

**Pengelolaan Lahan Berkelanjutan melalui Analisis Penjadwalan dan Kinerja
Surveyor Pertanahan Menggunakan Metode *Critical Path Method* dan
*Program Evaluation and Review Technique***

***Land Management through Analysis of Land Surveyor Scheduling and
Performance Using Critical Path Method and Program Evaluation and Review
Technique***

Awang Prayudatama¹, Desi Erlita¹, Toni Isbandi^{1*}, Amellia Puspitasari¹, Silviani²

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Energi, Institut Teknologi Yogyakarta, Indonesia

² Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Pascasarjana, Institut Teknologi Yogyakarta, Indonesia

^{*}Corresponding author: toni.isbandi@ity.ac.id

ABSTRAK

Article history:

Received: 8 July 2026

Revised: 23 July 2026

Accepted: 24 July 2026

Available online: 27 July 2026

Kata kunci:

Pendaftaran tanah sistematis
manajemen proyek lingkungan
CPM-PERT
pengelolaan lahan berkelanjutan
GNSS RTK

Sertifikasi lahan melalui program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap Partisipasi Masyarakat (PTSL PM) merupakan salah satu instrumen kebijakan pemerintah Indonesia dalam mewujudkan kepastian hukum pertanahan sekaligus mendukung pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Keterlambatan pelaksanaan PTSL PM tidak hanya berdampak pada aspek administratif, tetapi juga berpotensi menghambat upaya pemetaan ekosistem dan pengendalian konflik tata ruang yang berbasis lingkungan sosial. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja surveyor pertanahan pada proyek PTSL PM di Desa Srikandang dan Desa Banjaragung, Kabupaten Jepara, melalui pendekatan manajemen waktu proyek. Metode yang digunakan adalah *Critical Path Method* (CPM) untuk penyusunan jaringan kerja dan identifikasi jalur kritis, serta *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) untuk analisis probabilistik ketidakpastian durasi. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara mendalam, dan dokumentasi proyek. Hasil analisis CPM menunjukkan bahwa jalur kritis di Desa Banjaragung terdiri atas aktivitas G1-H1-I1-J1-K1-L1 dengan durasi total 48 hari pada fase pelaksanaan, sedangkan di Desa Srikandang jalur kritis berada pada aktivitas A2-B2-C2-D2-E2-F2-G2-N2-O2-P2 dengan durasi total 58 hari. Analisis PERT mengungkapkan bahwa risiko keterlambatan kedua proyek tergolong

rendah, dengan probabilitas keberhasilan pemenuhan target waktu yang signifikan. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi pada upaya optimalisasi perencanaan proyek survei pertanahan, yang pada gilirannya mendukung pengelolaan dan penataan lahan secara berkelanjutan, termasuk dalam konteks mitigasi konflik sosial pertanahan dan percepatan inventarisasi ekosistem darat.

ABSTRACT

Keywords:

Systematic land registration
environmental project management
CPM-PERT
sustainable land management
GNSS RTK

Land certification through the Complete Systematic Land Registration with Community Participation (PTSL PM) program is one of the Indonesian government's policy instruments in realizing legal certainty of land tenure while supporting sustainable land management. Delays in PTSL PM implementation not only affect administrative aspects but may also hinder ecosystem mapping and environmentally-based spatial conflict management. This study evaluates surveyor performance in the PTSL PM project in Srikandang Village and Banjaragung Village, Jepara Regency, through a project time management approach. Critical Path Method (CPM) was used for work network construction and critical path identification, while Program Evaluation and Review Technique (PERT) was applied for probabilistic analysis of duration uncertainty. Data were collected through field observation, in-depth interviews, and project documentation. CPM results show that the critical path in Banjaragung Village consists of activities G1-H1-I1-J1-K1-L1 with a total implementation duration of 48 days, while in Srikandang Village the critical path runs through A2-B2-C2-D2-E2-F2-G2-N2-O2-P2 with a total of 58 days. PERT analysis reveals a low risk of delay for both projects. Main obstacles identified include weather conditions, incomplete administrative documents, and limited village official assistance. This research contributes to optimizing survey project planning, ultimately supporting sustainable land management and ecosystem inventories.

© 2026 The Author(s). Published by ITY

This is an Open Access article under the [CC-BY-SA](#) license



PENDAHULUAN

Tanah merupakan aset strategis yang berperan penting bagi kehidupan manusia sekaligus keberlanjutan ekosistem lingkungan (Rizqi et al., 2025). Konflik lingkungan

sosial sering terjadi karena permasalahan pengelolaan lahan yang tidak berkelanjutan. Kepastian hukum atas kepemilikan lahan tidak hanya berfungsi sebagai instrumen administrasi pertanahan, tetapi juga menjadi dasar pengelolaan lingkungan melalui pencegahan alih fungsi lahan, pengendalian konflik tata ruang, dan perlindungan kawasan bernilai ekologis tinggi (Efata et al., 2025). Sistem administrasi pertanahan yang akurat menjadi komponen penting dalam mendukung tata kelola lahan berkelanjutan karena menyediakan informasi spasial sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan pembangunan dan konservasi lingkungan. Untuk mendukung tujuan tersebut, Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) melaksanakan Program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat (Nugroho et al., 2023).

