



SISTEM PENGUKURAN LUAS TANAH MENGGUNAKAN GPS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Rahmadiyah¹, Dedy Suryadi², Syaifurrahman³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

¹d1021211052@student.untan.ac.id

Abstrak

Sistem pengukuran luas tanah ini merupakan hasil perancangan dan pengujian berbasis *Global Positioning System* (GPS) dengan empat modul GPS uBlox Neo-6M sebagai *transmitter* dan satu *receiver* yang berkomunikasi nirkabel melalui modul NRF24L01. Sistem ini dirancang untuk mempermudah pengukuran luas lahan secara otomatis berdasarkan koordinat geografis tiap titik batas, yang hasilnya dikirim dan ditampilkan melalui platform *IoT* pada *smartphone*. Metode penelitian dilakukan dengan cara mengambil titik koordinat dari lintang dan bujur pada lahan yang diukur sebanyak 4 koordinat melalui *library* TinyGPS++. Data koordinat tersebut dikonversi menjadi jarak antar titik, kemudian dilakukan perhitungan luas menggunakan persamaan Brahmagupta. Pada pengujian sistem pengukuran luas tanpa penghalang diperoleh rata-rata galat pengukuran jarak sebesar 0,29 meter dengan persentase galat rata-rata 3,29%, sedangkan rata-rata galat pengukuran luas sebesar 2,73 m² dengan persentase galat rata-rata 1,76%, sehingga menghasilkan akurasi sensor yang digunakan sekitar 96%. Secara keseluruhan, sistem pengukuran luas tanah berbasis GPS dan *IoT* dengan komunikasi nirkabel ini mampu bekerja secara akurat serta memberikan hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya.

Kata kunci: Pengukuran luas tanah, koordinat geografis, GPS, *IoT*, NRF24L01.

Abstract

This land area measurement system is the result of design and testing based on the Global Positioning System (GPS) with four uBlox Neo-6M GPS modules as transmitters and one receiver that communicates wirelessly through the NRF24L01 module. This system is designed to facilitate automatic land area measurement based on the geographical coordinates of each boundary point, the results of which are sent and displayed via the IoT platform on a smartphone. The research method was carried out by taking coordinate points from the latitude and longitude of the measured land, totaling 4 coordinates, using the TinyGPS++ library. The coordinate data was converted into the distance between points, then the area was calculated using the Brahmagupta equation. In testing the unobstructed area measurement system, the average distance measurement error was 0.29 meters with an average error percentage of 3.29%, while the average area

Article History

Received: December 2025

Reviewed: December 2025

Published: December 2025

Plagiarism Checker No: 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



measurement error was 2.73 m² with an average error percentage of 1.76%, resulting in a sensor accuracy of approximately 96%. Overall, this GPS and IoT-based land area measurement system with wireless communication is able to work accurately and provide measurement results that are close to the actual values.

Keywords: Land area measurement, geographical coordinates, GPS, IoT, NRF24L01.

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya penting yang memiliki fungsi strategis baik dari aspek fisik maupun hukum. Setiap bidang tanah memiliki peruntukan tertentu sesuai dengan rencana tata ruang sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Oleh karena itu, pemanfaatan dan pengelolaan tanah memerlukan data luas lahan yang akurat untuk menjamin kepastian hukum serta mendukung perencanaan pembangunan.

Pengukuran luas tanah merupakan tahapan krusial dalam bidang pertanahan. Umumnya, pengukuran dilakukan menggunakan peralatan survei seperti *Total Station*, *Theodolite*, dan GNSS yang memiliki tingkat akurasi tinggi. Namun, pada praktiknya metode pengukuran konvensional masih digunakan, khususnya pada lahan berukuran kecil, meskipun memiliki keterbatasan berupa ketelitian yang rendah, ketergantungan pada keterampilan operator, serta waktu pengukuran yang relatif lama akibat proses pengambilan data yang berulang.

