

Signifikansi Perbandingan Akurasi Dalam Penerapan *Real-Time Kinematic* Dan *Single Point Positioning* Secara *On-Board* Pada Kendaraan

Significance Of Accuracy Comparison In Real-Time Kinematic And Single Point Positioning On-Board Applications In Vehicles

1st Taufan Zandy Andrian
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

taufanzandy@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd M. Irfan Maulana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Pelacakan kendaraan menggunakan metode *positioning system* yang banyak digunakan saat ini merupakan implementasi dari metode *single point positioning*, namun akurasi dari metode tersebut masih belum memadai untuk diterapkan fitur lebih lanjut. Oleh karena itu, peningkatan nilai akurasi perlu dilakukan. Dengan menerapkan metode *Real Time Kinematic* (RTK) yang memiliki tingkat akurasi hingga level centimeter, *webapp* IndiCar buatan PT. Telkom Indonesia, Tbk. menawarkan sejumlah fitur lebih lanjut dalam berkendara, seperti deteksi pergerakan kendaraan secara mendadak, hingga indikasi terjadinya kecelakaan. Perbandingan akurasi juga dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa signifikan perbedaan akurasi pada kedua metode tersebut. Berdasarkan pengujian, terlihat hasil yang cukup signifikan. Pada *single point positioning*, simpangan terbesar berada pada angka 20 m dan terkecil pada 1,0960 m, sedangkan metode RTK memiliki simpangan terbesar berada pada 80 cm dan terkecil pada nilai 0,92 cm. Nilai *standard deviation* tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan akurasi. Dengan perhitungan CEP, metode *single point positioning* menghasilkan 5,4659 m, sedangkan metode RTK memberikan tingkat akurasi yang lebih presisi, dengan nilai 18,22 cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode RTK dapat menjadi alternatif, untuk meningkatkan akurasi pada penggunaan *positioning system*.

Kata kunci — Akurasi, *positioning system*, *real time kinematic*, *single point positioning*

Abstract—*Vehicle tracking using the positioning system that is used today is the single point positioning*

method implementation, but the accuracy of the method is still inadequate for further features to be applied. Therefore, an accuracy improvement is needed. By applying the Real Time Kinematic (RTK) method which has an centimeter level of accuracy, the IndiCar webapp made by PT. Telkom Indonesia offers further features in driving, such as sudden vehicle movements detection, to accidents indications. Accuracy comparisons can also be made to define how significant the difference in accuracy of the two methods. The tests show quite significant results. At single point positioning, the largest deviation is at 20 m and the smallest at 1.0960 m, while in the RTK method, the largest deviation is at a value of 80 cm while the smallest at 0.92 cm. The standard deviation value is then used in the calculation of accuracy. With CEP calculations, the single point positioning method produces accuracy at 5.4659 m, while the RTK method provides a more precise level of accuracy, with a value of 18.22 cm. These results show that the RTK method can be an alternative, to improve accuracy in the use of positioning systems.

Keywords— *Accuracy, positioning system, real time kinematic, single point positioning*

I. PENDAHULUAN

Positioning system merupakan salah satu teknologi yang terus mengalami perkembangan. Berbagai metode diciptakan agar dapat menyesuaikan kebutuhan manusia, seperti *single point positioning* yang sudah sangat umum digunakan. Penerapan *single point positioning* pada kendaraan sudah cukup banyak dilakukan.

Umumnya penerapan *positioning system* pada kendaraan ditujukan untuk kepentingan keamanan maupun navigasi.

Single point positioning dengan penggabungan GPS, GLONASS, dan BeiDou menyediakan akurasi sekitar 5 meter [1]. Dengan akurasi tersebut, tujuan keamanan dan navigasi sudah dapat terpenuhi. Namun dengan peningkatan akurasi, dapat diterapkan sejumlah fitur lanjutan yang dapat meningkatkan keamanan serta kenyamanan dalam berkendara. *Real-time kinematic* (RTK) menawarkan nilai akurasi yang lebih tinggi dalam penentuan posisi suatu perangkat. Pada solusi *fix*, RTK dapat menghasilkan tingkat presisi hingga 5 cm [2]. Peningkatan akurasi dibandingkan *single point positioning* disebabkan adanya data koreksi pada RTK yang didapatkan dari perbandingan letak perangkat *rover* dengan *base station* dan dikirimkan melalui koneksi internet.

