

EFEKTIVITAS SHOELACE FORMULA DALAM MENGHITUNG LUAS WILAYAH DATAR SEGI EMPAT: STUDI KASUS LAPANGAN SEPAK BOLA UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG

Ahmad Arliansyah¹, Fahira Dwiyantri², Zubaidah³, Adam Firdaus⁴, Siti Mardina⁵,
Renaldy Krisna Yoga⁶, Reni Humairah⁷
ahmadarliansyah303@gmail.com¹, fahiradwiyantri61@gmail.com²,
zubaidahaidah3102@gmail.com³, af2505787@gmail.com⁴, mardinasiti704@gmail.com⁵,
yogarenaldy68@gmail.com⁶, renihumairah@ubb.ac.id⁷
Universitas Bangka Belitung

ABSTRAK

Pada penelitian ini bertujuan untuk menguji keakuratan shoelace formula dalam menghitung luas wilayah datar yaitu lapangan sepak bola universitas bangka belitung yang berbentuk segiempat. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, yang mana kooordinat titik-titik sudut lapangan diperoleh dari pengamatan dan pemetaan digital menggunakan Google Maps yang kemudian divisualisasikan menggunakan GeoGebra. Data koordinatnya diolah dengan Shoelace formula untuk menghitung luas lapangan, dan hasilnya dibandingkan dengan perhitungan luas aktual yang dihitung dengan rumus luas persegi panjang pada umumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Shoelace formula menghasilkan perhitungan luas yang sama dengan luas aktual, dengan persentase error sebesar 0%. Dengan kata lain, ini membuktikan bahwa metode tersebut sangat efektif dan akurat untuk menghitung luas datar berbentuk segi empat, terutama pada skala kecil di mana pengaruh kelengkungan bumi diabaikan.

Kata Kunci: Shoelace Formula, Segi Empat, Kuantitatif, Geogebra.

ABSTRACT

In this study, the aim is to test the accuracy of the shoelace formula in calculating the area of a flat area, namely the football field of the University of Bangka Belitung which is rectangular. The research method used is quantitative with a descriptive approach, where the coordinates of the angular points of the field are obtained from observation and digital mapping using Google Maps which are then visualized using GeoGebra. The coordinate data is processed with the Shoelace formula to calculate the field area, and the results are compared with the actual area calculation calculated with the typical rectangular area formula. The results showed that the Shoelace formula produced an area calculation equal to the actual area, with an error percentage of 0%. In other words, it proves that the method is very effective and accurate for calculating a rectangular flat area, especially on a small scale where the influence of the curvature of the earth is negligible.

Keywords: Shoelace Formula, Square, Quantitative, Geogebra.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Geometri analitik adalah suatu cabang ilmu matematika yang merupakan kombinasi antara aljabar dan geometri (Rizki, 2018). Penelitian ini mengambil studi kasus berupa lapangan sepak bola yang bentuknya secara umum menyerupai segiempat. Dengan menggunakan shoelace formula kami ingin membuktikan efektivitas metode ini dalam menghitung luas area berbentuk segiempat. Artinya penelitian ini bukan hanya menghitung luas area, tetapi juga mengevaluasi apakah metode ini benar-benar akurat dan efisien untuk bentuk segiempat dalam konteks nyata.

Shoelace formula (rumus tali sepatu) juga dikenal sebagai rumus luas Gauss dan rumus surveyor (Braden, 1986) (Dahlke, Determinants, Shoelace Formula, 2016). Teorema shoelace formula memberikan rumus untuk mencari luas suatu poligon dari koordinat titik

sudutnya (Enkimute, 2025). Untuk menggunakan rumus area Gauss untuk bentuk -bentuk tidak teratur (rumus sepatu) (Gechlik & Sedrakyan, 2024), daftar pertama semua simpul bentuk yang area tersebut dihitung dalam urutan yang terjadi (mis., Tulis titik pertama, lalu titik yang terhubung ke sana, dan titik yang terhubung dengan itu, dan sebagainya).

Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuktikan apakah shoelace formula efektif untuk menghitung luas area berbentuk segiempat?

Tujuan

1. Untuk membuktikan apakah shoelace formula efektif untuk menghitung luas area berbentuk segiempat.

TINJAUAN PUSTAKA

Shoelace Formula

Rumus tali sepatu, yang juga dikenal sebagai rumus area Gauss, algoritma tali sepatu, metode tali sepatu, atau rumus juru ukur, adalah nama yang kadang diberikan kepada rumus area poligon untuk area poligon sederhana dalam istilah koordinat Kartesian dari titik-titik sudutnya $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$. Rumus ini pertama kali dijelaskan oleh Matematikawan Prusia (Jerman), Albrecht Meister pada tahun 1769 dan didasarkan pada rumus trapesium yang dikemukakan oleh matematikawan terkemuka Carl Gauss dan Carl Jacob.

Misalkan poligon P memiliki titik-titik sudut $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ yang terdaftar dalam urutan searah jarum jam. Maka luas (A) dari P adalah:

$$A = \frac{1}{2} |(x_1y_2 + x_2y_3 + \dots + x_ny_1) - (y_1x_2 + y_2x_3 + \dots + y_nx_1)|$$

Asal Nama "Teorema Tali Sepatu"

Teorema ini dinamakan demikian karena jika koordinat titik-titik sudut disusun dalam kolom seperti berikut (AoPS Online, 2025):

$$A = \frac{1}{2} \left| \begin{array}{cc} x_1 & y_1 \\ x_n & y_2 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & y_n \\ x_1 & y_1 \end{array} \right| - \left| \begin{array}{cc} x_1 & y_1 \\ x_n & y_2 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & y_n \\ x_1 & y_1 \end{array} \right|$$

Dan pasangan koordinat yang akan dikalikan ditandai, maka pola yang terbentuk menyerupai tali sepatu yang di ikat (AoPS Online, 2025). Secara visual, perhitungan luas dapat direpresentasikan sebagai:

$$A = \frac{1}{2} \left| \begin{array}{cc} x_1 & y_1 \\ x_n & y_2 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & y_n \\ x_1 & y_1 \end{array} \right|$$

Pengukuran Luas Pada Peta

Peta merupakan hasil pencerminan secara sistematis dari suatu ruang geografis. Menurut Erwin Raisz (1962) dalam (Harris, 2021), peta adalah gambaran konvensional

permukaan bumi yang diperkecil dengan berbagai kenampakan yang ditambah dengan tulisan-tulisan sebagai tanda pengenalan. Pengukuran luas merupakan salah satu konsep dasar dalam matematika yang digunakan untuk mengukur besarnya bidang datar. Pengukuran luas dilakukan dengan menghitung berapa banyak satuan luas yang terdapat dalam suatu bidang datar. Jadi Pengukuran luas pada peta berkaitan dengan menghitung area suatu wilayah yang digambarkan dalam peta berdasarkan skala yang digunakan (Aini, 2018).

Peta didapat dengan melakukan pemodelan atau pembuatan peta menggunakan data baik secara digital maupun data hasil pengukuran langsung di lapangan. Menurut (Bahri, 2012) pemetaan merupakan suatu pembentukan/pemodelan database yang memiliki karakter vektor/data garis, data tersebut akan menjadikan sumber data yang disajikan bersifat spasial atau keruangan. Pada Pengukuran Luas pada peta adalah proses menghitung area wilayah (poligon) dari representasi 2D (peta) menggunakan koordinat atau skala.

Kelengkungan Bumi

Kelengkungan adalah salah satu dari beberapa konsep yang sangat terkait dalam yang secara geometri intuitif mengukur jumlah penyimpangan kurva dari garis lurus atau penyimpangan permukaan dari bidang. Jika kurva atau permukaan terkandung dalam ruang yang lebih besar, kelengkungan dapat didefinisikan secara ekstrinsik relatif terhadap ruang sekitar (Fgnievinski, 2025).