Perkembangan teknologi memungkinkan penggunaan *Global Positioning System* (GPS) sebagai alternatif metode pengukuran yang lebih efisien dan akurat. GPS mampu menentukan koordinat geografis dengan ketelitian tinggi sehingga dapat digunakan dalam perhitungan luas tanah. Meskipun demikian, diperlukan pengembangan sistem yang mampu mempercepat proses pengukuran tanpa mengurangi tingkat akurasi. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan alat pengukur luas tanah berbasis empat sensor GPS yang memanfaatkan koordinat dari empat titik acuan. Data koordinat tersebut diolah oleh mikrokontroler untuk menghitung jarak antar titik dan menentukan luas tanah secara otomatis. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan efisien dalam pengukuran luas tanah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa (*engineering research*) yang berfokus pada perancangan dan pengembangan sistem pengukuran luas tanah berbasis *Global Positioning System* (GPS) dan *Internet of Things* (IoT). Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan tahapan yang disusun secara sistematis, meliputi studi pustaka, perancangan sistem, pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem. Tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai panduan pelaksanaan penelitian.

Analisis dilakukan menggunakan Uji Manova satu arah untuk menguji apakah perbedaan tidak signifikan dalam variabel Tahun Jumlah perusahaan antara dua data Tahun 2017-2018. Beberapa pengujian statistik yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

2.1 Pengukuran Luas Tanah

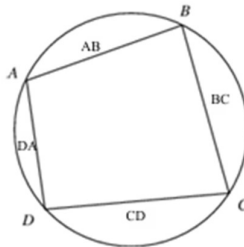
Pengukuran luas tanah merupakan kegiatan penting dalam bidang pertanahan yang berkaitan dengan legalitas, pemanfaatan lahan, dan perencanaan tata ruang. Metode pengukuran secara umum terbagi menjadi metode tradisional dan metode modern. Metode tradisional, seperti pengukuran menggunakan rol meter atau pendekatan manual berbasis segitiga, masih digunakan pada bidang tanah berukuran kecil, namun memiliki keterbatasan

dari segi akurasi dan efisiensi karena bergantung pada keterampilan petugas dan kondisi lapangan.

Seiring perkembangan teknologi, metode modern berbasis *Global Navigation Satellite System* (GNSS) semakin banyak diterapkan karena mampu memberikan hasil pengukuran yang lebih cepat dan akurat. Penggunaan GNSS, termasuk metode *Real-Time Kinematic* (RTK), dapat meningkatkan ketelitian pengukuran bidang tanah, meskipun memerlukan dukungan infrastruktur dan kualitas sinyal yang memadai.

2.2 Koordinat GPS

Koordinat GPS bersifat dinamis, artinya nilai koordinat yang diterima dapat berubah setiap detiknya. Hal ini dikarenakan posisi satelit GPS pada orbit bumi selalu bergerak mengelilingi bumi dengan kecepatan tinggi, sedangkan alat penerima (*receiver*) di permukaan bumi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti pantulan sinyal (*multipath*), gangguan atmosfer, dan keakuratan waktu sinkronisasi antara satelit dan penerima. Oleh karena itu, meskipun perangkat berada pada posisi tetap, pembacaan koordinatnya mungkin mengalami sedikit pergeseran seiring waktu.



Gambar 1. Pengukuran Titik Koordinat

Pada metode pengukuran luas tanah berbasis GPS, koordinat-koordinat batas bidang tanah diperoleh terlebih dahulu sebagai titik-titik pengukuran. Untuk menentukan panjang sisi antar titik, digunakan perhitungan jarak berdasarkan koordinat geografis dengan menerapkan Persamaan 2.1.

$$d = 2R \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta\phi}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cdot \cos(\phi_2) \cdot \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right) \quad (2.1)$$

- Keterangan:

- d = Jarak antara dua titik (meter)
- R = Jari-jari bumi $\approx 6.371.000$ meter
- ϕ_1, ϕ_2 = Lintang titik A dan B (dalam radian)
- λ_1, λ_2 = bujur titik A dan B (dalam radian).

