F3-F4-F5 = $15+4+1+3+1+5+1+5+5+1+5+5+1+3+6+6+6+1+4 = 78$ hari
- 3) A-D-F5 = $15+37+4 = 56$ hari

Maka yang menjadi jalur kritis adalah jalur kegiatan nomor 2 dengan durasi sebesar 78 hari.

Gantt chart untuk melihat alur kegiatan proyek, pada gambar dibawah ini dapat dilihat alur proyek [5].



Gambar 2. Gantt Chart Metode CPM

Pada gambar 2, *gant chart* yang tulisan berwarna merah merupakan jalur kritis. Jalur tersebut merupakan pekerjaan yang harus diselesaikan lebih cepat.

b. Perhitungan PERT

Dalam estimasi kurun waktu kegiatan, perhitungan PERT (*project evaluation review tehcnique*) menggunakan tiga estimasi, yaitu kurun waktu optimistik (*a*), kurun waktu pesimistik (*b*), dan kurun waktu yang paling mungkin (*m*).

Tabel 2. Estimasi PERT

Item pekerjaan	Simbol	Estimasi Waktu (Hari)		
		Waktu Optimis (a)	Waktu Pesimis (b)	Waktu Paling Mungkin (m)
Pekerjaan Pendahululu	A	13	18	15
Pekerjaan Box Culvert	B			
Galian	B1	3	6	4
Pemasangan pondasi	B2	5	9	7
Pengecoran Lantai Kerja	B3	1	2	1
Pembesian lantai dasar	B4	3	6	4
Pengecoran lantai dasar	B5	1	2	1

Pemasangan bekisting dinding dan bottom lantai atas	B6	4	8	6
Pembesian dinding dan lantai atas	B7	5	9	7
Pemasangan bekisting penutup dinding	B8	3	7	4
Pengecoran dinding dan lantai atas	B9	1	2	1
Bongkar bekisting dinding dan lantai atas	B10	2	5	3
Pekerjaan Pilecap	C			
Timbunan bawah Lantai Kerja	C1	3	6	4
Pengecoran Lantai Kerja	C2	1	2	1
Pemotongan Spun Pile	C3	2	5	3
Pengecoran Isian Tiang Pancang	C4	1	2	1
Pembesian Pilecap & Stek kolom	C5	4	7	5
Pengecoran Pilecap	C6	1	2	1
Timbunan	D	30	42	37
Pekerjaan kolom	E			
Pemasangan besi dinding	E1	5	9	5
Pemasangan bekisting dinding	E2	5	10	5
Pengecoran dinding	E3	1	2	1
Pemasangan besi sayap	E4	5	8	5
Pemasangan bekisting sayap	E5	5	9	5
Pengecoran sayap	E6	1	2	1
Bongkar bekisting sayap	E7	3	5	3
Pekerjaan Pier Head	F			
Pemasangan perancah/platform pierhead	F1	4	7	6
Pemasangan bekisting pierhead	F2	6	12	6
Pemasangan besi pierhead	F3	6	10	6
Pengecoran pierhead	F4	1	3	1
Bongkar bekisting pierhead	F5	4	6	4

Setelah menentukan estimasi waktu optimistik (a), waktu pesimistik (b) dan waktu paling mungkin (m) kemudian merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut te atau kurun waktu yang diharapkan, untuk mencari nilai te dengan rumus sebagai berikut :

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga pada pekerjaan pendahulu $te = \frac{a+4m+b}{6} = 15,167$ hari

Deviasi standar kegiatan memakai rentang waktu untuk menandai derajat ketidakpastian yang berhubungan dengan estimasi waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka waktu optimistik (a) dan waktu pesimistik (b). Sehingga rumus dituliskan sebagai berikut :

$$S = \frac{1}{6}(b - a) \dots\dots\dots(4)$$

$$S = \frac{1}{6}(18 - 13) = 0,833 \text{ hari}$$

Varians kegiatan dituliskan dengan rumus sebagai berikut :

$$V(te) = S^2 \dots\dots\dots(5)$$

$$V(te) = (0,833)^2 = 0,6944 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan dari deviasi standar dan varians kegiatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Deviasi Standar (S) dan Varians Kegiatan V(te)