PTSL merupakan kegiatan pendaftaran tanah pertama kali yang dilaksanakan serentak terhadap seluruh bidang tanah dalam satu wilayah administrasi desa atau kelurahan (Rifa'i et al., 2026), berlandaskan Permen ATR/BPN Nomor 6 Tahun 2018, serta didukung Inpres Nomor 2 Tahun 2018 (Putrisasmita, 2023). Ketersediaan data bidang tanah yang lengkap menjadi dasar perencanaan tata ruang berbasis data spasial, pengelolaan lahan berkelanjutan, dan pemantauan ekosistem darat (Khair & Assyahri, 2024), sekaligus mendukung pengendalian pemanfaatan ruang, mengurangi konflik pertanahan, dan meminimalkan degradasi lingkungan akibat pemanfaatan lahan yang tidak sesuai peruntukan (Rudianto & Heriyanto, 2022).

Meskipun demikian, implementasi PTSL masih menghadapi berbagai kendala yang berpotensi menghambat penyelesaian proyek (Berti, 2025) dan konflik lingkungan sosial terkait hak atas tanah. Salah satu contohnya adalah pelaksanaan PTSL Partisipasi Masyarakat (PTSL PM) oleh Kantor Jasa Surveyor Berlisensi (KJSB) "x" di Kabupaten Jepara, yang melibatkan teknologi survey lahan yang mutakhir. Teknologi survey seperti ini telah menggunakan perlengkapan *Global Navigation Satellite System* (GNSS) yang berguna untuk menentukan posisi global secara presisi karena memakai banyak sinyal satelit sekaligus. Alat survey juga telah dilengkapi dengan teknologi *Real-Time Kinematic* (RTK) dimana dengan teknologi ini, survey dapat dilakukan secara *real-time* lewat radio atau internet dari titik acuan (*base*) ke alat ukur (*rover*). Produsen alat berteknologi tinggi ini ada beberapa tetapi di dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah produksi dari CHC *Navigation* (CHC) (Gambar 1).

Beberapa surveyor yang bekerja sama dengan KJSB "x" ini telah menggunakan teknologi GNSS RTK CHC untuk pengukuran bidang tanah. Dengan teknologi ini maka hasil survey akan lebih akurat dan efisien sehingga mampu mendukung produktivitas pekerjaan, kualitas data spasial, serta efisiensi sumber daya melalui pengurangan mobilitas lapangan.

Pelaksanaan proyek, walaupun demikian, tetap menghadapi berbagai hambatan, antara lain kondisi cuaca yang tidak menentu, terbatasnya pendampingan aparat desa, ketidakjelasan batas bidang tanah, serta ketidaklengkapan dokumen administrasi. Hambatan tersebut menyebabkan ketidakpastian durasi aktivitas dan meningkatkan risiko keterlambatan penyelesaian proyek, sehingga keberhasilan PTSL tidak hanya ditentukan oleh kemampuan teknis pengukuran, tetapi juga oleh efektivitas pengelolaan

waktu, koordinasi antar pemangku kepentingan, dan kemampuan mengantisipasi ketidakpastian selama pelaksanaan.



Gambar 1. Alat Survey/Ukur Tanah dengan Teknologi GNSS RTK CHC

Dalam manajemen proyek, pengendalian waktu memerlukan metode yang mampu mengidentifikasi aktivitas kritis sekaligus mengakomodasi ketidakpastian durasi. *Critical Path Method* (CPM) mengidentifikasi jalur kritis berdasarkan aktivitas tanpa kelonggaran waktu ($slack = 0$), sehingga keterlambatan pada aktivitas tersebut memengaruhi durasi keseluruhan proyek (Caesaron & Thio, 2017; Ramadhani, 2023).

Penentuan jalur kritis pada metode CPM dilakukan melalui dua tahap perhitungan, yaitu *forward pass* untuk memperoleh nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), serta *backward pass* untuk memperoleh nilai *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Selanjutnya, nilai kelonggaran waktu, yang dikenal dengan *slack* atau *float*, setiap aktivitas dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Slack = LS - ES = LF - EF \dots\dots\dots (1)$$

Suatu aktivitas dikategorikan sebagai aktivitas kritis apabila memiliki nilai *slack* sebesar nol, yaitu $Slack = 0$.

Aktivitas yang berada pada jalur kritis tidak memiliki kelonggaran waktu sehingga setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan menyebabkan keterlambatan

terhadap durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan (Anenda, 2020). Untuk menghadapi ketidakpastian waktu, CPM dikombinasikan dengan Program Evaluation and Review Technique (PERT) yang menggunakan estimasi waktu optimistis, paling mungkin, dan pesimistis guna menghitung waktu harapan serta probabilitas penyelesaian proyek (Bagshaw, 2021; Arif, 2023).

Berbagai penelitian membuktikan efektivitas kombinasi CPM dan PERT pada proyek konstruksi maupun infrastruktur. Aulia (2021) menunjukkan bahwa kedua metode ini dapat menghasilkan estimasi durasi proyek yang lebih optimal dibandingkan rencana awal. Rahmansah dan Hartati (2022) berhasil mengidentifikasi jalur kritis proyek perumahan secara lebih akurat, sedangkan Hadicara (2023) melaporkan probabilitas keberhasilan penyelesaian proyek jalan mencapai 99,99%. Kholil et al. (2018) menegaskan bahwa CPM dan PERT merupakan pendekatan yang saling melengkapi dalam perencanaan proyek terkait pengelolaan lingkungan. Namun, penerapan kedua metode pada proyek survei pertanahan, khususnya PTSL PM yang memiliki ketidakpastian tinggi akibat faktor teknis, administratif, dan sosial masih relatif terbatas, dimana menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat pelaksanaan PTSL PM, merumuskan alternatif solusi untuk mengatasi hambatan tersebut, serta menyusun dan menganalisis penjadwalan proyek menggunakan metode CPM dan PERT (Vivekananda et al., 2025). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi melalui penerapan kombinasi CPM dan PERT pada proyek PTSL PM sebagai dasar penyusunan penjadwalan yang lebih adaptif terhadap ketidakpastian lapangan. Dengan penelitian ini juga diharapkan menjadi masukan bagi pelaksanaan PTSL di masa mendatang sekaligus mendukung pengelolaan lahan dan lingkungan secara berkelanjutan melalui penyediaan data spasial akurat sebagai dasar perencanaan tata ruang sehingga konflik lingkungan sosial pertanahan dapat dimitigasi.