Pada kelengkungan bumi ini mengacu pada perkiraan bentuk Bumi sebagai sebuah bola. Penyebutan konsep yang terdokumentasi paling awal berasal dari sekitar abad ke-5 SM, ketika muncul dalam tulisan-tulisan filsuf Yunani (Dicks, 1970) (Belbury, 2025). Pada abad ke-3 SM, astronomi Helenistik menetapkan bentuk Bumi yang kira-kira bulat sebagai fakta fisik dan menghitung keliling Bumi. Pengetahuan ini secara bertahap diadopsi di seluruh Dunia Lama selama akhir Zaman Kuno dan Abad Pertengahan, menggantikan kepercayaan sebelumnya tentang bumi yang datar (Belbury, 2025).

Pada penelitian ini kelengkungan bumi diabaikan karena lokasi yang menjadi survei penelitian ini luasnya tidak mencapai 1 kilometer. Sedangkan kelengkungan bumi di pakai apabila luas lokasi tersebut mencapai 1 kilometer atau lebih. Sehingga pada penelitian ini menggunakan konsep *plane surveying*. *Plane Surveying*, yaitu suatu survei yang mengabaikan kelengkungan bumi dan mengasumsikan bumi adalah bidang datar (Rahman, 2016). *Plane Surveying* ini digunakan untuk pengukuran daerah yang tidak luas dengan menggunakan bidang hitung yaitu bidang datar (Rahman, 2016).

Lapangan Sepak Bola

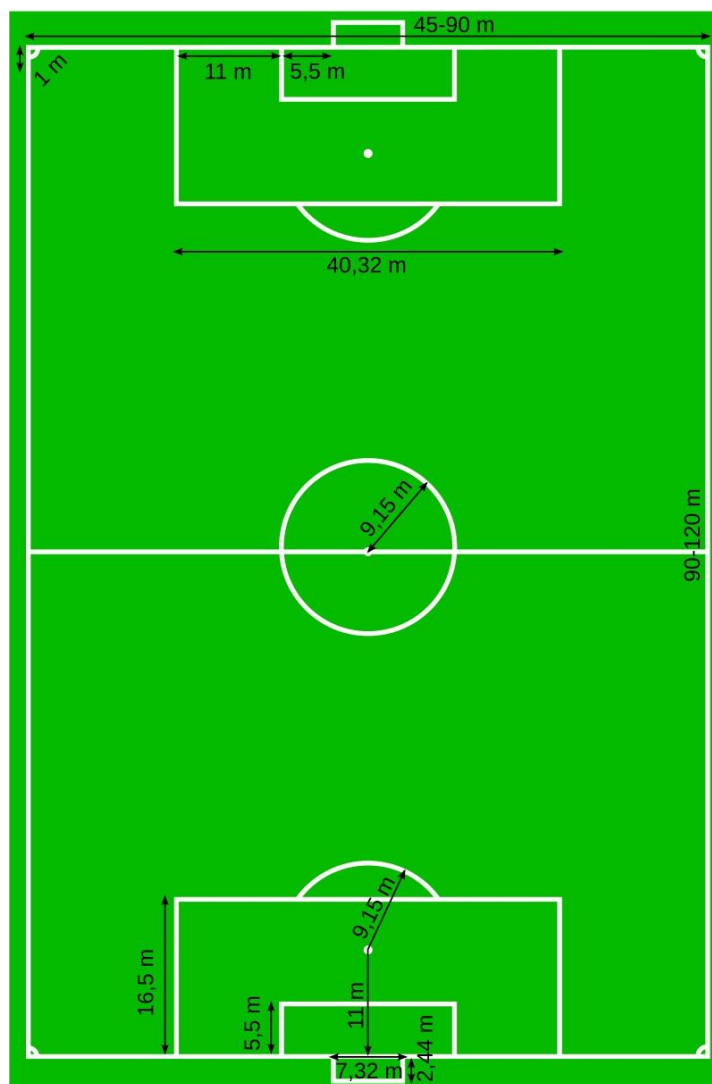
Sebagaimana yang termuat dalam (IFAB, 2024), lapangan pertandingan sepak bola (juga dikenal sebagai *football field* atau lapangan hijau) adalah permukaan tanah lapang untuk pertandingan sepak bola yang umumnya berupa lapangan rumput alami atau rumput sintetis.