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan sejumlah output yang dihasilkan oleh pengujian sistem, dengan menerapkan kedua metode *positioning system* yang sudah dijelaskan sebelumnya. Penelitian ini dilakukan dengan menguji sejumlah parameter, parameter yang diuji dan dianalisa pada penelitian ini antara lain *standard deviation*, akurasi, dan signifikansi.

II. KAJIAN TEORI

A. Global Navigation Satellite System

GNSS adalah salah satu teknik yang paling umum digunakan untuk menentukan posisi yang tepat dari berbagai objek [3]. Menurut Hofmann dan Wellehof, GNSS merupakan sistem penentuan posisi berbasis antariksa yang terdiri dari satu atau lebih konstelasi satelit dan infrastruktur augmentasi yang diperlukan untuk mendukung tujuan kegiatan berupa posisi, navigasi dan waktu dan tersedia selama 24 jam dimanapun pengguna berada diseluruh permukaan bumi [4].

1. Augmentation System

Untuk mendukung ketepatan tingkat akurasi yang dihasilkan oleh GNSS, sinyal-sinyal yang dikirimkan oleh satelit GNSS kemudian dimonitor menggunakan titik referensi yang berada di permukaan bumi, sistem ini juga dikenal sebagai *Ground Based Augmentation System* atau GBAS. Selain GBAS, terdapat sistem augmentasi lain yang digunakan oleh GNSS yaitu *Satellite Based Augmentation System* (SBAS). SBAS ialah sistem augmentasi GNSS yang mempunyai cakupan yang sangat luas berbasis satelit. SBAS adalah sistem yang dirancang untuk meningkatkan layanan GNSS [5].

2. GNSS Receiver

Pemanfaatan GNSS dalam proses penentuan posisi, mengharuskan suatu objek yang dilacak

keberadaannya untuk menerima sinyal dari satelit GNSS. Penerimaan sinyal GNSS dapat dilakukan oleh perangkat khusus yang disebut *GNSS receiver*. Perangkat ini bekerja dengan cara menerima sinyal dari satelit GNSS, kemudian mengolah data yang dikirimkan menjadi titik kordinat letak perangkat tersebut.

B. Single Point Positioning

Single Point Positioning adalah teknik penentuan posisi paling umum yang instan, namun kurang akurat [6]. Teknik ini dikenal juga sebagai *standalone* atau *standard GNSS*. *Single point positioning* bekerja dengan hanya memanfaatkan sinyal dan data yang dikirimkan dari satelit GNSS lalu diterima oleh *GNSS receiver* tanpa adanya data koreksi. Cara kerja tersebut menyebabkan *single point positioning* menghasilkan tingkat akurasi yang terbilang rendah, dimana ketepatan akurasi yang dihasilkan hanya sekitar 5 – 3 meter.

C. Real-Time Kinematic

Metode lain yang digunakan sebagai pembanding pada *positioning system* didalam penelitian ini yaitu *real-time kinematic* (RTK). RTK adalah teknik navigasi satelit yang banyak digunakan untuk meningkatkan ketepatan data posisi yang diperoleh dari GNSS [7]. Data koreksi menjadi kunci utama dalam akuratnya data posisi yang diolah menggunakan RTK, data koreksi tersebut menjadi pembeda antara RTK dengan metode *positioning system* lainnya.

D. Parameter Perhitungan

1. Latitude dan longitude

Dalam penentuan posisi suatu objek di permukaan bumi, digunakan sebuah sistem koordinat yang berperan sebagai alamat agar letak objek yang dilacak dapat diketahui. Alamat yang bersifat global ini terdiri dari dua angka, yaitu angka *latitude* atau garis lintang, dan angka *longitude* atau garis bujur. Sistem koordinat ini juga yang digunakan sebagai alamat objek, pada penelitian tugas akhir ini. Angka *latitude* menunjukkan lokasi objek berada di bagian utara atau selatan dari garis khatulistiwa. Sementara garis *longitude* menentukan lokasi objek berada di bagian timur atau barat dari garis meridian. [8]