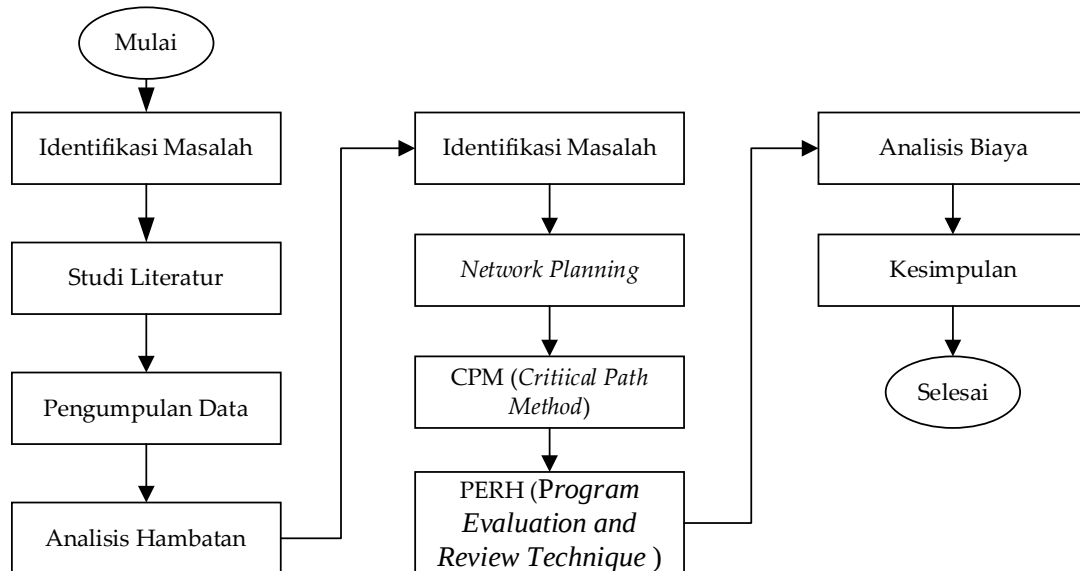
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-analitis dengan metode studi kasus. Studi kasus dipilih karena penelitian bertujuan untuk memahami fenomena secara mendalam dalam konteks nyata yang tidak dapat dipisahkan dari lingkungannya (Khair & Assyahri, 2024). Lokasi penelitian adalah di wilayah kerja KJSB “x”, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Kegiatan PTSL PM yang diteliti merupakan proyek tahun 2023.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui empat cara. Pertama, observasi lapangan langsung terhadap aktivitas pengukuran surveyor untuk memperoleh gambaran nyata hambatan yang dihadapi. Kedua, wawancara mendalam dengan panitia PTSL PM dari masing-masing desa, yaitu Bapak Agus Mahsun sebagai salah satu anggota panitia Desa Srikandang dan Bapak Muhammad Syafa' serta Bapak Djumari dari panitia Desa Banjaragung, guna mendapatkan informasi kualitatif tentang hambatan dan solusi. Ketiga, pengisian kuesioner terstruktur oleh panitia PTSL PM untuk mengkonfirmasi faktor-faktor

penghambat. Keempat, dokumentasi proyek berupa rekapitulasi kerja harian surveyor yang menjadi sumber data kuantitatif durasi setiap aktivitas.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Analisis Data CPM

Analisis data CPM dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, seluruh aktivitas proyek diidentifikasi dan diberi kode berurutan, meliputi persiapan administrasi, sosialisasi, pembagian zona kerja, pengukuran lapangan per blok oleh masing-masing surveyor, pemeriksaan hasil ukur, hingga penyerahan berkas. Kedua, hubungan ketergantungan antaraktivitas disusun dalam diagram jaringan kerja menggunakan metode *Activity on Arrow* (AOA). Ketiga, perhitungan *forward pass* dilakukan untuk memperoleh ES dan EF setiap aktivitas, diikuti *backward pass* untuk memperoleh LS, LF, dan nilai slack. Aktivitas dengan slack = 0 ditetapkan sebagai jalur kritis.

Analisis Data PERT

Analisis data PERT dilakukan terhadap setiap aktivitas dengan menggunakan tiga estimasi waktu yang diperoleh dari wawancara dengan surveyor dan panitia desa: waktu optimistis (t_a), waktu paling mungkin (t_m), dan waktu pesimistis (t_b). Waktu yang diharapkan dihitung menggunakan rumus (2):

$$t_e = \frac{(t_a + 4t_m + t_b)}{6} \dots\dots\dots(2)$$

Sedangkan varians dihitung dengan menggunakan rumus (3).

$$V_{t_e} = \left(\frac{(t_b - t_a)}{6} \right)^2 \dots\dots\dots(3)$$

Standar deviasi merupakan akar dari varians. Probabilitas penyelesaian proyek dalam target waktu tertentu dihitung menggunakan nilai Z pada distribusi normal standar, yaitu:

$$Z = \frac{T-TE}{\sqrt{\Sigma V}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan: T = target waktu; TE = total expected time jalur kritis; ΣV = jumlah varians aktivitas kritis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

