

## Analisis Efisiensi Waktu Pengambilan Data pada Proyek RSP Nawacita Long Pahangai-Mahakam Ulu dengan Metode Real Time Kinematic

Rega Mahardika, Imam Mustofa\*, Ana Komari

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Kediri, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 17 Juli 2025  
Revisi Akhir: 22 Oktober 2025  
Diterbitkan Online: 28 Oktober 2025

### KATA KUNCI

Real-Time Kinematic  
Efisiensi Waktu  
Akurasi Survei  
Penanganan Longsor  
Proyek Infrastruktur

### KORESPONDENSI

Phone: +62 822-3147-2941  
E-mail: [imammustofa@unik-kediri.ac.id](mailto:imammustofa@unik-kediri.ac.id)

### A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode *Real-Time Kinematic* (RTK) dalam meningkatkan efisiensi waktu dan akurasi survei lapangan pada proyek penanganan jalan longsor di RSP Nawacita, Long Pahangai, Mahakam Ulu. Metode konvensional seperti Total Station, meskipun akurat, dinilai kurang efisien karena memerlukan waktu dan tenaga lebih besar, terutama di medan yang sulit. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan membandingkan waktu pengambilan data antara RTK dan metode konvensional. Hasil menunjukkan bahwa RTK mampu mengurangi waktu survei hingga 70%, dengan rata-rata 3 menit per titik dibandingkan 10 menit pada metode konvensional. Akurasi RTK mencapai  $\pm 1,5$  cm (horizontal) dan  $\pm 3,2$  cm (vertikal), yang masih memenuhi toleransi teknis untuk survei jalan. Selain itu, penggunaan RTK berdampak positif pada manajemen waktu proyek dan pengurangan biaya operasional hingga 25%. Kendala seperti gangguan sinyal dan cuaca dapat diatasi dengan strategi penempatan *base station* dan penjadwalan ulang. Temuan ini merekomendasikan penerapan RTK pada proyek infrastruktur dengan medan menantang serta penyusunan SOP untuk optimalisasi hasil. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan RTK dengan teknologi UAV atau BIM untuk peningkatan efisiensi lebih lanjut.

### PENDAHULUAN

Penanganan jalan longsor merupakan aspek krusial untuk menjaga kelancaran serta keamanan jaringan jalan[1]. Dalam pelaksanaannya, survei lapangan menjadi tahapan vital guna memperoleh data mengenai topografi dan kondisi lingkungan secara akurat[2]. Kecepatan dan ketelitian data survei sangat penting sebagai dasar perencanaan serta pelaksanaan penanganan longsor yang efektif. Namun, metode survei tradisional sering kali memerlukan waktu yang lama dan kurang efisien, terutama saat menghadapi medan yang sulit dan situasi proyek yang memerlukan penyelesaian cepat. Kondisi ini berpotensi menghambat kelancaran proyek serta memperpanjang durasi penyelesaiannya.

Seiring kemajuan teknologi, metode *Real-Time Kinematic* (RTK) yang memanfaatkan sistem satelit mulai banyak digunakan[3]. Teknologi ini mampu menghasilkan data posisi secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga survei lapangan bisa dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Berbagai studi terdahulu telah membuktikan bahwa RTK efektif dalam mempercepat proses pengukuran sekaligus meningkatkan ketepatan data. Sebagai contoh, penelitian oleh[4] menemukan bahwa RTK dapat mengurangi waktu survei hingga 40% dibandingkan metode konvensional tanpa mengorbankan akurasi. Penelitian dari[5] menunjukkan bahwa RTK mampu memberikan akurasi koordinat hingga level sentimeter, yang sangat membantu dalam proyek konstruksi di medan sulit. Selain itu, [6] menyoroti bahwa RTK sangat berguna pada proyek dengan keterbatasan waktu dan kondisi medan yang berat seperti penanganan longsor dan rekayasa geoteknik[7].