2. sstandard deviation

Pada *positioning system*, *standard deviation* digunakan untuk menentukan seberapa jauh penyimpangan setiap titik lokasi yang dihasilkan oleh *GNSS receiver*. Semakin nilai *standard deviation* yang diperoleh mendekati nilai 0, menunjukkan sistem menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi. *Standard deviation* dapat dihitung menggunakan rumus berikut [9]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}} \quad (1)$$

dengan σ = *Standard deviation*, Σ = Nilai total, x = Nilai pada kelompok data, \bar{x} = Rata - rata nilai pada kelompok data, n = jumlah data pada kelompok data E. Pengukuran Akurasi

Dalam membandingkan akurasi, tahap pertama yang harus dilakukan yaitu mengetahui tingkat akurasi yang dibandingkan. Oleh karena itu perhitungan tingkat akurasi pada kedua metode

$$2DRMS = 2\sqrt{(s\phi)^2 + (s\lambda)^2} \quad (2)$$

dimana $s\phi$ merupakan *standard deviation* dari *geographic latitude*, dan $s\lambda$ merupakan *standard deviation* dari *geographic longitude* [10]

perhitungan lain yang dapat membantu pengukuran akurasi yaitu *circular error probability* atau CEP, yang merupakan radius dari sebuah

$$CEP = 0,59(\sigma_x + \sigma_y) \quad (3)$$

dengan σ_x sebagai *standard deviation* dari nilai *easting*, dan σ_y sebagai *standard deviation* dari nilai *northing*.

F. RTKLIB



Gambar 1. Aplikasi RTKLIB [12]

Aplikasi RTKLIB dibuat dengan tujuan untuk mempermudah implementasi berbagai metode *positioning system* untuk menghasilkan tingkat akurasi yang beragam sesuai dengan kebutuhan. Metode *positioning system* tersebut mencakup *single point*

positioning system perlu dilakukan. Perhitungan pertama dilakukan dengan perhitungan *the twice the distance root mean square* atau yang dikenal dengan 2DRMS. Metode ini memberikan keluaran berupa radius dari sebuah lingkaran yang merupakan area perkiraan posisi objek dengan tingkat probabilitas 95%. Perhitungan dari 2DRMS dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

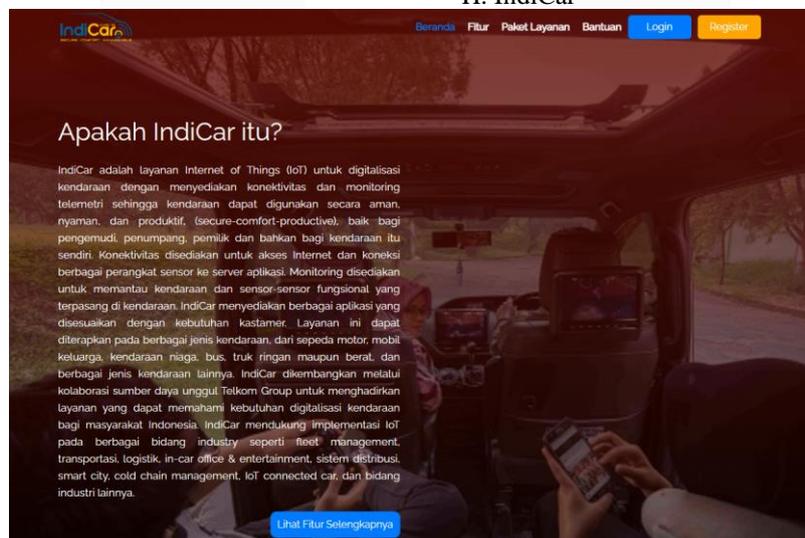
lingkaran dengan titik pusat posisi sebenarnya suatu objek, memuat perkiraan posisi dengan probabilitas 50% [11]. Rumus CEP yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

positioning dan RTK, sehingga aplikasi RTKLIB sangat bermanfaat dan sesuai dengan penelitian yang dilakukan ini.

G. Program TCP server

Pada penelitian yang dilaksanakan ini, dibutuhkan program dengan peran sebagai TCP server, dimana program tersebut menjadi komunikasi utama dalam pengiriman data keluaran aplikasi RTKLIB menuju server IndiCar, yang kemudian menjadi output berupa *tracking* posisi kendaraan yang dilacak pada tampilan *webapp* IndiCar. Program TCP server yang dibuat pada penelitian ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman JavaScript.

H. IndiCar



GAMBAR 2.