Pada metode pengukuran luas tanah berbasis GPS, setelah dilakukan perhitungan jarak antar dua titik koordinat dengan menggunakan persamaan geografis pada Persamaan 2.1, maka diperoleh panjang sisi-sisi bidang tanah dari keempat titik pengukuran. Setelah keempat panjang sisi tersebut terhitung, langkah selanjutnya adalah menentukan luas bidang tanah berdasarkan data jarak yang telah diperoleh dengan Persamaan 2.2 dan 2.3.

$$s = \frac{1}{2} (AB + BC + CD + DA) \quad (2.2)$$

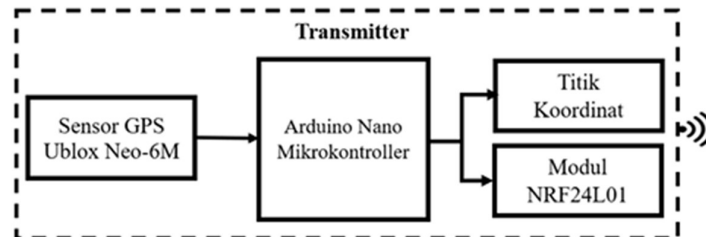
$$L = \sqrt{(s - AB)(s - BC)(s - CD)(s - DA)} \quad (2.3)$$

- Keterangan:

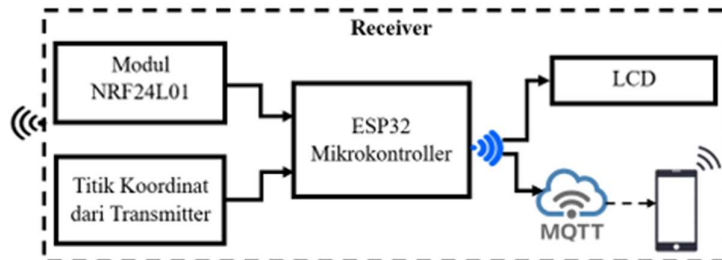
- s = Setengah keliling (m)
- AB = Panjang sisi antara titik koordinat A dan B (m)
- BC = Panjang sisi antara titik koordinat B dan C (m)
- CD = Panjang sisi antara titik koordinat C dan D (m)
- DA = Panjang sisi antara titik koordinat D dan A (m)
- L = Luas tanah terukur (m²)

2.3 Perancangan Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengukuran luas tanah berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengirim data koordinat dari sensor GPS dan ESP32 sebagai penerima. ESP32 berfungsi untuk mengolah data, menampilkan hasil pengukuran pada LCD, serta mengirimkan data ke server melalui protokol MQTT. Komunikasi data antar perangkat dilakukan secara nirkabel menggunakan modul NRF24L01. Sistem ini menggunakan empat unit Arduino Nano sebagai *transmitter* dan satu unit ESP32 sebagai *receiver*. Diagram blok sistem pengukuran ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Diagram Blok *Transmitter*



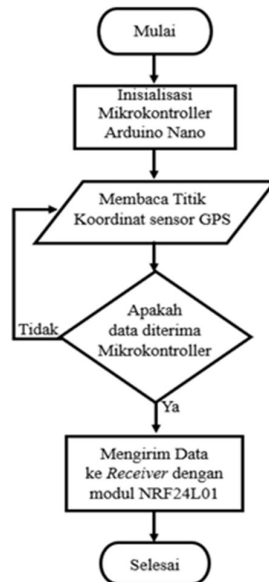
Gambar 3. Diagram Blok *Receiver*

Diagram blok di atas menggambarkan sistem pengukuran luas tanah berbasis GPS yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian *transmitter* dan bagian *receiver*. Pada bagian *transmitter*, sistem diawali dengan penggunaan sensor GPS Ublox Neo-6M yang berfungsi untuk menangkap data koordinat geografis berupa lintang dan bujur dari satelit. Data koordinat ini kemudian dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Nano untuk diproses dan dikonversi menjadi format data yang siap ditransmisikan.

Pada bagian *receiver*, data koordinat yang dikirim oleh *transmitter* akan diterima oleh modul NRF24L01 dan diteruskan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses lebih lanjut. ESP32 memiliki dua keluaran utama, yaitu LCD dan MQTT. Sementara itu, komunikasi MQTT memungkinkan data koordinat dikirim ke server atau platform *Internet of Things (IoT)* pada *smartphone*, sehingga dapat disimpan, dipantau, atau diolah lebih lanjut untuk perhitungan luas tanah secara digital.