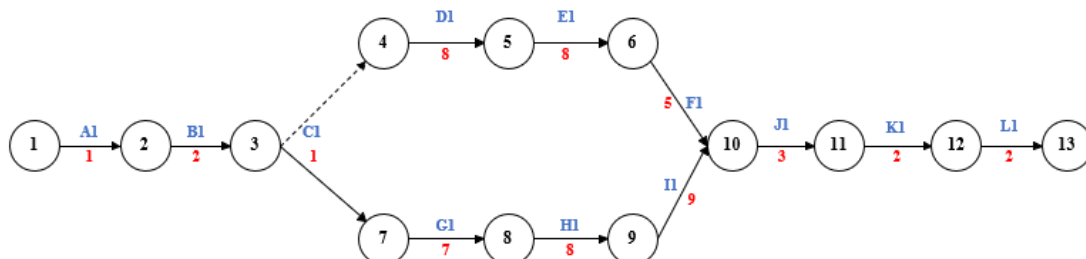
Analisis Jalur Kritis Menggunakan CPM

Analisis menggunakan metode CPM dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang menentukan durasi minimum penyelesaian proyek PTSL PM pada Desa Banjaragung dan Desa Srikandang di Kabupaten Jepara. Hasil analisis menunjukkan bahwa jalur kritis terbentuk oleh rangkaian aktivitas yang memiliki nilai slack sebesar nol, sehingga setiap keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan secara langsung memengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

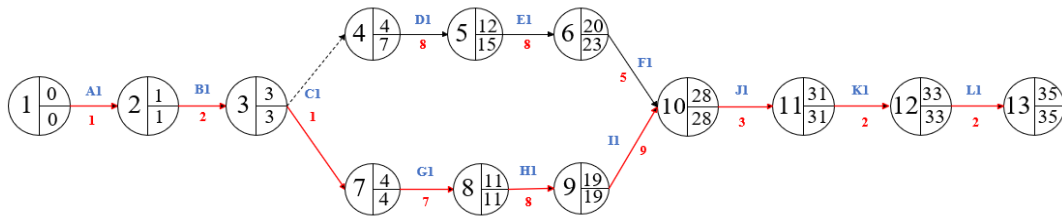
Tabel 1. Durasi Aktivitas Pelaksanaan Proyek PTSL PM Menggunakan CPM di Desa Banjaragung

Kode	Aktivitas	Pendahulu	Durasi (hari)	
			Banjaragung	Srikandang
A1	Penyuluhan kepada masyarakat	-	1	1
B1	Pemasangan patok	A1	2	2
C1	Pemetaan bidang tanah	B1	1	1
D1	Pengukuran bidang tanah surveyor 1	C1	8	7
E1	Pengukuran bidang tanah surveyor 1	D1	8	10
F1	Pengukuran bidang tanah surveyor 1	E1	5	6
G1	Pengukuran bidang tanah surveyor 2	C1	7	9
H1	Pengukuran bidang tanah surveyor 2	G1	8	11
I1	Pengukuran bidang tanah surveyor 2	H1	9	12
J1	Verifikasi hasil pengukuran	F1,I1	3	5
K1	Revisi Pengukuran	J1	2	4
L1	Pencatatan data hasil pengukuran	K1	2	3

Berdasarkan data aktivitas tersebut kemudian disusun jaringan kerja (*network planning*) untuk menggambarkan hubungan ketergantungan antar aktivitas pada masing-masing proyek.



Gambar 3. Diagram Network Planning (Jaringan Kerja CPM) Pelaksanaan Proyek PTSL PM Desa Banjaragung



Gambar 4. Diagram Network Planning (Jaringan Kerja CPM) Pelaksanaan Proyek PTSL PM Desa Srikandang

Selanjutnya dilakukan perhitungan *Earliest Start* (ES), *Earliest Finish* (EF), *Latest Start* (LS), *Latest Finish* (LF), dan Slack untuk menentukan lintasan kritis pada masing-masing proyek.

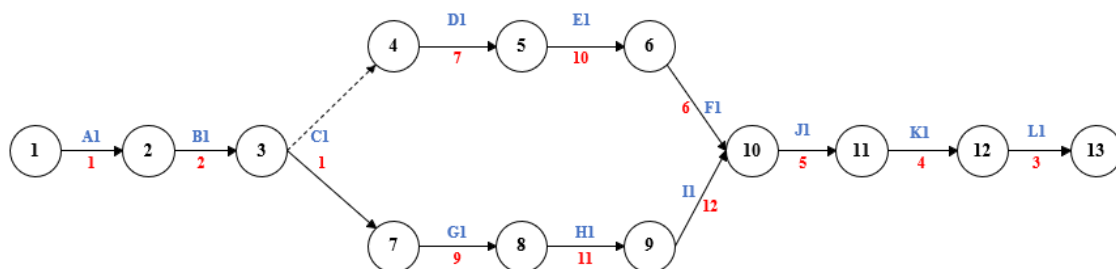
Tabel 2. Hasil Perhitungan ES, EF, LS, LF, dan Slack Aktivitas Proyek PTSL PM