Dimensi lapangan sepak bola sendiri adalah ukuran dari setiap sisi lapangan itu sendiri. Yang terdiri dari 2 garis sentuh (*touchline*) sama panjang dan 2 garis gawang (*goal line*) yang juga sama panjang, dengan catatan garis sentuh harus lebih panjang daripada garis gawang (IFAB, 2024).

Tabel 1.

<i>Dimension</i>	<i>Length (touchline)</i>	<i>Length (goal line)</i>
minimum	90 m	45 m
maximum	120 m	90 m

Lalu, untuk garis gawang sendiri, garisnya benar-benar harus bersentuhan dengan wajah gawang, dengan garis gawang sebenarnya yang diukur dari kedua ujung lapangan, dari satu bendera sudut ke bendera yang lain.



Gambar 1.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lapangan sepak bola Universitas Bangka Belitung. Lokasi tersebut dipilih karena kemudahan akses dan representasinya sebagai contoh wilayah datar

yang umum ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Setelah melakukan pengamatan langsung di lokasi, dan dipetakan melalui Google Maps, didapatkan:

$$p_d \approx 104,67 \text{ m}$$

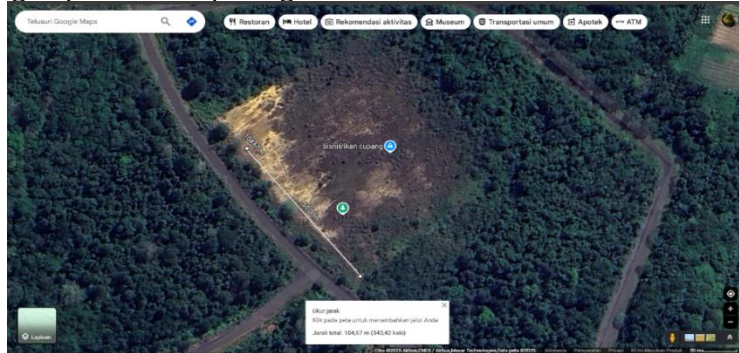
$$l_d \approx 88,52 \text{ m}$$

Keterangan:

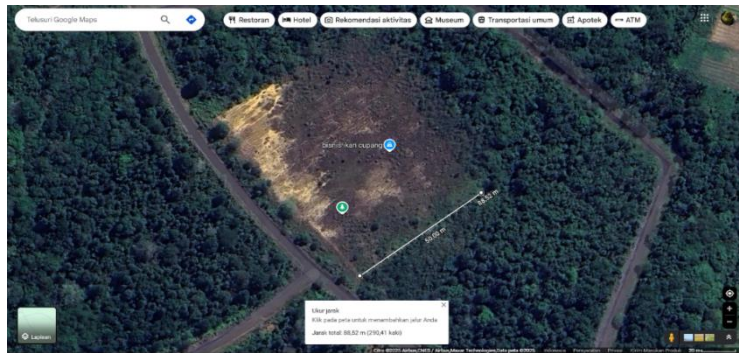
p_d = Panjang lapangan yang diamati

l_d = Lebar lapangan yang diamati

Seperti yang dapat terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.



Gambar 3.

Sehingga, berdasarkan rumus luas Persegi Panjang, yaitu:

$$L = p \times l$$

Didapatkan luas lapangan sepak bola yang diamati:

$$L = p_d \times l_d$$

$$L = 104,67 \times 88,52$$

$$L = 104,67 \times 88,52$$

$$L = 9265,3884 \text{ m}^2$$



Gambar 4.