Berikut diagram alir yang menggambarkan alur kerja dari sistem *transmitter* secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir *Transmitter*

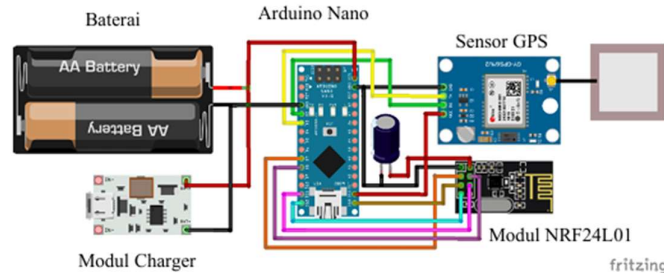
Berikut diagram alir yang menggambarkan alur kerja dari sistem *transmitter* secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.



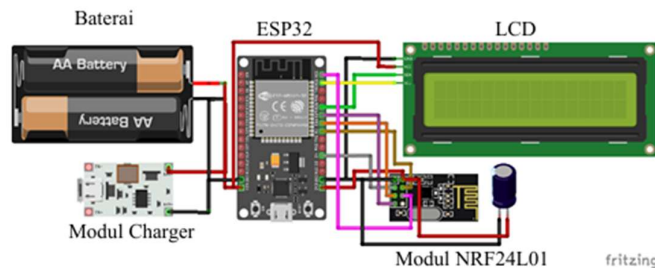
Gambar 5. Diagram Alir *Receiver*

2.4 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan ini berdasarkan pada skema *wiring* rangkaian yang memberikan informasi mengenai hubungan antar komponen seperti pada mikrokontroler dan modul lain. Skema *wiring* komponen yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. *Wiring Diagram Transmitter*



Gambar 7. *Wiring Diagram Receiver*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

3.1 Data Titik Koordinat Sensor GPS

Berdasarkan titik koordinat yang diperoleh dari sensor GPS uBlox Neo-6M berikut beberapa data titik koordinat yang diperoleh seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembacaan titik koordinat pada sensor GPS

Percobaan	GPS	Latitude	Longitude
1	A	-0.055838	109.347091
	B	-0.055838	109.347137
	C	-0.055798	109.347137
	D	-0.055792	109.347090
2	A	-0.055839	109.347092
	B	-0.055837	109.347169
	C	-0.055771	109.347167
	D	-0.055756	109.347096
3	A	-0.055835	109.347090
	B	-0.055838	109.347143
	C	-0.055793	109.347140
	D	-0.055776	109.347142
4	A	-0.055838	109.347091
	B	-0.055835	109.347189
	C	-0.055770	109.347190
	D	-0.055748	109.347189



5	A	-0.055833	109.347091
	B	-0.055839	109.347221
	C	-0.055727	109.347220
	D	-0.055708	109.347224

Sumber: Data Penelitian (2025)

3.2 Konversi Titik Koordinat ke Jarak

Berdasarkan titik koordinat yang diperoleh dari sensor GPS uBlox Neo-6M berikutnya dilakukan konversi mengubah titik koordinat lintang dan bujur yang diperoleh menjadi jarak menggunakan persamaan 2.1.

Formula yang digunakan: Haversine Formula

$$d = 2R \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta\varphi}{2} \right) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \sin^2 \left(\frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right)$$

Ambil contoh data sampel pada percobaan 1 GPS A dan B, dimana A = (-0.055838, 109.347091) dan B = (-0.055838, 109.347137), maka:

A = -0.055838°, 109.347091°

B = -0.055838°, 109.347137°

R = 6.371.000 m

- Konversi ke radian:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = -0.055838^\circ \times \frac{\pi}{180} = -0.000974556948 \text{ rad}$$

$$\lambda_1 = 109.347091^\circ \times \frac{\pi}{180} = 1.908466765428 \text{ rad}$$

$$\lambda_2 = 109.347137^\circ \times \frac{\pi}{180} = 1.908467568279 \text{ rad}$$

- Selisih:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 0$$

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 8.028514559832 \times 10^{-7} \text{ rad}$$