Simbol	Estimasi Waktu (Hari)				Deviasi Standar (s) (hari)	Varians Kegiatan v(te) (hari)
	Waktu Optimis (a) (hari)	Waktu Pesimis (b) (hari)	Waktu Paling Mungkin (m) (hari)	Waktu Yang Diharapkan (te) (hari)		
A	13	18	15	15,1667	0,8333	0,6944
B1	3	6	4	4,1667	0,5	0,25
B2	5	9	7	7	0,6667	0,4444
B3	1	2	1	1,1667	0,166667	0,0278
B4	3	6	4	4,1667	0,5	0,25
B5	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0278
B6	4	8	6	6	0,6667	0,4444
B7	5	9	7	7	0,6667	0,4444
B8	3	7	4	4,3333	0,6667	0,4444
B9	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0278
B10	2	5	3	3,1667	0,5	0,25
C1	3	6	4	4,1667	0,5	0,25
C2	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0278
C3	2	5	3	3,1667	0,5	0,25
C4	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0278
C5	4	7	5	5,1667	0,5	0,25
C6	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0278
D	30	42	37	36,667	2	4
E1	5	9	5	5,6667	0,6667	0,4444
E2	5	10	5	5,8333	0,8333	0,6944
E3	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0278
E4	5	8	5	5,5	0,5	0,25
E5	5	9	5	5,6667	0,6667	0,4444
E6	1	2	1	1,1667	0,1667	0,0778
E7	3	5	3	3,3333	0,3333	0,1111
F1	4	7	6	5,8333	0,5	0,25
F2	6	12	6	7	1	1

F3	6	10	6	6,6667	0,6667	0,4444
F4	1	3	1	1,3333	0,3333	0,1111
F5	4	6	4	4,3333	0,3333	0,1111
Jumlah	129	223	153	160,6667	15,6667	12,0556

Untuk mengetahui angka kemungkinan mencapai target (Z) menggunakan rumus berikut:

$$Z = \frac{T(d)-TE}{S} = \frac{153-129}{15,67} = 1,53$$

Jadi, angka kemungkinan mencapai target (Z) sebesar 1,53. Jika kita lihat pada kurva distribusi normal, nilai Z = 1,53 berarti memiliki kemungkinan 0,9370 atau kemungkinan proyek selesai pada 129 hari adalah 93,70%

- Pembahasan

Setelah melakukan pengolahan data dengan menggunakan metode CPM dan PERT, diperoleh hasil dari CPM waktu penyelesaiannya pada hari ke-78 sedangkan dalam menggunakan metode PERT tingkat probabilitas pencapaian target sebesar 93,70%. Melihat dari jalur kritis yang didapat maka dapat dilakukan memprioritaskan pekerjaan yang berada di jalur kritis, dan juga memastikan pekerjaan yang tidak berada di jalur kritis selesai sesuai yang direncanakan. Untuk membantu percepatan proyek dapat dilakukan dengan cara mempercepat penyelesaian pekerjaan yang berada di jalur kritis dan dengan mengurangi sebanyak mungkin jumlah pekerjaan kritis yang terdapat dalam jalur kritis.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Jalur kritis pada jaringan kerja (network) menggunakan metode CPM sebagai berikut Pekerjaan Pendahuluan-timbunan bawah lantai kerja-pengecoran lantai kerja-pemotongan spun pile-pengecoran isian tiang pancang-pembesian pilecap dan stek kolom-pengecoran pilecap-pemasangan besi dinding-pemasangan bekisting dinding-pengecoran dinding-pemasangan besi sayap-pemasangan bekisting sayap-pengecoran sayap-bongkar bekisting-pemasangan perancah/platform pierhead-pemasangan bekisting pierhead-pembesian pierhead-pengecoran pierhead-bongkar bekisting pierhead.
- Berdasarkan hasil dari perhitungan CPM, proyek memiliki kemungkinan selesai pada durasi 78 hari.
- Berdasarkan hasil perhitungan PERT, probabilitas waktu penyelesaian proyek adalah 93,70%.