Aktivitas	Desa Banjaragung					Desa Srikandang				
	ES	EF	LS	LF	Slack/Float	ES	EF	LS	LF	Slack/Float
A1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
B1	1	3	1	3	0	1	3	1	3	0
C1	3	4	3	4	0	3	4	3	4	0
D1	4	12	7	15	3	4	11	13	20	9
E1	12	20	15	23	3	11	21	20	30	9
F1	20	25	23	28	3	21	27	30	36	9
G1	4	11	4	11	0	4	13	4	13	0
H1	11	19	11	19	0	13	24	13	24	0
I1	19	28	19	28	0	24	36	24	36	0
J1	28	31	28	31	0	36	41	36	41	0
K1	31	33	31	33	0	41	45	41	45	0
L1	33	35	33	35	0	45	48	45	48	0

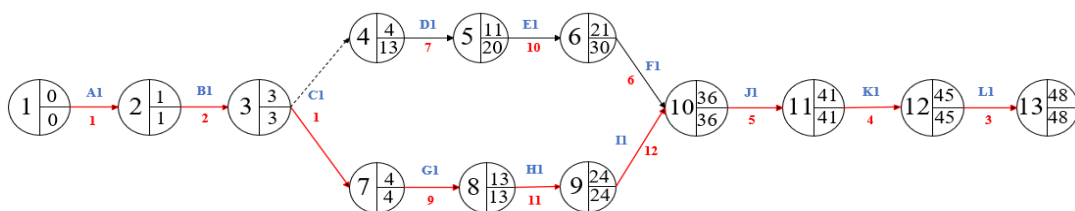
Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh bahwa pada Desa Banjaragung jalur kritis terdiri atas aktivitas A1-B1-C1-G1-H1-I1-J1-K1-L1 dengan total durasi penyelesaian selama 48 hari, sedangkan aktivitas D1, E1, dan F1 merupakan aktivitas non-kritis karena masih memiliki kelonggaran waktu (slack). Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian proyek perlu diprioritaskan pada aktivitas-aktivitas jalur kritis agar keterlambatan tidak menyebar ke aktivitas berikutnya.

Pada Desa Srikandang jalur kritis terbentuk dari aktivitas A2-B2-C2-D2-E2-F2-G2-N2-O2-P2 dengan total durasi penyelesaian selama 58 hari, sedangkan aktivitas pada lintasan surveyor lainnya memiliki nilai slack sehingga masih memiliki fleksibilitas dalam penjadwalan.

Pada Desa Banjaragung, jalur kritis terdiri atas aktivitas A1-B1-C1-G1-H1-I1-J1-K1-L1 dengan total durasi penyelesaian selama 48 hari, sedangkan aktivitas D1, E1, dan F1 merupakan aktivitas non-kritis karena masih memiliki kelonggaran waktu (slack). Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian proyek perlu diprioritaskan pada aktivitas-aktivitas jalur kritis agar keterlambatan tidak menyebar ke aktivitas berikutnya.



Gambar 5. Jalur Kritis (Critical Path) Pelaksanaan Proyek PTSL PM Desa Banjaragung berdasarkan Hasil Perhitungan CPM



Gambar 6. Jalur Kritis (Critical Path) Pelaksanaan Proyek PTSL PM Desa Srikandang berdasarkan Hasil Perhitungan CPM

Pada Desa Srikandang, jalur kritis terbentuk dari aktivitas A2-B2-C2-D2-E2-F2-G2-N2-O2-P2 dengan total durasi penyelesaian selama 58 hari, sedangkan aktivitas pada lintasan surveyor lainnya memiliki nilai *slack* sehingga masih memiliki fleksibilitas dalam penjadwalan.

Jalur tersebut dikategorikan sebagai jalur kritis karena seluruh aktivitas yang menyusunnya memiliki nilai *slack* sebesar nol, sehingga setiap keterlambatan pada salah satu aktivitas akan langsung memengaruhi durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan. Sebaliknya, aktivitas pada lintasan non-kritis masih memiliki nilai *slack*, sehingga penjadwalannya dapat dilakukan secara lebih fleksibel tanpa memengaruhi waktu penyelesaian proyek. Selain itu, durasi jalur kritis di Desa Srikandang lebih panjang dibandingkan Desa Banjaragung. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh jumlah blok pengukuran yang lebih banyak serta distribusi aktivitas surveyor yang lebih kompleks, sehingga membutuhkan waktu penyelesaian proyek yang lebih lama. Temuan ini menunjukkan bahwa karakteristik pekerjaan lapangan berpengaruh terhadap panjang lintasan kritis dan durasi penyelesaian proyek.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode CPM mampu mengidentifikasi aktivitas yang memerlukan prioritas pengawasan sehingga sumber daya dapat difokuskan pada pekerjaan yang memiliki pengaruh terbesar terhadap durasi proyek. Temuan ini sejalan dengan penelitian Aulia (2021) serta Rahmansah dan Hartati (2022) yang menyatakan bahwa CPM merupakan metode yang efektif dalam mengidentifikasi jalur kritis dan meningkatkan efektivitas pengendalian waktu proyek. Dalam konteks PTSL PM, identifikasi jalur kritis menjadi penting karena sebagian besar aktivitas lapangan dipengaruhi oleh faktor eksternal, seperti kondisi cuaca, kesiapan dokumen masyarakat, dan koordinasi antarpetugas, yang berpotensi menyebabkan keterlambatan apabila tidak dikendalikan sejak awal.

Analisis Durasi Menggunakan PERT

Setelah aktivitas kritis diidentifikasi menggunakan CPM, analisis dilanjutkan menggunakan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) untuk mengakomodasi ketidakpastian durasi setiap aktivitas. Pendekatan ini menghasilkan tiga skenario waktu penyelesaian, yaitu waktu optimistis, waktu pesimistis, dan expected time.