- Penyelesaian:

$$d = 2(6.371.000) \cdot \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{0}{2} \right) + \cos(-0.000974556948) \cdot \cos(-0.000974556948) \cdot \sin^2 \left(\frac{8.028514 \times 10^{-7}}{2} \right)} \right)$$

$$= 12.742.000 \cdot \arcsin \left(\sqrt{0 + 0.9999990502 \times 1.611426 \times 10^{-13}} \right)$$

$$\approx 5.12 \text{ m}$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak di Lapangan

Percobaan	Jarak	Alat ukur manual (m)	Konversi Sensor (m)	Galat (m)	Persentase Galat (%)
1	A-B	5	5,12	0,12	2,40
	B-C	5	4,86	0,14	2,80
	C-D	5	5,02	0,02	0,40
	D-A	5	5,11	0,11	2,20
2	A-B	8	8,24	0,24	3,00
	B-C	8	6,95	1,05	13,13
	C-D	8	8,23	0,23	2,88
	D-A	8	8,28	0,28	3,50



3	A-B	6,5	5,97	0,53	8,15
	B-C	6,5	6,73	0,23	3,54
	C-D	6,5	6,59	0,09	1,38
	D-A	6,5	6,72	0,22	3,38
4	A-B	10	10,12	0,12	1,20
	B-C	10	9,76	0,24	2,40
	C-D	10	9,82	0,18	1,80
	D-A	10	10,31	0,31	3,10
5	A-B	15	14,52	0,48	3,20
	B-C	15	14,28	0,72	4,80
	C-D	15	14,86	0,14	0,93
	D-A	15	14,75	0,25	6,33
Rata-rata				0,29	3,29

Sumber: Data Penelitian (2025)

3.3 Hasil Pengujian Luas Tanah

Berdasarkan hasil pengujian, berikutnya sensor GPS uBlox Neo-6M digunakan untuk menghitung luas lahan dengan memanfaatkan data jarak antar sensor GPS yang telah diperoleh sebelumnya, sehingga diperoleh hasil perhitungan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Luas Tanah

Percobaan	Perhitungan Alat Ukur (m ²)	Alat Ukur Sistem (m ²)	Galat (m ²)	Persentase Galat (%)
1	25,00	25,26	0,26	1,04
2	64,00	62,50	1,50	2,34
3	42,25	42,18	0,07	0,17
4	100,00	99,99	0,01	0,01
5	225,00	213,19	11,81	5,25
Rata-rata			2,73	1,76

Sumber: Data Penelitian (2025)

B. Pembahasan

Ketika keempat sensor GPS menerima data titik koordinat berupa lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*), data tersebut terlebih dahulu diproses untuk menentukan jarak antar sensor. Perhitungan jarak antar dua titik koordinat dilakukan dengan menggunakan persamaan Haversine, yang berfungsi untuk menghitung jarak terpendek antara dua titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat geografis. Proses ini dilakukan pada setiap pasangan titik sehingga diperoleh nilai jarak untuk keempat sisi bidang yang dibentuk oleh sensor GPS. Setelah seluruh jarak antar sensor diperoleh, tahap selanjutnya adalah menghitung luas bidang tanah. Perhitungan luas dilakukan dengan menggunakan persamaan Brahmagupta, yang memanfaatkan panjang keempat sisi bidang untuk menentukan luas daerah tertutup. Dengan tahapan perhitungan tersebut, sistem mampu mengolah data koordinat GPS secara otomatis menjadi informasi jarak dan luas tanah yang mendekati nilai sebenarnya.