TAMPILAN WEBAPP INDICAR [13]

Webapp IndiCar memiliki target digitalisasi kendaraan sehingga dapat melakukan konversi kendaraan biasa menjadi kendaraan pintar. Hal tersebut sangat berguna baik dalam penggunaan individu maupun Lembaga atau perusahaan dimana pengguna dapat melacak juga mendeteksi berbagai

parameter pada kendaraannya yang sudah dilakukan instalasi Indicar.

I. Uji Signifikansi

Uji signifikansi memastikan apakah hipotesis yang telah dibuat diterima atau ditolak. Terdapat beberapa jenis uji signifikansi, salah satunya yaitu uji-t yang digunakan didalam penelitian ini. Uji-t

bekerja dengan menentukan nilai t-hitung yang dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut [14]:

$$t - \text{hitung} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \tag{4}$$

dengan X = nilai rata rata kelompok data, n = jumlah data pada kelompok data, S = standard deviation pada kelompok data

Pada penelitian ini, sistem yang dirancang memiliki tujuan melacak posisi suatu objek dengan 2 metode *positioning system*, untuk kemudian dilihat dan diamati seberapa signifikan perbedaan tingkat akurasi yang dihasilkannya. Desain sistem tersebut memiliki gambaran sebagai berikut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

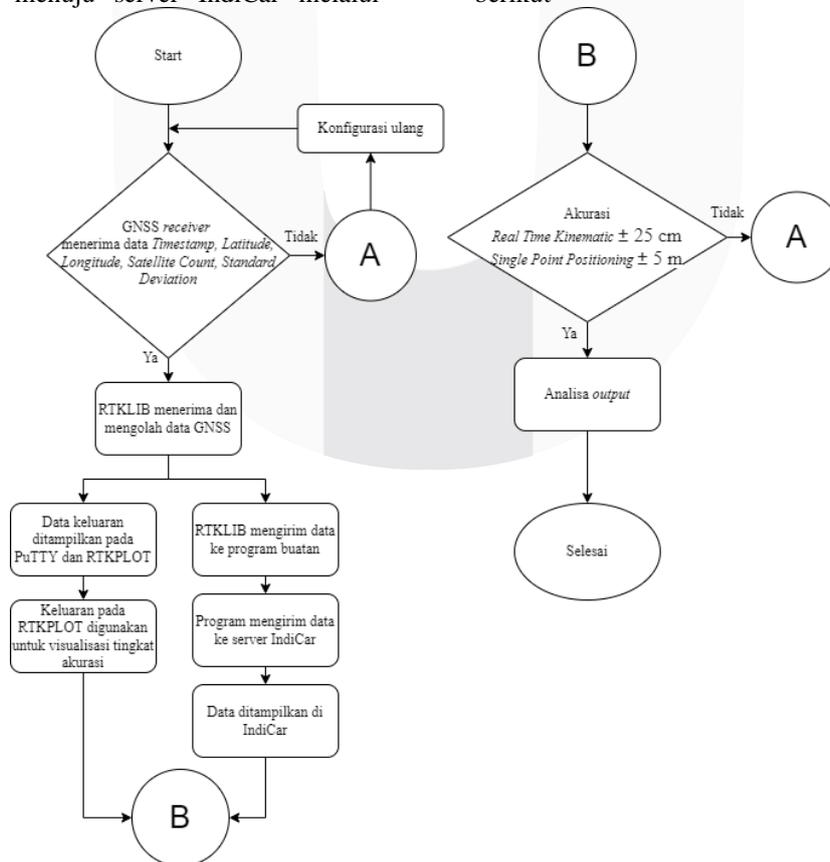
A. Desain Model Sistem



GAMBAR 3. DESAIN SISTEM PENELITIAN

Gambar 3 menjelaskan cara kerja sistem dimana data yang digunakan berasal dari satelit GNSS yang diterima oleh GNSS receiver, data tersebut selanjutnya dikirimkan dan diolah menggunakan laptop dengan sistem operasi windows. Data tersebut lalu dikirimkan menuju server IndiCar melalui

internet, setelah data diterima maka *output* dari keseluruhan pengolahan data dapat ditampilkan pada *webapp* IndiCar dalam bentuk *plot* jalur yang dilalui oleh kendaraan yang dilacak. Cara kerja dari sistem tersebut dapat digambarkan pada diagram alir berikut