Tabel 3. Perhitungan *Optimistic Time*, *Pessimistic Time*, dan *Expected Time* Setiap Aktivitas Proyek PTSL PM Desa Banjaragung

Kode	Aktivitas	Pendahulu	<i>Optimistic Time</i> (t_a)	<i>Pessimistic Time</i> (t_b)	<i>Most Likely Time</i> (t_m)
A1	Penyuluhan kepada masyarakat	-	1	1	1
B1	Pemasangan patok	A1	2	2	2
C1	Pemetaan bidang tanah	B1	1	1	1
D1,G1	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 dan 2	C1	7	9	6,65
E1,H1	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 dan 2	D1,G1	8	11	8,13
F1,I1	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 dan 2	E1,H1	9	12	8,87
J1	Verifikasi hasil pengukuran	F1,I1	3	5	3,69
K1	Revisi Pengukuran	J1	2	4	2,96
L1	Pencatatan data hasil pengukuran	K1	2	3	2,22

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh estimasi durasi proyek di Desa Banjaragung sebesar 35 hari pada kondisi optimistis, 37,17 hari berdasarkan expected time, dan 48 hari pada kondisi pesimistis. Sementara itu, pada Desa Srikandang estimasi durasi proyek sebesar 47 hari pada kondisi optimistis, 50,08 hari berdasarkan expected time, dan 58 hari pada kondisi pesimistis.

Tabel 4. Perhitungan *Optimistic Time*, *Pessimistic Time*, dan *Expected Time* Setiap Aktivitas Proyek PTSL PM Desa Srikandang]

Kode	Aktivitas	Pendahulu	<i>Optimistic Time</i> (t_a)	<i>Pessimistic Time</i> (t_b)	<i>Most Likely Time</i> (t_m)
A2	Penyuluhan kepada masyarakat	-	1	1	1
B2	Pemasangan patok	A2	2	2	2
C2	Pemetaan bidang tanah	B2	1	1	1
D2,H2	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 & 2	C2	7	8	5,95
E2,I2	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 & 2	D2,H2	8	10	7,44
F2,J2	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 & 2	E2,I2	9	12	8,93

Kode	Aktivitas	Pendahulu	Optimistic Time (t_a)	Pessimistic Time (t_b)	Most Likely Time (t_m)
G2,K2	Pengukuran bidang tanah surveyor 1 & 2	F2,J2	9	11	8,19
L2,M2	Pengukuran bidang tanah surveyor 3&4	C2	6	8	5,95
N2	Verifikasi hasil pengukuran	G2,K2, L2,M2	3	4	2,98
O2	Revisi Pengukuran	N2	3	5	3,72
P2	Pencatatan data hasil pengukuran	O2	3	4	2,98

Perbedaan estimasi durasi antara Desa Banjaragung dan Desa Srikandang dipengaruhi oleh jumlah blok pengukuran yang lebih banyak di Desa Srikandang serta distribusi aktivitas surveyor yang lebih kompleks. Kondisi tersebut menyebabkan lintasan kritis pada Desa Srikandang menjadi lebih panjang sehingga membutuhkan waktu penyelesaian yang lebih lama dibandingkan Desa Banjaragung.

Nilai expected time pada kedua desa berada di antara kondisi optimistis dan pesimistis sehingga memberikan estimasi durasi yang lebih representatif dibandingkan menggunakan satu nilai waktu saja. Pendekatan ini memungkinkan manajer proyek memperhitungkan ketidakpastian yang berasal dari faktor-faktor lapangan, seperti kondisi cuaca, keterlambatan administrasi, maupun hambatan teknis selama proses pengukuran.

Hasil penelitian ini memperkuat temuan Hadicara (2023) yang menyatakan bahwa metode PERT mampu memberikan estimasi durasi proyek yang lebih realistis melalui pendekatan probabilistik.

Analisis Biaya Operasional Berdasarkan Hasil PERT

Estimasi durasi yang dihasilkan metode PERT selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung kebutuhan biaya operasional pelaksanaan proyek PTSL PM. Perhitungan biaya dilakukan berdasarkan biaya operasional harian yang terdiri atas biaya akomodasi desa sebesar Rp20.000 per hari dan biaya konsumsi sebesar Rp40.000 per surveyor per hari. Dengan dua surveyor pada setiap lokasi, total biaya operasional harian mencapai Rp100.000.

Tabel 2. Biaya Pelaksanaan Desa Banjaragung

Aktivitas	Optimistic Time	Biaya (Rp)	Pesimistic Time	Biaya (Rp)	Expected Time	Biaya (Rp)
A1	1	100.000	1	100.000	1	100.000
B1	2	200.000	2	200.000	2	200.000
C1	1	100.000	1	100.000	1	100.000
D1,G1	7	1.400.000	9	1.800.000	7,10	1.420.000
E1,H1	8	1.600.000	11	2.200.000	8,59	1.717.333
F1,I1	9	1.800.000	12	2.400.000	9,41	1.882.666
J1	3	300.000	5	500.000	3,79	379.333

Aktivitas	<i>Optimistic Time</i>	Biaya (Rp)	<i>Pesimistic Time</i>	Biaya (Rp)	<i>Expected Time</i>	Biaya (Rp)
K1	2	200.000	4	400.000	2,97	297.333
L1	2	200.000	3	300.000	2,31	231.333
Total Biaya		Rp5.900.000		Rp8.000.000		Rp6.328.000