Berdasarkan hasil kesimpulan pada penelitian ini, maka saran-saran yang dapat diberikan melalui penelitian ini adalah :

- Untuk waktu pengerjaan lebih optimal, maka pekerjaan harus lebih sering diawasi dan dikontrol dengan ketat serta menambahkan jumlah tenaga kerja
- Penelitian ini diharapkan menjadi pembelajaran bagi mahasiswa khususnya tentang penjadwalan proyek dan untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan metode percepatan durasi proyek yang lain, yang tidak digunakan dalam penelitian ini. Sehingga dapat dijadikan bahan pembandingan untuk mendapatkan kombinasi metode percepatan yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Utama Marga Waskita dan Universitas Potensi Utama atas dukungan dan kerja sama yang diberikan selama proses penelitian ini. Bantuan berupa akses data, informasi, serta bimbingan teknis yang diberikan oleh tim sangat berharga dalam mendukung kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. Taurusyanti, D. Tetap, F. Ekonomi, U. Pakuan, and M. F. Lesmana, "Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode Pert Dan Cpm Pada Pt Buana Masa Metalindo," 2015.
- [2] G. Padma Arianie and N. Budi Puspitasari, "Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd)," 2017.
- [3] E. Dannyanti, "(Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)," p. 10, 2010.
- [4] I. Seoharto, "Manajemen Proyek (dari konseptual sampai operasional)," 1999.
- [5] D. A. Larasati and W. Sutopo, "Analisis Efektivitas Jadwal Proyek Implementasi Software dengan Critical Path Method: Studi Kasus," J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya, vol. 6, no. 1, pp. 55–64, 2020, doi: 10.30656/intech.v6i1.2292.
- [6] Baker, K. R., & Trietsch, D. (2018). Principles of sequencing and scheduling (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- [7] Carson, C., Oakander, P., & Relyea, C. (Eds.). (2014). CPM scheduling for construction: Best practices and guidelines. Project Management Institute.
- [8] Khalim, A., Ghifarsyam, H. U., Rozy, N., & Ma'arif, F. (2021). Scheduling design of Jakarta–Cikampek II elevated toll road project. Journal of Engineering and Applied Technology, 1(2). <https://doi.org/10.21831/jeatech.v1i2.34957>
- [9] Lu, M., Liu, J., & Ji, W. (2017). Formalizing a path-float-based approach to determine and interpret total float in project scheduling analysis. International Journal of Construction Management, 17(4), 251–263.
- [10] Moder, J. J., Phillips, C. R., & Davis, E. W. (1986). Project management with CPM, PERT, and precedence diagramming (3rd ed.). Van Nostrand Reinhold.
- [11] Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.). Project Management Institute.
- [12] Susanti, R., & Lukman, L. (2019). Studi eksplorasi metode penjadwalan pada proyek konstruksi (Studi kasus: Proyek pembangunan Jalan Tol Semarang–Solo Ruas Ungaran–Bawen Paket V). Jurnal Proyek Teknik Sipil, 2(1), 1–3.
- [13] Vanhoucke, M. (2013). Project management with dynamic scheduling: Baseline scheduling, risk analysis and project control. Springer.
- [14] Wiest, J. D. (1977). Project network models: Past, present, and future. Project Management Quarterly, 8(4), 27–36.
- [15] Wysocki, R. K. (2019). Effective project management: Traditional, agile, extreme (8th ed.). John Wiley & Sons.
- [16] Pratiwi, N. I., & Prabowo, A. (2025). Analisis servicescape, hedonic lifestyle dan promotion intention terhadap keputusan pembelian konsumen pada Suara Coffee & Space. RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 4(3), 4547–4555. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2656>
- [17] Riska, A., & Prabowo, A. (2025). Analisis social media marketing, servicescape, dan harga terhadap keputusan pembelian konsumen di Romansa Kopi. RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 4(3), 4917–4925. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2710>
- [18] Arini, D. P., & Prabowo, A. (2025). Analisis customer experience dan customer trust terhadap keputusan pasien berkunjung kembali pada Klinik Alternatif Akupuntur Serumpun Bambu. ANALISIS, 15(2), 310–328. <https://doi.org/10.37478/als.v15i02.6497>
- [19] Prabowo, A., Adam, A. A., Subhan, Z. N., Tanjung, Y., Parhusip, A. A., Deviana, A., & Irwansyah. (2025). Sustainable business practices in coffee shops: The role of marketing innovation, digital