GAMBAR 4. DIAGRAM ALIR CARA KERJA SISTEM

B. Pengujian

1. Pengujian *Single Point Positioning*

Hasil *output* dari aplikasi PuTTY kemudian dijadikan data dengan format *text* agar dapat diolah dengan lebih mudah. Data yang digunakan merupakan nilai *standard deviation*. Nilai tersebut

- Diketahui:
 $s\varphi$ atau $\sigma_x = 2,9186$ m
 $s\lambda$ atau $\sigma_y = 6,3457$ m
- $2DRMS = 2 \sqrt{(s\varphi)^2 + (s\lambda)^2}$
 $= 2 \sqrt{(2,9186)^2 + (6,3457)^2}$
 $= 2 \sqrt{(4,8338) + (40,2679)}$
 $= 2 \sqrt{45,1017}$
 $= 13,4315$ m

2. Pengujian *Real-Time Kinematic*

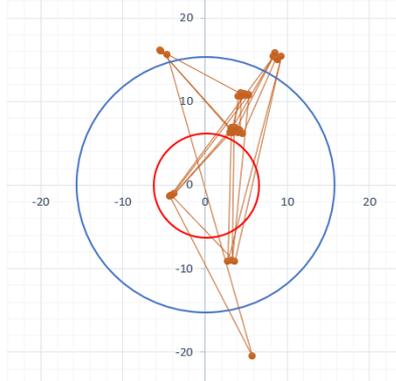
Data GNSS *receiver* yang ditampilkan pada aplikasi PuTTY kemudian diolah dengan data utama yang digunakan merupakan nilai *standard deviation* dari nilai *latitude* dan *longitude*. Nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam persamaan 2 dan 3, untuk menentukan tingkat presisi dari akurasi pada metode *positioning system real time kinematic*, kedua persamaan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Diketahui:
 $s\varphi$ atau $\sigma_x = 0,1114$ m
 $s\lambda$ atau $\sigma_y = 0,1975$ m
- $2DRMS = 2 \sqrt{(s\varphi)^2 + (s\lambda)^2}$
 $= 2 \sqrt{(0,1114)^2 + (0,1975)^2}$
 $= 2 \sqrt{(0,0124) + (0,0390)}$
 $= 2 \sqrt{0,0514}$
 $= 0,4534$ m
- $CEP = 0,59 (\sigma_x + \sigma_y)$
 $= 0,59(0,1114 + 0,1975)$
 $= 0,59(0,3089)$
 $= 0,1822$ m

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Analisis *single point positioning*

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa nilai tingkat akurasi dari penggunaan metode *single point positioning* yaitu 5,4659 m. Nilai tersebut kemudian dapat divisualisasikan dengan *plotting* dari nilai akurasi, radius yang ditampilkan dengan lingkaran biru menunjukkan nilai 2DRMS dan lingkaran merah menunjukkan nilai CEP sebagai berikut:



GAMBAR 5.

PLOTTING SINGLE POINT POSITIONING

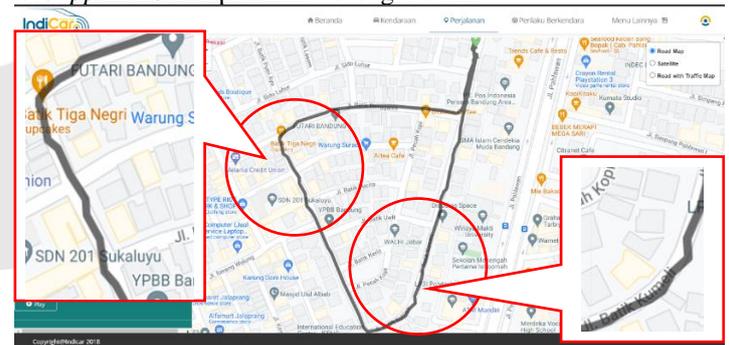
Pada Gambar 5, ditunjukkan bahwa sebaran data *standard deviation* dalam penggunaan metode *single point positioning* memiliki probabilitas 95% pada radius 13,4315 meter berdasarkan perhitungan 2DRMS. Menggunakan perhitungan CEP, tingkat probabilitas 50% dari sebaran data *standard*

ditentukan berdasarkan data *latitude* dan *longitude*, setelah nilai tersebut diketahui maka tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan tingkat presisi dengan menggunakan persamaan 2 dan 3 sebagai berikut:

- $CEP = 0,59 (\sigma_x + \sigma_y)$
 $= 0,59(2,9186 + 6,3457)$
 $= 0,59(9,2643)$
 $= 5,4659$ m

deviation berada pada radius 5,4659 meter. Sebaran data yang berada diluar area 2DRMS, merupakan simpangan data pada saat kondisi sistem tidak stabil.