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Blake Furby) menunjukkan bahwa metode RTK-GPS memberikan tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam pengukuran elevasi. Dibandingkan dengan data ground truth dari Total Station (TS), rata-rata

kesalahan (RMSE) yang dihasilkan oleh RTK-GPS hanya sebesar 0,0432 kaki (sekitar 0,52 inci), jauh di bawah toleransi kesalahan maksimum 0,2 kaki yang ditetapkan oleh Caltrans untuk survei umum[8]. Pada Situs San Dieguito, kesalahan elevasi rata-rata tercatat sebesar 0,0357 kaki, sedangkan di Situs Lakeside sebesar 0,0565 kaki. Hal ini membuktikan bahwa RTK-GPS mampu memberikan hasil yang konsisten dan andal untuk keperluan pemetaan topografi. Meski teknologi RTK telah diaplikasikan di berbagai proyek, masih terdapat kekurangan kajian yang secara khusus menilai efektivitasnya pada proyek penanganan jalan longsor dengan karakteristik medan dan urgensi yang unik, seperti pada Proyek Penanganan Jalan Longsor RSP Nawacita. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sejauh mana RTK dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam pengambilan data survei lapangan di proyek tersebut. Penelitian ini juga berupaya mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penggunaan RTK serta dampaknya terhadap pengelolaan waktu secara menyeluruh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui percepatan proses survei, peningkatan akurasi data, dan pengurangan durasi pelaksanaan proyek penanganan jalan longsor. Selain itu, temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pelaksanaan proyek konstruksi lain dalam mengadopsi teknologi survei yang lebih efisien, khususnya di medan yang sulit dan dengan kebutuhan penyelesaian yang cepat.

## TINJAUAN PUSTAKA

Survei lapangan merupakan tahapan kritis dalam proyek konstruksi, terutama pada penanganan jalan longsor, di mana kecepatan dan akurasi data sangat menentukan keberhasilan proyek. Metode konvensional seperti Total Station, meskipun akurat, seringkali membutuhkan waktu lama dan tenaga kerja yang besar, terutama di medan yang sulit [9]. Seiring perkembangan teknologi, metode *Real-Time Kinematic* (RTK) muncul sebagai solusi efisien dengan memanfaatkan sinyal satelit GNSS untuk menghasilkan data posisi secara real-time dengan akurasi hingga sentimeter[10]. Penelitian oleh Zhang[11] menunjukkan bahwa RTK mampu mengurangi waktu survei hingga 40% dibandingkan metode konvensional tanpa mengorbankan akurasi, dengan rata-rata kesalahan elevasi hanya 0,0432 kaki.

Keunggulan RTK terletak pada kemampuannya mengintegrasikan data dari stasiun referensi (*base station*) dan penerima lapangan (*rover*), yang memungkinkan koreksi kesalahan secara real-time melalui jaringan komunikasi seperti radio atau internet [12]. Selain itu, teknologi ini mendukung integrasi dengan sistem digital seperti GIS dan BIM, mempercepat proses analisis dan perencanaan [13]. Namun, penerapan RTK juga menghadapi tantangan, seperti gangguan sinyal di area bervegetasi lebat atau kondisi cuaca buruk [14]. Studi kasus oleh Tran Dinh Trong & Luong Ngoc Dung (2024) pada proyek jalan di Vietnam membuktikan bahwa RTK meningkatkan efisiensi waktu hingga tiga kali lipat dengan akurasi horizontal  $\pm 10$  cm, memenuhi standar teknis proyek infrastruktur. Temuan ini sejalan dengan penelitian derily [15], yang menekankan bahwa RTK tidak hanya mengoptimalkan waktu tetapi juga mengurangi biaya operasional. Dengan demikian, RTK menjadi pilihan tepat untuk proyek yang memerlukan ketepatan dan kecepatan, seperti penanganan longsor di wilayah terpencil seperti RSP Nawacita.

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus untuk menganalisis efisiensi waktu pengambilan data survei lapangan pada proyek penanganan jalan longsor RSP Nawacita, Long Pahangai, Mahakam Ulu. Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap proses pengambilan data, yang membandingkan kinerja teknologi Real-Time Kinematic (RTK) dengan metode konvensional menggunakan Total Station merek Topcon seri ES-105, yang memiliki tingkat ketelitian sudut sebesar 1" dan ketelitian jarak  $\pm(2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ . Pemilihan alat ini dilakukan untuk memastikan bahwa perbandingan akurasi dengan RTK didasarkan pada alat ukur konvensional yang telah memenuhi standar ketelitian tinggi untuk survei teknis. Observasi di lapangan berfokus pada pencatatan waktu mulai dan selesai pengambilan data setiap titik survei, serta mendokumentasikan hambatan teknis seperti gangguan sinyal GNSS dan kondisi medan yang memengaruhi kedua metode. Untuk melengkapi data primer, wawancara semi-terstruktur juga dilakukan dengan operator survei guna memperoleh informasi mendalam mengenai kendala operasional, faktor efisiensi, dan persepsi terhadap penggunaan kedua teknologi tersebut. Selain itu, data sekunder berupa dokumen proyek, laporan survei sebelumnya, dan spesifikasi teknis alat dianalisis untuk mendukung dan mengonfirmasi temuan dari data lapangan.