- marketing, and branding innovation through market development. *International Journal of Accounting and Economics Studies*, 12(6), 43–50. <https://doi.org/10.14419/p0k0pc78>
- [20] Akila, F., & Prabowo, A. (2025). Pengaruh customer experience, perceived product quality dan brand trust terhadap keputusan pembelian konsumen Dunkin Donuts Gatot Subroto. *ProBisnis: Jurnal Manajemen*, 16(5), 1157–1165. <https://ejournal.joninstitute.org/index.php/ProBisnis/article/view/1158>
- [21] Kurniawan, D., & Prabowo, A. (2025). Analisis customer relationship marketing, marketing communications dan service quality personal trainer terhadap tingkat kepuasan member pada Vizta Gym Cemara Asri Medan. *VALUE: Jurnal Ilmiah Akuntansi, Keuangan dan Bisnis*, 6(2), 392–407. <https://doi.org/10.36490/value.v6i2.2160>
- [22] Prabowo, A., Tanjung, Y., Enzelia, E. L., Bangun, R., Simarmata, H. M. P., & Wahyuni, E. S. (2025). Eksplorasi promosi berbasis social media marketing dan brand image: Identifikasi impulsive buying behaviour melalui customer engagement pada konsumen brand fashion ZARA di Kota Medan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 6(3), 727–747. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v6i3.4431>
- [23] Prabowo, A., & Tarigan, T. D. (2025). Analisis servicescape, social media marketing dan customer experience terhadap minat berkunjung kembali konsumen Fore Coffee Citraland Helvetia Medan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 6(3), 996–1010. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v6i3.4581>
- [24] Prabowo, A., Siburian, P., & Bangun, R. (2025). Repurchase intention among millennial coffee shop customers: Exploring key determinants. *International Journal of Accounting and Economics Studies*, 12(8), 761–769. <https://doi.org/10.14419/j7ch0q39>
- [25] Tanjung, S., & Prabowo, A. (2025). Analisis social media marketing dan customer relationship marketing terhadap kepuasan konsumen Sikologi Coffee. *Economic and Education Journal (Ecoducation)*, 7(3), 975–989. <https://doi.org/10.33503/ecoducation.v7i3.2345>
- [26] Rizki, S., Prabowo, A., & Pasaribu, E. S. (2025). Optimalisasi kinerja karyawan pada kawasan industri di Sumatera Utara: Peran work engagement dan employee experience melalui safety knowledge. *Economic and Education Journal (Ecoducation)*, 7(3), 1022–1038. <https://doi.org/10.33503/ecoducation.v7i3.2386>
- [27] Tarigan, R. R. M. T., Wahyuni, E. S., Prabowo, A., & Mauliza, P. (2026). Pengaruh pemasaran digital terhadap keputusan pembelian dengan citra merek sebagai variabel mediasi. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 4(1), 110–119. <https://doi.org/10.60126/maras.v4i1.1503>
- [28] Mahlia, M., & Prabowo, A. (2026). Analisis experiential marketing, word of mouth, dan online customer review terhadap keputusan pembelian pada PT. Alfa Scorpii. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 5(1), 14596–14606. <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i1.8083>
- [29] Dalimunthe, S. M., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh budaya digital, pengembangan sumber daya manusia (SDM) dan lingkungan kerja fisik terhadap kinerja pegawai Dinas Ketenagakerjaan Kota Medan. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7004–7014. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3050>
- [30] Tambunan, A. M., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh inovasi produk, free layanan after sales dan kualitas informasi produk di website terhadap keputusan pembelian mesin Inkjet PT. Megasatria Hiticher. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7412–7422. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3107>
- [31] Delvin, S., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh komitmen afektif, komitmen berkelanjutan dan komitmen normatif terhadap kinerja karyawan PT Navya Retail Indonesia. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7540–7550. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3134>
- [32] Zai, S., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh sanksi keterlambatan, biaya administrasi dan tarif jasa simpan terhadap kepuasan nasabah dalam menggunakan jasa gadai pada PT. Sentral Gadai Persada. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3). <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3284>
- [33] Devini, S. Z., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh kualitas pelayanan, kualitas produk dan fasilitas terhadap kepuasan pelanggan Lazatto Chicken & Burger cabang UMSU. *Jurnal Daya Saing*, 11(3), 899–905. <https://doi.org/10.35446/dayasaing.v11i3.2504>
- [34] Zulnawati, S. E., & Pohan, Y. A. (2026). Pengaruh perceived ease of use, brand trust dan customer experience terhadap minat pengguna Maxim di Kota Medan. *Jurnal Akutansi Manajemen Ekonomi Kewirausahaan (JAMEK)*, 6(1), 112–120. <https://doi.org/10.47065/jamek.v6i1.2285>
- [35] Rezzaini, H., Kadariah, S., & Riski, B. (2025). Pengaruh pembiayaan murabahah dan literasi keuangan terhadap kesejahteraan nasabah UMKM. *Jurnal Riset Perbankan Syariah*, 4(2), 143–152. <https://doi.org/10.29313/jrps.v4i2.8726>