Selain tampilan dari *plotting*, visualisasi tingkat akurasi juga dapat dilihat dari tampilan *track* yang dilalui oleh *rover* pada *webapp* IndiCar. *Output* dari *webapp* IndiCar dapat dilihat sebagai berikut:

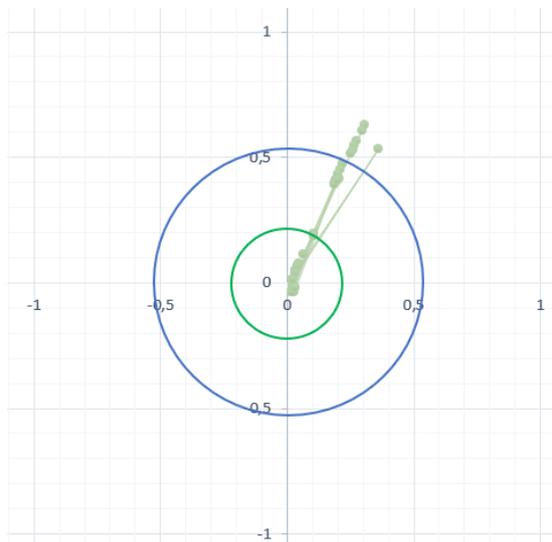


GAMBAR 6. OUTPUT SINGLE POINT POSITIONING INDICAR [13]

Dari data *latitude* dan *longitude* yang diperoleh menggunakan GNSS *receiver*, kemudian *webapp* IndiCar menuangkan data tersebut ke dalam bentuk *track* yang dilalui oleh *rover*. Berbagai hasil keluaran yang didukung oleh sejumlah aplikasi pada sistem, saling menguatkan dalam menentukan nilai akurasi dari metode *single point positioning* yang diterapkan pada penelitian ini.

B. Hasil dan Analisis *Real-Time Kinematic*

Setelah didapatkan nilai akurasi dari metode *real time kinematic* yang diterapkan pada sistem sebesar 18,22 cm, nilai tersebut divisualisasikan ke dalam *plotting*. Visualisasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan keluaran dalam bentuk *plotting* dimana lingkaran biru menggambarkan nilai dari 2DRMS dan lingkaran hijau menunjukkan nilai CEP sebagai berikut:

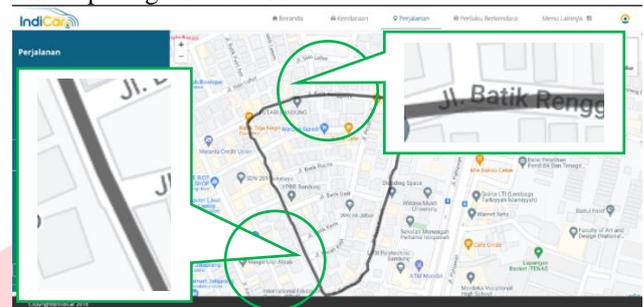


GAMBAR 7. PLOTTING OUTPUT REAL TIME KINEMATIC

Memanfaatkan perhitungan 2DRMS, *plotting* pada Gambar 7 menunjukkan sebaran data pada tingkat probabilitas 95% berada pada radius 45,34 centimeter. Sedangkan perhitungan CEP menghasilkan radius sebesar 18,22 centimeter untuk sebaran data dengan probabilitas 50%. Terdapat

sejumlah data yang berada diluar radius 45,34 centimeter, data tersebut menandakan adanya penurunan kestabilan sistem selama proses pengujian.

Menggunakan *webapp* IndiCar, *track* yang ditampilkan merupakan penyesuaian dari titik posisi *rover* dengan kondisi jalan pada area pengujian dan gambaran peta. *Track* yang dilalui oleh *rover* dapat dilihat pada gambar berikut:



GAMBAR 8.