Analisis data kemudian dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung rata-rata waktu pengambilan data, simpangan baku, dan persentase efisiensi waktu relatif antara metode RTK dan konvensional. Hasil pengukuran akurasi dari kedua metode juga dibandingkan secara statistik untuk menilai konsistensi dan tingkat signifikansi perbedaannya. Secara paralel, analisis kualitatif diterapkan untuk mengevaluasi faktor pendukung dan penghambat berdasarkan hasil observasi

dan transkrip wawancara. Validitas data dijaga melalui prosedur pencatatan waktu yang dilakukan secara berulang dan penggunaan alat yang sama secara konsisten selama periode pengambilan data, sementara reliabilitas temuan diperkuat dengan triangulasi sumber data antara hasil observasi, wawancara, dan revidi dokumen proyek. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi pelaku proyek dalam memilih metode survei yang paling optimal, khususnya ketika bekerja dalam kondisi medan yang menantang seperti pada proyek penanganan longsor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Hasil Pengumpulan Data Koordinat RSP*

Pengumpulan data untuk proyek Penanganan Jalan Longsor RSP Nawacita yang berlokasi di Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu, telah dilakukan secara menyeluruh menggunakan dua pendekatan survei yang berbeda untuk menjamin akurasi dan keandalan data topografi. Metode pertama yang digunakan adalah Real-Time Kinematic (RTK), yaitu teknik pengukuran berbasis GNSS yang memungkinkan akuisisi data koordinat secara cepat dan presisi tinggi dengan koreksi waktu nyata dari base station. Sementara itu, metode kedua yang digunakan adalah survei konvensional menggunakan alat Total Station, yang meskipun lebih memerlukan waktu dan tenaga, tetap menjadi metode andalan untuk pengukuran detail pada lokasi dengan kondisi medan yang kompleks atau tertutup vegetasi. Kombinasi kedua metode ini memberikan hasil data yang saling melengkapi dalam mendukung perencanaan dan analisis teknis pada proyek mitigasi longsor tersebut. Adapun tabel hasil pencatatan waktu survey sebagai berikut:

Tabel 1. Data Koordinat RSP

Nama	Code	N	E	Z
1	b	51716,644	300252,657	114,891
2	b	51719,808	300249,578	114,353
3	b	51724,441	300253,661	113,978
4	b	51722,058	300256,521	114,583
5	b	51726,751	300260,632	113,973
6	b	51729,857	300257,949	113,2
7	b	51734,173	300265,45	113,283
8	b	51735,151	300262,665	112,744
9	b	51739,146	300268,084	113,281
10	b	51741,492	300265,798	112,687
11	b	51745,346	300271,237	113,521
12	b	51752,265	300276,03	114,34
13	b	51751,741	300277,2	114,602
14	b	51748,811	300275,457	114,416
15	b	51749,36	300274,511	114,104
16	pb	51743,133	300266,482	111,279
17	pb	51740,075	300264,198	111,635
18	pb	51735,474	300260,834	111,667
19	pb	51736,444	300260,116	111,065
20	pb	51738,074	300259,072	110,606
21	pb	51740,485	300256,852	110,45
22	pb	51742,343	300254,552	110,143
23	pb	51745,91	300253,472	109,855
24	pb	51746,648	300252,774	109,424
25	bm l	51710,045	300259,051	117,279
26	a	51707,368	300250,489	117,105
27	a	51712,454	300254,915	116,968
28	a	51717,792	300258,825	116,918
29	d	51715,873	300262,456	117,116
30	d	51713,593	300265,615	117,484
31	d	51713,236	300266,326	117,729
32	j	51712,774	300267,223	117,791

33	j	51722,187	300273,95	117,841
34	d	51723,265	300272,967	117,629
35	d	51723,713	300272,541	117,468
36	d	51725,394	300270,375	117,169
37	a	51727,684	300267,044	116,867
38	a	51742,077	300276,075	116,895
39	d	51739,232	300279,514	117,305
40	d	51737,253	300282,55	117,64
41	d	51737,005	300283,22	117,987
42	j	51736,276	300283,977	118,085
43	j	51744,547	300289,638	118,282
44	d	51745,516	300288,699	118,139
45	d	51746,078	300288,352	117,811
46	d	51747,283	300286,221	117,614
47	a	51750,669	300282,289	117,262
48	a	51757,457	300286,998	117,556
49	d	51756,427	300290,213	117,904
50	bm2	51756,696	300290,281	117,921
51	d	51754,787	300293,894	118,181
52	d	51754,034	300294,794	118,559
53	j	51753,603	300295,754	118,649