4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem pengukuran luas tanah berbasis GPS dengan komunikasi nirkabel menggunakan modul NRF24L01, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem pengukuran luas tanah yang dirancang dengan empat buah *transmitter* GPS uBlox Neo-6M dan satu *receiver* berhasil bekerja sesuai fungsinya yaitu memperoleh koordinat setiap titik sudut tanah serta menghitung jarak dan luas tanah secara otomatis.
- 2) Hasil pengujian pada kondisi lapangan tanpa penghalang menunjukkan rata-rata galat pengukuran jarak sebesar 0,29 dengan rata-rata persentase galat sebesar 3,29%, sedangkan rata-rata galat pengukuran luas 2,37 dengan rata-rata persentase galat sebesar 1,76%. akurasi sensor yang digunakan sekitar 96%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Ramadhan, F. Muntaqo, and I. R. RS, "Penertiban Tanah Terlantar Dalam Rangka Penatagunaan dan Pemanfaatan Tanah," *J. Ilm. Huk. Kenotariatan*, vol. 11, no. 1, pp. 92-103, 2022, doi: 10.28946/rpt.v11i1.1799.
- [2] F. Ramadan, I. Kuantan Singingi, I. K. Jl Gatot Subroto, K. Nenas, D. Jake, and K. Kuantan Singingi, "Sistem Pengukur Luas Tanah Bidang Datar Menggunakan Geographic Information System (GIS)," *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 951-960, Jul. 2021.
- [3] Stefano, A., Studi Teknologi Geomatika, P., & Pertanian Negeri Samarinda Kampus Gunung Panjang Jl Samratulangi, P. *Pemanfaatan Global Positioning System (GPS) Untuk Menghitung Panjang Dan Luas Lahan Utilization of Global Positioning System (GPS) To Calculate Length and Area of Land*. 17(01), (2021).
- [4] R. Gumilar, "Analisis Ketelitian Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan *Real-Time Kinematic Global Navigation Satellite System*," *GEOPLANART*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [5] Kumar, A., et al. "Application of GPS Technology in Geospatial Measurement." *International Journal of Geospatial and Environmental Research*, 2020.
- [6] Nugroho, A., & Sari, D. "Implementasi Sistem Informasi Geografis Berbasis GPS untuk Pengukuran Luas Tanah di Wilayah Perkotaan." *Jurnal Geomatika*, 10(1), 25-37, 2021.
- [7] Hawinuti, R., Fauzi, M., & Gazalie, R. "Perbandingan Perhitungan Luas Tanah antara Metode Trilaterasi Segitiga dengan Metode Koordinat." *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, Vol. 4 No. 2, pp. 46-58, 2020.
- [8] A. B. Ramadhony, M. Awaluddin, and B. Sasmito, "Analisis Pengukuran Bidang Tanah Dengan Menggunakan GPS Pemetaan," *Jurnal Geodesi UNDIP*, vol. 6, no. 4, pp. 305-315, Oct. 2017.
- [9] M. Hawinuti, A. Widiatmaka, dan F. Setiawan, "Perbandingan Perhitungan Luas Tanah Antara Metode Trilaterasi Segitiga dan Metode Koordinat," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 17, no. 2, pp. 55-62, 2020. [Online]. Available: https://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/Teknik_Sipil/article/view/1029
- [10] Marbawi, T. Yulianto, dan T. E. Nugroho, "Evaluasi Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan GNSS Dengan Metode RTK-Radio dan RTK-NTRIP," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 9, no. 3, pp. 131-138, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/9956>
- [11] I. Artadana, "Pengukuran Luas Bidang Tanah Menggunakan Total Station dan GNSS di Perumahan Sentana Graha Blumbungan," Universitas Mahasaraswati Denpasar, 2023. [Online]. Available: <https://eprints.unmas.ac.id/id/eprint/4337/>
- [12] J. Pendidikan Tambusai, W. Adhitya Pratama Simanjuntak, M. Sapril Siregar, P. Studi Studi Nautika, and P. Pelayaran Malahayati, "Pengoperasian Global Positioning System pada Kapal MT. Noni T saat Berlayar di Perairan Kupang," *Pendidikan Tambusai*, vol. 7, no. 1, pp. 1731-1737, 2023.



- [13] Winoto, S., Fadlil, A., & Umar, R. “Penerapan Haversine Formula Pada Penerimaan Peserta Didik Baru Jalur Zonasi”. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 103-109, 2020.
- [14] Prakoso, R., Pangaribuan, P., & Wibowo, A. S. “Perancangan Sistem Kendali Mobile Robot dengan GPS Menggunakan Metode PID”. *eProceeding of Engineering*, 5(3), 4128-4135, 2018.
- [15] Misra, P., & Enge, P., *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*, 2nd ed. Lincoln, MA: Ganga-Jamuna Press, 2011.
- [16] Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E., *GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and More*, Springer-Verlag, 2008.