Perangkat yang digunakan

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa perangkat untuk mendukung proses pengumpulan dan analisis data, antara lain:

- Google Maps: Digunakan untuk menentukan koordinat titik-titik batas lapangan sepak bola.
- GeoGebra: Digunakan untuk memvisualisasikan bentuk lapangan berdasarkan koordinat yang diperoleh, serta membantu dalam proses verifikasi hasil perhitungan luas menggunakan *Shoelace Formula*.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan hasil perhitungan luas menggunakan *Shoelace Formula* dan membandingkannya secara numerik dengan ukuran aktual dari lapangan sepak bola, untuk menguji keefektifan metode tersebut dalam konteks wilayah datar berskala kecil. Pendekatan Kuantitatif berfokus pada data numerik dan statistik untuk mengukur dan menganalisis fenomena secara objektif (Amarulloh dkk. 2022).

Teknik Pengumpulan Data

Salah satu titik sudut akan dinyatakan sebagai titik awal (0, 0) dan untuk titik lainnya akan dinyatakan untuk setiap 10 meter. Oleh karena itu, akan digunakan Skala dalam Pemetaan, dengan menggunakan skala 1:10. Yaitu pada setiap 1 meter atau untuk setiap 1 unit kartesian pada koordinat kartesian akan mewakili 10 meter pada panjang sebenarnya.

Berdasarkan **Gambar 2.** dan **Gambar 3.** yang aturannya berbasis pada **Gambar 1.**, didapatkan titik-titik berikut:

Tabel 2.

	Titik yang Diamati pada Peta	Titik dalam Skala 1:10	Titik pada Koordinat Kartesian (x, y)
x_1	0	0	(0, 0)
y_1	0	0	
x_2	104,67	10,467	(10,467, 0)
y_2	0	0	
x_3	104,67	10,467	(10,467, 8,852)
y_3	88,52	8,852	
x_4	0	0	(0, 8,852)
y_4	88,52	8,852	

Teknik Analisis Data

Akan digunakan *Shoelace Formula* untuk menghitung luas area yang didapatkan jika dihitung menggunakan *Shoelace formula*, setelahnya akan digunakan kembali Skala 1:10 untuk menentukan luas area yang sebenarnya.

$$L_s = \frac{L_p}{S}$$

Keterangan:

L_s = Luas sebenarnya

L_p = Luas pada peta

S = Skala

Lalu kemudian akan dibandingkan dengan luas area yang diamati menggunakan *Percent Error formula*.

$$\delta = \left| \frac{v_A - v_E}{v_E} \right| \cdot 100\%$$

Keterangan:

δ = **Persentase error**

v_A = **Nilai aproksimasi**

v_E = **Nilai sebenarnya**

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Shoelace formula

Berdasarkan **Tabel 2**, akan dihitung luas lapangan sepak bola yang diamati menggunakan *Shoelace formula*.

$$A = \frac{1}{2} |(x_1y_2 + x_2y_3 + \dots + x_ny_1) - (y_1x_2 + y_2x_3 + \dots + y_nx_1)|$$

$$A = \frac{1}{2} |((0)(0)) + ((10,467)(8,852)) + ((10,467)(8,852)) + ((0)(0)) - ((0)(10,467)) + ((0)(10,467)) + ((8,852)(0)) + ((8,852)(0))|$$

$$A = \frac{1}{2} |((0) + (92,653884) + (92,653884) + (0)) - ((0) + (0) + (0) + (0))|$$

$$A = \frac{1}{2} |(185,307768) - (0)|$$

$$A = \frac{1}{2} |(185,307768)|$$

$$A = 92,653884 \text{ m}^2$$

Skala

Hitung kembali menggunakan Skala:

Digunakan Skala 1:10, maka,

$$L_S = \frac{L_P}{S}$$

Dengan $L_P = A$, akan didapatkan:

$$L_S = \frac{92,653884}{1:10}$$

$$L_S = 92,653884 \div \frac{1}{10}$$

$$L_S = 92,653884 \times \frac{10}{1}$$

$$L_S = 926,53884$$

Perhatikan bahwa,

Luas yang didapatkan (luas pada peta) berada dalam satuan persegi, oleh karena itu,