Tabel 1 menyajikan data koordinat RSP yang terdiri dari 53 titik pengamatan dengan parameter koordinat N (Northing), E (Easting), dan Z (Elevasi). Setiap titik diberi kode (Code) yang berbeda, seperti "b", "pb", "bm1", "a", "d", "j", dan "i", yang kemungkinan merepresentasikan jenis titik atau fungsinya dalam pengukuran geospasial. Nilai koordinat N berkisar antara 51707,368 hingga 51757,457, sedangkan E berada di rentang 300249,578 hingga 300295,754. Nilai elevasi Z berkisar dari 109,424 meter hingga 118,649 meter. Data ini menunjukkan variasi topografi yang cukup signifikan dan dapat digunakan untuk analisis geodetik, pemetaan kontur, atau perencanaan teknis lainnya di lokasi proyek.

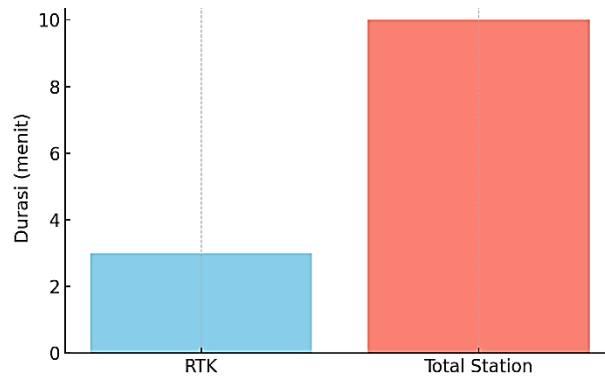
### *Perbandingan Efisiensi Waktu RSP*

Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan, diketahui bahwa metode Real-Time Kinematic (RTK) memiliki keunggulan signifikan dalam hal efisiensi waktu dibandingkan dengan metode konvensional. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan data menggunakan RTK hanya sekitar 3 menit per titik, sedangkan metode konvensional memerlukan waktu hingga 10 menit per titik. Jika dihitung dari segi produktivitas, metode RTK mampu mencatat hingga 20 titik per jam, jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional yang hanya mencapai sekitar 6 titik per jam. Dengan demikian, penggunaan RTK dalam survei ini terbukti meningkatkan efisiensi waktu kerja hingga hampir tiga kali lipat, yang tentu saja memberikan dampak positif terhadap percepatan proses pengumpulan data dan penghematan sumber daya di lapangan, terutama pada proyek-proyek dengan cakupan luas dan keterbatasan waktu. Peningkatan efisiensi mencapai sekitar 3 kali lipat. Adapun tabel Penulisan Tabel Kedua sebagai berikut:

Tabel 2. Penulisan Tabel Kedua

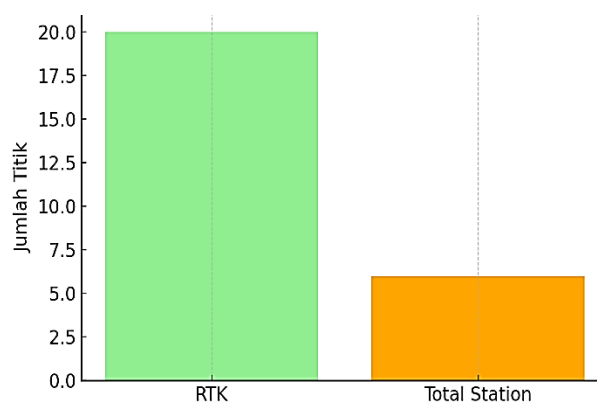
No	Titik Survei	Metode	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Durasi (menit)	Keterangan
1	TP-01	RTK	08.00	08.03	3	Medan terbuka
2	TP-01	Total Station	08.10	08.20	10	Medan terbuka

Tabel 2 menampilkan perbandingan durasi pengambilan data antara metode Real-Time Kinematic (RTK) dan Total Station pada titik survei yang sama (TP-01) dalam kondisi medan terbuka. Hasil menunjukkan bahwa metode RTK menyelesaikan pengambilan data dalam waktu 3 menit, dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 08.03. Sementara itu, metode Total Station memerlukan waktu 10 menit, dari pukul 08.10 hingga 08.20. Data ini mempertegas bahwa metode RTK secara signifikan lebih efisien dalam hal waktu pengukuran, dengan durasi yang jauh lebih singkat meskipun kondisi medan sama, sehingga sangat mendukung percepatan proses survei lapangan. Dari tabel diatas dapat dibuat tabel sebagai berikut:



Gambar 1. Durasi Pengambilan Data per Titik

Gambar 1 menunjukkan perbandingan durasi pengambilan data per titik antara metode Real-Time Kinematic (RTK) dan Total Station. Terlihat jelas bahwa metode RTK jauh lebih efisien, dengan waktu rata-rata hanya 3 menit per titik, dibandingkan dengan Total Station yang membutuhkan 10 menit. Selisih waktu yang signifikan ini membuktikan bahwa penggunaan RTK dapat mempercepat proses survei lapangan secara drastis, sehingga sangat mendukung efisiensi operasional dan percepatan jadwal pelaksanaan proyek, khususnya pada kondisi lapangan yang menuntut kecepatan dan ketepatan data. Adapun grafik Jumlah Titik yang dapat disurvei per jam sebagai berikut:



Gambar 2. Jumlah Titik yang dapat disurvei per jam

Gambar 2 menggambarkan jumlah titik yang dapat disurvei per jam menggunakan metode RTK dan Total Station. Hasilnya menunjukkan bahwa RTK mampu menyurvei hingga 20 titik per jam, sedangkan Total Station hanya mampu menangani sekitar 6 titik per jam. Hal ini menunjukkan bahwa RTK memiliki produktivitas hampir tiga kali lipat lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, sehingga sangat efisien untuk proyek-proyek dengan cakupan luas dan waktu pelaksanaan yang terbatas. Efisiensi ini juga berdampak langsung pada percepatan pekerjaan lapangan dan penghematan sumber daya proyek.

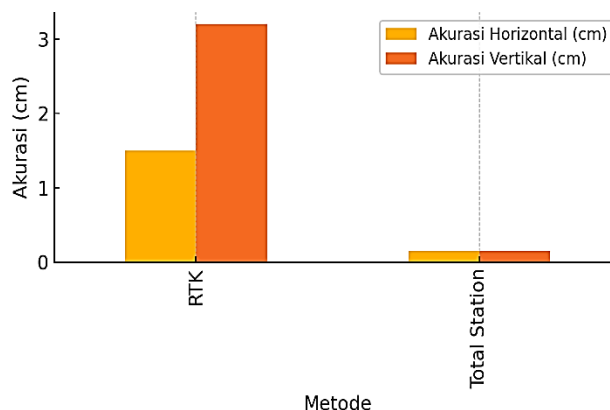
#### ***Analisis Akurasi Data***

Hasil analisis menunjukkan bahwa:

1. Akurasi horizontal RTK mencapai  $\pm 1,5$  cm
2. Akurasi vertikal RTK mencapai  $\pm 3,2$  cm
3. Sementara akurasi Total Station tetap stabil dengan ketelitian  $\pm 1,5$  mm

Hasil analisis menunjukkan bahwa dari segi akurasi, metode Real-Time Kinematic (RTK) memiliki ketelitian horizontal sebesar  $\pm 1,5$  cm dan vertikal sebesar  $\pm 3,2$  cm. Sementara itu, metode Total Station menunjukkan performa yang lebih tinggi dalam hal akurasi, dengan ketelitian mencapai  $\pm 1,5$  mm yang tetap stabil sepanjang pengukuran. Meskipun akurasi RTK sedikit lebih rendah dibandingkan Total Station, nilai tersebut masih berada dalam rentang toleransi teknis yang dapat diterima untuk keperluan survei jalan dan pekerjaan sipil lainnya. Dengan mempertimbangkan kebutuhan efisiensi

waktu dan cakupan area yang luas, metode RTK tetap menjadi pilihan yang sangat layak, terutama dalam tahapan survei awal dan pemetaan lapangan berskala menengah hingga besar.



Gambar 3. Perbandingan Akurasi RTK dan Total Station

Gambar 3 memperlihatkan perbandingan akurasi antara metode Real-Time Kinematic (RTK) dan Total Station dalam pengambilan data survei. RTK memiliki akurasi horizontal sebesar  $\pm 1,5$  cm dan akurasi vertikal sebesar  $\pm 3,2$  cm, sedangkan Total Station menunjukkan ketelitian yang lebih tinggi, yakni  $\pm 0,15$  cm (setara  $\pm 1,5$  mm) baik untuk horizontal maupun vertikal. Meskipun akurasi RTK sedikit lebih rendah, nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi teknis yang dapat diterima untuk survei jalan. Dengan demikian, RTK tetap menjadi pilihan yang efisien dan layak digunakan, terutama bila mempertimbangkan efisiensi waktu dan sumber daya secara keseluruhan.