Analisis biaya operasional pelaksanaan proyek PTSL PM Desa Srikandang berdasarkan skenario waktu optimistis, pesimistis, dan *expected time* disajikan di dalam Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Biaya Srikandang

Aktivitas	<i>Optimistic Time</i>	Biaya (Rp)	<i>Pesimistic Time</i>	Biaya (Rp)	<i>Expected Time</i>	Biaya (Rp)
A2	1	100.000	1	1.000.000	1	100.000
B2	2	200.000	2	2.000.000	2	200.000
C2	1	100.000	1	1.000.000	1	100.000
D2,H2	7	1.400.000	8	1.600.000	6.47	1.293.755
E2,I2	8	1.600.000	10	2.000.000	7.96	1.592.194
F2,J2	9	1.800.000	12	2.400.000	9.45	1.890.633
G2,K2	9	1.800.000	11	2.200.000	8.79	1.758.080
L2,M2	6	1.200.000	8	1.600.000	6.30	1.260.422
N2	3	300.000	4	400.000	3.15	315.106
O2	3	300.000	5	500.000	3.81	381.382
P2	3	300.000	4	400.000	3.15	315.106
Total Biaya		Rp9.100.000		Rp15.100.000		Rp 9.206.679

Hasil analisis menunjukkan bahwa total biaya operasional proyek di Desa Banjaragung diperkirakan sebesar Rp5.900.000 pada kondisi optimistis, Rp6.328.000 berdasarkan *expected time*, dan meningkat menjadi Rp8.000.000 pada kondisi pesimistis. Sementara itu, pada Desa Srikandang estimasi biaya operasional mencapai Rp9.100.000 pada kondisi optimistis, Rp9.206.679 berdasarkan *expected time*, dan Rp15.100.000 pada kondisi pesimistis.

Perbedaan estimasi biaya antara kedua desa menunjukkan bahwa karakteristik pekerjaan lapangan memengaruhi kebutuhan biaya operasional proyek. Biaya operasional di Desa Srikandang lebih tinggi dibandingkan Desa Banjaragung karena durasi penyelesaian proyek yang lebih panjang sebagai akibat dari jumlah blok pengukuran yang lebih banyak serta distribusi aktivitas surveyor yang lebih kompleks. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin panjang lintasan kritis dan durasi penyelesaian proyek, semakin besar pula biaya operasional yang harus dialokasikan. Perbedaan biaya pada ketiga skenario juga menunjukkan bahwa peningkatan durasi proyek memberikan dampak langsung terhadap besarnya biaya operasional. Nilai biaya berdasarkan *expected time* berada di antara kondisi optimistis dan pesimistis sehingga dapat dijadikan dasar yang lebih realistis dalam penyusunan anggaran dibandingkan hanya menggunakan satu estimasi waktu. Dengan demikian, pendekatan PERT mampu

memberikan gambaran biaya yang lebih representatif terhadap kondisi pelaksanaan proyek yang sesungguhnya.

Integrasi antara CPM dan PERT memberikan manfaat yang saling melengkapi. CPM mengidentifikasi aktivitas yang menentukan durasi penyelesaian proyek, sedangkan PERT memberikan estimasi durasi yang mempertimbangkan ketidakpastian pada setiap aktivitas. Dengan demikian, estimasi biaya operasional yang dihasilkan menjadi lebih akurat dan dapat digunakan sebagai dasar pengendalian anggaran selama pelaksanaan PTSL PM. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kholil et al. (2018) yang menyatakan bahwa kombinasi CPM dan PERT merupakan pendekatan yang efektif dalam meningkatkan akurasi perencanaan proyek.

Selain meningkatkan efisiensi waktu dan biaya, penerapan CPM dan PERT pada proyek PTSL PM juga memiliki implikasi terhadap pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Efisiensi durasi proyek tidak hanya berdampak pada penurunan biaya operasional, tetapi juga berpotensi mempercepat tersedianya data spasial pertanahan yang diperlukan dalam penyusunan tata ruang berbasis lingkungan serta pengendalian perubahan penggunaan lahan. Dengan tersedianya data pertanahan yang lebih cepat dan akurat, proses perencanaan pemanfaatan ruang dapat dilakukan secara lebih efektif untuk mendukung pengelolaan ekosistem dan pembangunan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi faktor-faktor penghambat pelaksanaan surveyor PTSL PM di Desa Banjaragung dan Desa Srikandang, Kabupaten Jepara, serta menganalisis penjadwalan kerjanya menggunakan metode CPM dan PERT. Tiga faktor hambatan utama yang teridentifikasi adalah kondisi cuaca, ketidaklengkapan dokumen administrasi, dan keterbatasan pendampingan petugas desa. Analisis CPM menunjukkan bahwa jalur kritis kedua proyek terletak pada rangkaian aktivitas pengukuran lapangan yang paling padat, dengan durasi pelaksanaan aktual masing-masing 48 hari (Desa Banjaragung) dan 58 hari (Desa Srikandang), lebih panjang 13 dan 12 hari dari perencanaan. Analisis PERT mengungkapkan bahwa nilai varians jalur kritis relatif rendah (0,75 dan 1,17), mengindikasikan bahwa ketidakpastian durasi masih dalam batas yang terkendali meski risiko keterlambatan tetap ada. Dari perspektif lingkungan, optimalisasi penjadwalan survei pertanahan berkontribusi pada percepatan inventarisasi lahan sebagai fondasi pengelolaan ekosistem berkelanjutan dan mitigasi konflik tata ruang berbasis lingkungan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran dirumuskan. Pertama, KJSB dan instansi terkait disarankan menerapkan penjadwalan berbasis CPM pada setiap proyek PTSL PM sebagai alat pengendalian waktu yang sistematis. Kedua, perlu dilakukan sosialisasi kelengkapan dokumen kepada masyarakat minimal dua minggu sebelum pengukuran dimulai guna meminimalkan hambatan administratif. Ketiga, koordinasi dengan pemerintah desa dalam pengadaan pendamping ukur perlu dikuatkan melalui kesepakatan tertulis sebelum proyek dimulai. Keempat, untuk penelitian lanjutan,