- [36]Nazli, P., Kadariah, S., & Sari, S. P. (2026). Model peningkatan minat menabung generasi Z di bank syariah melalui media sosial dan edukasi digital untuk penguatan ekosistem keuangan. *Journal of Science and Social Research*, 9(3), 4999–5005. <https://doi.org/10.54314/jssr.v9i3.6723>
- [37]Sipahutar, E., Asshidiq, H., Kadariah, S., Murtani, A., Nazli, P., & Trihapsari, M. (2026). Integrasi pengetahuan, religiusitas, promosi dan minat dalam keputusan menabung berbasis perilaku individu: Pendekatan multidisiplin (MSDM, psikologi, perbankan syariah, dan akuntansi). *Jurnal Ilmiah Edunomika*, 10(2). <https://doi.org/10.29040/jie.v10i2.19873>
- [38]Reza, F., & Nazli, P. (2025). SWOT analysis in the marketing strategy of IB Mudarabah Deposit products at PT. Bank Sumut KCP Syariah Karya Medan. *Digital Business: Tren Bisnis Masa Depan*, 16(4), 171–178. <https://ejournal.cria.or.id/index.php/db/article/view/357>
- [39]Andira, M. F., & Ridwan, M. (2025). The influence of service quality, transparency, and religiosity on PT Bank Mandiri employees' interest in donation to Ziswaf at The Mandiri Amal Insani Zakat (LAZ) Institution Medan Representative. *BISEI: Jurnal Bisnis dan Ekonomi Islam*, 10(2), 117–130. <https://doi.org/10.33752/bisei.v10i2.10758>
- [40]Ainayah, D., Hutagalung, M. K., Riski, B., & Arafah, S. (2025). Pengaruh perceived value dan perceived quality terhadap loyalitas nasabah pembiayaan KPR IB Griya pada PT Bank Sumut Syariah KCPSY Hamparan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2015–2021. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3561>
- [41]Daulay, Z., Riski, B., & Hutagalung, M. K. (2025). Analisis implementasi metode pemasaran direct selling pada produk talangan umroh di PT. Bank Sumut Syariah Kantor Cabang Pembantu Hamparan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2133–2143. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3551>
- [42]Rahman, R. J., Miko, J., & Rizki, B. (2025). The impact of mobile banking services on customer satisfaction in the digital era at PT. Bank Sumut Syariah KCP Hamparan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 5940–5946. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4135>
- [43]Rezzaini, H., Kadariah, S., & Riski, B. (2025). Pengaruh pembiayaan murabahah dan literasi keuangan terhadap kesejahteraan nasabah UMKM. *Jurnal Riset Perbankan Syariah*, 4(2), 143–152. <https://doi.org/10.29313/jrps.v4i2.8726>
- [44]Daulay, Z., Riski, B., & Hutagalung, M. K. (2025). Analisis implementasi metode pemasaran direct selling pada produk talangan umroh di PT. Bank Sumut Syariah Kantor Cabang Pembantu Hamparan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2133–2143. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3551>
- [45]Alfinsyah, R., & Murtani, A. (2025). Analysis of the use of QRIS as financial technology among millennials: A case study at Warkop Kita 2 and Warkop Agam. *Digital Business: Tren Bisnis Masa Depan*, 16(4), 164–170. <https://doi.org/10.59651/digital.v16i4.355>
- [46]Eka Putra, S., Nurmala Sari, T., Simatupang, J., Murtani, A., & Tanjung, Y. (2025). Analysis of the benefits of the 7P marketing mix strategy on the brand image of Butong Tea at PT Perkebunan Nusantara IV Bah Butong. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 28(2), 30–37. <https://doi.org/10.22437/jiseb.v28i02.41506>