#### ***Pengaruh Penggunaan RTK terhadap Manajemen Waktu Proyek***

Dengan penggunaan metode Real-Time Kinematic (RTK), tahapan survei lapangan dapat diselesaikan dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan metode konvensional, sehingga memungkinkan percepatan proses keseluruhan proyek, mulai dari perencanaan desain hingga pelaksanaan konstruksi. Kecepatan dalam memperoleh data spasial yang akurat secara real-time mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan responsif terhadap kondisi lapangan. Hal ini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi jadwal proyek secara keseluruhan, terutama dalam proyek-proyek infrastruktur yang memiliki tenggat waktu ketat. Selain itu, penggunaan RTK juga membantu mengurangi risiko keterlambatan akibat hambatan pada fase awal proyek, yang sering kali menjadi pemicu domino bagi keterlambatan tahapan selanjutnya. Oleh karena itu, RTK bukan hanya menawarkan efisiensi teknis, tetapi juga berkontribusi langsung pada keberhasilan manajerial dan keberlanjutan pelaksanaan proyek.

#### ***Pengaruh Penggunaan RTK terhadap Biaya Proyek***

1. Penggunaan RTK mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan durasi kerja, yang berpotensi menekan biaya hingga 25% untuk aktivitas survei.
2. Biaya investasi awal perangkat RTK lebih tinggi, namun tertutupi oleh efisiensi waktu dan sumber daya.

Penggunaan teknologi Real-Time Kinematic (RTK) dalam kegiatan survei tidak hanya meningkatkan kecepatan dan efisiensi kerja, tetapi juga memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan kebutuhan tenaga kerja dan waktu operasional di lapangan. Dengan durasi kerja yang lebih singkat dan personel yang lebih sedikit, biaya operasional untuk aktivitas survei dapat ditekan hingga 25%, sehingga berkontribusi langsung pada efisiensi anggaran proyek. Meskipun investasi awal untuk perangkat RTK tergolong lebih tinggi dibandingkan alat survei konvensional seperti Total Station, namun penghematan dalam jangka menengah hingga panjang — baik dari sisi waktu, tenaga, maupun biaya — mampu menutupi pengeluaran tersebut secara ekonomis. Oleh karena itu, RTK menjadi pilihan strategis yang tidak hanya efisien dari sisi teknis, tetapi juga unggul dari segi manajemen biaya dan alokasi sumber daya proyek.

#### ***Hambatan Dan Solusi***

Beberapa hambatan yang ditemui:

1. Gangguan sinyal di lokasi berbukit atau vegetasi lebat
2. Ketergantungan pada kondisi cuaca

Solusi yang diterapkan:

1. Penentuan posisi base station di lokasi strategis
2. Penjadwalan ulang survei di cuaca cerah

Dalam pelaksanaan survei menggunakan metode Real-Time Kinematic (RTK), beberapa hambatan teknis yang cukup signifikan ditemukan di lapangan, terutama gangguan sinyal di area berbukit atau dengan vegetasi yang lebat serta ketergantungan tinggi terhadap kondisi cuaca. Gangguan ini dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam transmisi data dari rover ke base station, sehingga memengaruhi keakuratan posisi yang diperoleh. Untuk mengatasi tantangan tersebut, tim survei menerapkan beberapa solusi strategis, antara lain dengan menempatkan base station pada lokasi yang lebih terbuka dan strategis agar sinyal dapat menjangkau area kerja secara optimal. Selain itu, penjadwalan ulang kegiatan survei dilakukan saat kondisi cuaca cerah guna meminimalkan gangguan atmosfer terhadap sinyal satelit. Langkah-langkah mitigatif ini terbukti efektif dalam menjaga kelancaran dan kualitas hasil pengukuran meskipun berada di medan dengan tantangan alam yang kompleks.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode Real-Time Kinematic (RTK) dalam kegiatan survei tidak hanya memberikan percepatan signifikan dalam proses pengumpulan data, tetapi juga secara nyata mendukung implementasi prinsip Lean Construction dalam manajemen proyek. Dengan mengedepankan efisiensi pada tiga aspek utama—waktu, biaya, dan tenaga kerja—penggunaan RTK menjadi alat strategis dalam meminimalkan pemborosan sumber daya dan memaksimalkan nilai pada setiap tahapan proyek konstruksi. Keunggulan ini selaras dengan tujuan utama Lean Construction, yaitu menciptakan alur kerja yang ramping dan produktif tanpa mengorbankan kualitas. Selain itu, integrasi teknologi survei presisi tinggi seperti RTK memperkuat pendekatan modern dalam pengelolaan proyek yang adaptif, responsif terhadap kondisi lapangan, dan berorientasi pada hasil yang optimal.