OUTPUT REAL TIME KINEMATIC INDICAR [13]

Tampilan pada *webapp* IndiCar tersebut memudahkan proses pengamatan, dimana tingkat akurasi dan kestabilan sistem dapat dilihat dari bentuk *track* yang dilalui oleh *rover*. Penggunaan metode *positioning system* baik *single point positioning* maupun *real time kinematic* juga menghasilkan bentuk *track* yang berbeda.

C. Hasil dan Analisis Uji Signifikansi

Pengujian signifikansi dilakukan dengan melakukan uji – t dan uji – p, hasil dari pengujian tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk tabel yang didapatkan berdasarkan perhitungan menggunakan aplikasi SPSS sebagai berikut:

TABEL 1. HASIL REKAPITULASI UJI SIGNIFIKANSI

Deskripsi	Metode		T-Table	T-Stat	P-Value
	RTK	SPP			
Standard Deviation Easting					
Mean	0.109	2.861	2,009575	-5.244	<0.001
Standard Deviation Northing					
Mean	0.194	6.221	2,009575	-5.950	<0.001

Hipotesis:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Tidak terdapat perbedaan signifikan dari akurasi pada *real-time kinematic* dan *single point positioning*

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Terdapat perbedaan signifikan dari akurasi pada *real-time kinematic* dan *single point positioning*

Pada perhitungan uji T, dua data dari dua kelompok dapat dikatakan memiliki perbedaan yang signifikan jika nilai signifikansi atau nilai

probabilitas hasil perhitungan lebih kecil dari 0,05. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan uji T pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai probabilitas (*p-value*) baik pada data *standard deviation easting* maupun data *standard deviation northing* memiliki nilai probabilitas yang lebih kecil dari 0,05. Artinya, *standard deviation easting* dan *standard deviation northing* antara RTK dengan *single point positioning* memiliki perbedaan yang signifikan.

V. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil pengujian dan analisis pada sistem yang telah dilakukan, didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Faktor lingkungan mempengaruhi performa dari modul GNSS *receiver*, dimana pada lingkungan dengan jumlah pepohonan yang cukup banyak, maupun area disekitar bangunan tinggi, didapatkan simpangan yang cukup besar pada kelompok data *standard deviation*. Berdasarkan pengujian, metode *single point positioning* menghasilkan nilai dengan simpangan terbesar pada angka 20 m dan simpangan terkecil pada 1,0960 m, sementara metode *real time kinematic* memiliki simpangan terbesar pada nilai 80 cm dan simpangan terkecil pada nilai 0,92 cm.
2. Nilai *standard deviation easting* dan *standard deviation northing* dari metode *single point positioning* memiliki nilai pada angka 2,9186 m dan 6,3457 m, sedangkan metode *real time kinematic* menghasilkan nilai yang lebih presisi sebesar 0,1114 m dan 0,1975 m. Perbandingan data tersebut menandakan kestabilan sistem dari metode *real time kinematic* dapat menghasilkan nilai yang lebih akurat, dimana keseluruhan nilai dari kelompok *standard deviation* berada dibawah 1 meter.
3. Pada perhitungan 2DRMS, metode *single point positioning* menghasilkan nilai sebesar 13,4315 m, sementara hasil dari metode *real time kinematic* berada pada angka 45,34 cm. Nilai akurasi dari perhitungan CEP juga memberikan selisih yang cukup besar, dimana metode *single point positioning* memiliki nilai akurasi sebesar 5,4659 m, sedangkan *real time kinematic* memberikan nilai akurasi yang lebih baik pada 18,22 cm. Nilai tersebut menandakan metode *real time kinematic* memiliki tingkat akurasi yang lebih presisi dibandingkan metode *single point positioning*.
4. Nilai T-Stat dari perbandingan antara metode *single point positioning* dan metode *real time kinematic* pada kelompok data *standard deviation easting* berada pada angka -5,244, dan -5,950 pada kelompok data *standard deviation northing*. Kedua kelompok data tersebut, menghasilkan nilai T-Table sebesar 2,009575. Perbandingan antara nilai T-Stat dengan T-Table, menjawab salah satu hipotesis yaitu ketika μ_1 tidak sama dengan μ_2 , maka terdapat perbedaan signifikan dari akurasi kedua metode *positioning system* yang dibandingkan. Pengujian lainnya yaitu uji-P, menghasilkan nilai P-Value yang menunjukkan perbandingan kelompok data *standard deviation* antara metode *single point positioning* dan metode *real time kinematic* memiliki tingkat signifikansi diatas 90%.
5. Nilai akurasi yang lebih presisi pada penggunaan metode *real time kinematic*, menghasilkan bentuk *tracking* yang lebih baik dan stabil