disarankan mengintegrasikan analisis biaya yang lebih komprehensif menggunakan metode *Earned Value Management* (EVM) dalam kombinasi dengan CPM-PERT, serta mengkaji dampak langsung efisiensi proyek PTSL PM terhadap indikator keberlanjutan lingkungan seperti laju konversi lahan dan pengurangan sengketa pertanahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dapat kepada Bapak Agus Mahsun, Bapak Muhammad Syafa', Bapak Djumari yangtelah meluangkan waktunya dan membagi informasi pertanahan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anenda, L. (2020). *Analisis network planning pada proyek konstruksi jalan oleh CV. X menggunakan metode Program Evaluation Review Technique (PERT)-Critical Path Method (CPM)*. Ph. D. dissertation, UIN Sunan Amper Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.
- Aulady, M. F. N., & Orleans, C. (2016). Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi Antara Metode Critical Path Method (CPM) dengan Metode Critical Chain Project Management (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut). *Jurnal Iptek*, 20(1), 13–24.
- Aulia, S. S. (2021). *Analisis Penjadwalan Proyek Gedung Menggunakan Metode CPM-PERT (Critical Path Method-Program Evaluation And Review Technique)(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung APSLC Universitas Gadjah Mada)*.
- Bagshaw, K. B. (2021). PERT and CPM in project management with practical examples. *American Journal of Operations Research*, 11(4), 215–226.
- Berti, A. R. (2025). Analysis of the Implementation of the Complete Systematic Land Registration Program (PTSL) in Achieving Legal Certainty for Landowners (A Study in the Gayamsari District, Semarang City). *Semarang State University Undergraduate Law and Society Review*, 5(1), 460–482.
- Caesaron, D., & Thio, A. (2017). Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT pada Proyek Pembangunan Ruko (Jl. Pasar Lama No. 20 Glodok). *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 8(2).
- Efata, A. C., SH, M. K., Retno Mawarini, S., & SH, M. (2025). *Dekonstruksi Hukum Dalam Pengaturan Alih Fungsi Lahan Untuk Menjamin Kepastian Hukum* (1st ed.). UNTAG PRESS.
- Hadicara, D. (2023). *Penerapan Metode PERT dan CPM Pada Pembangunan Jalan Tinjomoyo-Sekaran*. Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia).
- Khair, V. M., & Assyahri, W. (2024). Optimalisasi administrasi pertanahan di Indonesia: Tantangan dan strategi menuju kepastian hukum. *Journal of Public Administration and Management Studies*, 2(2), 55–62.
- Kholil, M., Nurul Alfa, B., & Hariadi, M. (2018). Scheduling of house development projects with CPM and PERT method for time efficiency (Case study: House type

- 36). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 140(1), 12010.
- Nugroho, D. H., Sukron, A., & Ismail, Y. (2023). Peran Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) dalam Penyelesaian Sengketa Waris Tanah Secara Mediasi. *Yurijaya: Jurnal Ilmiah Hukum*, 5(2), 21–30.
- Putrisasmita, G. (2023). Kedudukan program pendaftaran tanah sistematis lengkap dalam kerangka reforma agraria untuk mewujudkan kepastian hukum pertanahan di Indonesia. *LITRA: Jurnal Hukum Lingkungan, Tata Ruang, Dan Agraria*, 3(1), 18–36.
- Rahmansah, R., & Hartati, V. (2022). Perencanaan jadwal waktu proyek modular house two storey menggunakan pendekatan critical path method di PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 9(1), 14–23.
- Ramadhani, F. (2023). *Studi Critical Success Factors Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Unit Pengadaan BP2JK Kemeterian PUPR)= Study Of Critical Success Factors Government Procurement In Construction Project (Case Study: Procurement Unit Of The PUPR Ministry)*. Universitas Hasanuddin.
- Rifa'i, H. N., Yuniati, A., & Prayoga, S. (2026). Kebijakan Penghapusan Legalitas Surat Keterangan Tanah (SKT) Sebagai Alas Hak Dalam Sistem Pendaftaran Tanah Di Kabupaten Di Lampung Tengah. *Journal of Law and Social Change Review*, 1(01).
- Rizqi, I. T., Ariani, D., & Pelly, D. A. (2025). Analisis Dampak Pemanfaatan Perkembangan Tanah Dalam Pengelolaan Lingkungan. *Jurnal Psikososial Dan Pendidikan*, 1(2), 863–875.
- Sahril, S. (2022). *Analisis manajemen waktu menggunakan metode CPM dan PERT pada proyek pembangunan jalan tol Pekanbaru-Bangkinang*. Universitas Islam Riau.
- Vivekananda, G. S., Nafis, A. Y., Sabitha, A., Saputra, M. A., Putra, I. A., Taufikurrahman, T., & Kusmiarto, K. (2025). Kolaborasi dan Sinergitas Multipihak dalam Pengamanan Aset Bendungan Pandan Duri di Kabupaten Lombok Timur Indonesia. *Widya Bhumi*, 5(1), 54–72.