### ***Hasil Penelitian***

Terlihat adanya kerusakan pada tepi jalan yang disebabkan oleh pergerakan tanah, sehingga menimbulkan potensi gangguan terhadap fungsi jalan. Dokumentasi ini menjadi bukti visual penting dalam mendukung analisis teknis dan kebutuhan penanganan darurat di lokasi tersebut. Gambar 1 dibawah ini memperlihatkan kondisi aktual lokasi longsor pada proyek Penanganan Longsor RSP Nawacita yang berada di wilayah lereng dengan vegetasi yang cukup rapat.



Gambar 4. Gambar Lokasi Longsor

Gambar 4 menunjukkan kondisi nyata lokasi longsor pada proyek Penanganan Longsor RSP Nawacita yang terjadi di wilayah dengan kontur lereng curam dan vegetasi lebat. Terlihat bahwa bagian tepi jalan mengalami kerusakan akibat pergerakan tanah, yang berpotensi membahayakan keselamatan pengguna jalan serta mengganggu akses transportasi. Dokumentasi visual ini memperkuat urgensi penanganan cepat dan tepat dengan pendekatan survei presisi tinggi serta perencanaan teknik mitigasi yang matang untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan mendukung kelancaran infrastruktur jalan di daerah rawan bencana tersebut.



Gambar 5. Gambar Lokasi Longsor kondisi dari bawah

Gambar 5 memperlihatkan kondisi longsor dari sisi bawah, yang menunjukkan tingkat kerusakan cukup parah pada struktur tanah penyangga jalan. Terlihat bahwa bagian bawah lereng mengalami erosi besar hingga mengakibatkan struktur jalan menggantung dan kehilangan dukungan tanah yang stabil. Kondisi ini mengindikasikan potensi bahaya tinggi terhadap kelangsungan fungsi jalan serta keselamatan pengguna, sehingga memerlukan penanganan segera melalui desain penahan lereng yang kuat dan sistem drainase yang memadai untuk mencegah longsor susulan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Real-Time Kinematic (RTK) mampu mempercepat pengambilan data survei lapangan hingga 3 kali lebih cepat dibandingkan metode konvensional (RTK membutuhkan 3 menit per titik, sedangkan metode Total Station membutuhkan 10 menit per titik). Dari sisi produktivitas, RTK mampu mencatat hingga 20 titik per jam, dibandingkan hanya 6 titik per jam pada metode konvensional. Akurasi RTK tercatat sebesar  $\pm 1,5$  cm (horizontal) dan  $\pm 3,2$  cm (vertikal), sementara Total Station memiliki ketelitian lebih tinggi sebesar  $\pm 1,5$  mm. Dari sisi efisiensi biaya, penggunaan RTK dapat menekan biaya operasional survei hingga 25%, karena mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan durasi kerja. Selain itu, RTK berdampak positif terhadap manajemen waktu proyek dengan mempercepat tahapan survei dan perencanaan, sehingga proyek dapat berjalan lebih efisien. Metode ini juga berpotensi menekan biaya operasional survei dengan mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan waktu pelaksanaan. Meskipun terdapat beberapa hambatan teknis seperti sinyal lemah dan cuaca, hambatan tersebut dapat diatasi dengan perencanaan dan strategi yang tepat. Adapun beberapa saran yang dapat diimplementasikan, antara lain penerapan RTK pada proyek-proyek infrastruktur yang memerlukan percepatan waktu pelaksanaan dan efisiensi biaya, khususnya di area yang sulit dijangkau. Selain itu, perlu disusun SOP (Standard Operating Procedure) penggunaan RTK agar hambatan teknis dapat diminimalkan. Pengembangan kompetensi operator survei dalam pengoperasian dan troubleshooting perangkat RTK juga sangat penting agar hasil survei optimal. Untuk penelitian selanjutnya, dapat difokuskan pada integrasi RTK dengan teknologi UAV (drone) atau BIM guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proyek berskala besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Islam, W. Ahmed, and S. A. Khattak, "Investigating the role of geological strength index and susceptible zones in landslide triggering mechanisms from Chukyatan-Kumrat road, Dir Upper, Pakistan," *International Journal of Geo-Engineering*, vol. 16, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1186/s40703-025-00240-w.
- [2] J. Li *et al.*, "Using monitoring and simulation to analyze the failure characteristics of multizone landslides controlled by faults: a case study," *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, p. 3277, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-87420-x.
- [3] C. Shi, Q. Guo, Z. Li, G. Jing, and Y. Zhang, "RTK from space: a novel and low-cost GNSS augmentation technique for LEO communication satellites," *GPS Solutions*, vol. 29, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.1007/s10291-025-01837-5.
- [4] H. Elsayed, A. El-Mowafy, A. Allahviridi-Zadeh, K. Wang, and X. Mi, "A Combination of Classification Robust Adaptive Kalman Filter with PPP-RTK to Improve Fault Detection for Integrity Monitoring of Autonomous Vehicles," *Remote Sens (Basel)*, vol. 17, no. 2, Jan. 2025, doi: 10.3390/rs17020284.