dibandingkan dengan metode *single point positioning*. Hasil *tracking* tersebut dapat memudahkan proses *monitoring*, dimana tampilan dari posisi kendaraan yang dilacak lebih sesuai dengan posisi sebenarnya dari kendaraan tersebut, pada kisaran tingkat akurasi 20 centimeter atau lebih baik.

REFERENSI

- [1] R. Santerre, L. Pan, C. Cai, and J. Zhu, "Single Point Positioning Using GPS, GLONASS and BeiDou Satellites," *Positioning*, vol. 05, no. 04, 2014, doi: 10.4236/pos.2014.54013.
- [2] S. Alissa, M. Håkansson, P. Henkel, U. Mittmann, J. Hüffmeier, and R. Rylander, "Low bandwidth network-rtk correction dissemination for high accuracy maritime navigation," *TransNav*, vol. 15, no. 1, 2021, doi: 10.12716/1001.15.01.17.
- [3] J. Lee, J. H. Kwon, and Y. Lee, "Analyzing Precision and Efficiency of Global Navigation Satellite System-Derived Height Determination for Coastal and Island Areas," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 11, Jun. 2021, doi: 10.3390/app11115310.
- [4] A. Jamil, "Kajian Kebijakan dan Informasi Kedirgantaraan KEBIJAKAN GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS) NEGARA PENGGUNA (Studi Kasus: Australia, Korea dan Indonesia)," 2015. Accessed: Nov. 14, 2021. [Online]. Available: https://puskkpa.lapan.go.id/files_arsip/Abdullah_Kebijakan_Global_2015.pdf
- [5] T. Walter, "Satellite-Based Augmentation Systems (SBASs)," in *Position, Navigation, and Timing Technologies in the 21st Century*, Wiley, 2020. doi: 10.1002/9781119458449.ch13.
- [6] R. B. Reyes, A. Iihoshi, J. C. Franco, C. C. Colegio, and W. M. Rada, "Performance Analysis of Single Point Positioning (SPP) and MADOCA-Precise Point Positioning (MADOCA-PPP) in Road/Lane Identification," 2017. [Online]. Available: www.ajouronline.com

- [7] Y. Du, G. Huang, Q. Zhang, Y. Gao, and Y. Gao, "A new asynchronous RTK method to mitigate base station observation outages," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 15, Aug. 2019, doi: 10.3390/s19153376.
- [8] LatitudeLongitude.org, "https://latitudelongitude.org/," 2015.
- [10] S. Setiawan, "Analisis Penerapan Standar Deviasi Dalam Penentuan Persediaan Pengaman Pada Ud Mirama Kota Gorontalo.," vol. 1, 2018.
- [11] M. Specht, "Determination of Navigation System Positioning Accuracy Using the Reliability Method Based on Real Measurements," *Remote Sensing*, vol. 13, no. 21, p. 4424, Nov. 2021, doi: 10.3390/rs13214424.
- [12] C. Malesios, B. K. Drosos, and C. Malesios, "Measuring efficiency of innovation using combined Data Envelopment Analysis and Structural Equation Modeling: empirical study in EU regions View project Methods for Bayesian Data Analysis View project Measuring the Accuracy and Precision of the Garmin GPS positioning in Forested Areas: A Case Study in Taxiarchis-Vrastama University Forest," 2012. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/266150506>
- [13] T. Takasu, "http://rtklib.com/," 2007.
- [14] PT. Telkom Indonesia, "https://indicar-portal-v3-dev.vsan-apps.playcourt.id/."
- [15] R. Magdalena and M. A. Krisanti, "Analisis Penyebab dan Solusi Rekonsiliasi Finished Goods Menggunakan Hipotesis Statistik dengan Metode Pengujian Independent Sample T-Test di PT.Merck, Tbk.," vol. 16, no. 1, p. p-ISSN, 2019.