- [5] M. Specht and M. Wiśniewska, "A Method for Developing a Digital Terrain Model of the Coastal Zone Based on Topobathymetric Data from Remote Sensors," *Remote Sens (Basel)*, vol. 16, no. 24, Dec. 2024, doi: 10.3390/rs16244626.
- [6] P. Sadegh Nojehdeh, A. Khodabandeh, and K. Khoshelham, "Ionospheric process noise estimation via single-receiver GNSS data," *J Spat Sci*, 2024, doi: 10.1080/14498596.2024.2396394.
- [7] B. Furby and R. Akhavian, "A Comprehensive Comparison of Photogrammetric and RTK-GPS Methods for General Order Land Surveying," *Buildings*, vol. 14, no. 6, Jun. 2024, doi: 10.3390/buildings14061863.
- [8] B. Furby and R. Akhavian, "A Comprehensive Comparison of Photogrammetric and RTK-GPS Methods for General Order Land Surveying," *Buildings*, vol. 14, no. 6, Jun. 2024, doi: 10.3390/buildings14061863.
- [9] X. Zeng, F. Zhou, M. Ao, and C. Chen, "Research on geographic information update index of RTK location big data," *Sci Rep*, vol. 15, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-88252-5.
- [10] M. Abdelazeem, A. Abazeed, H. A. Kamal, and M. O. A. Mohamed, "Towards an Accurate Real-Time Digital Elevation Model Using Various GNSS Techniques," *Sensors*, vol. 24, no. 24, Dec. 2024, doi: 10.3390/s24248147.
- [11] S. Susanto, G. Ciptadi, N. Hanani, and M. R. Anwar, "Green building adoption: Emphasizing energy efficiency and water conservation," *Edelweiss Applied Science and Technology*, vol. 8, no. 6, pp. 4494–4511, 2024, doi: 10.55214/25768484.v8i6.2979.
- [12] S. Ji, J. Wang, D. Weng, and W. Chen, "Detailed Investigation on Ambiguity Validation of Long-Distance RTK," *Remote Sens (Basel)*, vol. 16, no. 16, Aug. 2024, doi: 10.3390/rs16162982.
- [13] G. Ciccarese, M. Tondo, M. Mulas, G. Bertolini, and A. Corsini, "Rapid Assessment of Landslide Dynamics by UAV-RTK Repeated Surveys Using Ground Targets: The Ca' Lita Landslide (Northern Apennines, Italy)," *Remote Sens (Basel)*, vol. 16, no. 6, Mar. 2024, doi: 10.3390/rs16061032.
- [14] G. Ciccarese, M. Tondo, M. Mulas, G. Bertolini, and A. Corsini, "Rapid Assessment of Landslide Dynamics by UAV-RTK Repeated Surveys Using Ground Targets: The Ca' Lita Landslide (Northern Apennines, Italy)," *Remote Sens (Basel)*, vol. 16, no. 6, Mar. 2024, doi: 10.3390/rs16061032.
- [15] R. Zhang *et al.*, "Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)-Based Absence Sampling for Machine-Learning-Based Landslide Susceptibility Mapping: The Three Gorges Reservoir Area, China," *Remote Sens (Basel)*, vol. 16, no. 13, Jul. 2024, doi: 10.3390/rs16132394.