Skala yang digunakan akan menjadi $1:10^2 = 1:100$

Maka,

$$L_S = \frac{92,653884}{1:100}$$

$$L_S = 92,653884 \div \frac{1}{100}$$

$$L_S = 92,653884 \times \frac{100}{1}$$

$$L_S = 9265,3884 \text{ m}^2$$

Perbandingan

Gunakan *Percent Error formula*

$$\delta = \left| \frac{v_A - v_E}{v_E} \right| \cdot 100\%$$

Dengan:

$$v_A = 9265,3884$$

$$v_E = 9265,3884$$

$$\delta = \left| \frac{(9265,3884) - (9265,3884)}{(9265,3884)} \right| \cdot 100\%$$

$$\delta = \left| \frac{0}{(9265,3884)} \right| \cdot 100\%$$

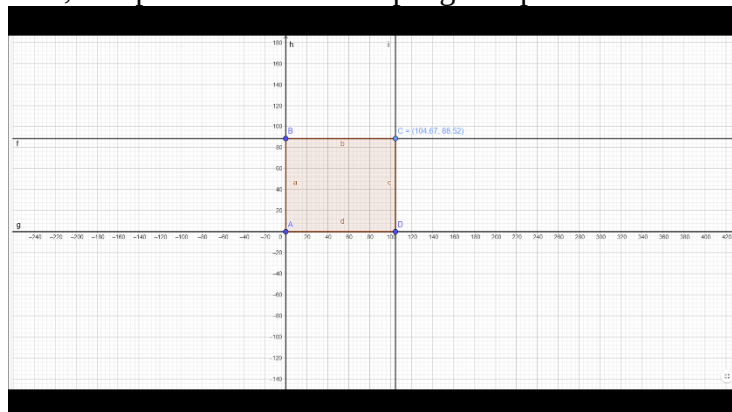
$$\delta = 0 \cdot 100\%$$

$$\delta = 0$$

Berdasarkan perhitungan, didapatkan Persentase eror sebesar 0%.

Visualisasi

Dengan menggunakan GeoGebra dan titik-titik koordinat yang didapatkan berdasarkan **Tabel 2.**, didapatkan visualisasi lapangan sepak bola.



Gambar 5.

KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan perhitungan untuk menghitung luas lapangan sepak bola yang diamati dengan luas lapangan sepak bola yang dihitung menggunakan Shoelace formula, telah diperoleh nilai persentase error sebesar 0%, yang menunjukkan hasil

perhitungan Shoelace formula identik dengan luas aktual. Hal ini dapat terjadi karena:

1. Koordinat yang digunakan bersifat ideal dan telah disesuaikan dengan panjang-lebar lapangan secara presisi dikarenakan untuk lapangan sepak bola, setiap sisi memang diharuskan sama panjang.
2. Dikarenakan panjang sisi kurang dari 1 km, maka kelengkungan bumi benar-benar diabaikan. Apabila lokasi yang diteliti memiliki ukuran panjang melebihi 1 km, hasil yang didapatkan kemungkinan akan berbeda karena adanya kelengkungan bumi.

Oleh karena itu, keakuratan 100% ini lebih menunjukkan bahwa metode perhitungan menggunakan Shoelace formula bekerja dengan baik pada bidang datar dan berbentuk persegi panjang terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. (2018). Menghitung Luas Peta. Malang.
- Amarulloh, S. I., Sahida, N. M., Apriliani, L., & Muhtadi, D. (2022). Perspektif mahasiswa pada pembelajaran matematika di era pandemi. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 66–78.
- AoPS Online (Penyunt.). (2025). Shoelace Theorem. Dipetik Februari 25, 2025, dari AoPS Online: https://artofproblemsolving.com/wiki/index.php/Shoelace_Theorem
- Bahri, R. N. (2012). PEMETAAN UNTUK PEMELIHARAAN JALAN NON LINGKUNGAN DI KOTA SURAKARTA MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS. Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Jurusan Teknik Sipil, Surakarta. Diambil kembali dari <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/26451/NTYwODU=/Pemetaan-Untuk-Pemeliharaan-Jalan-Non-Lingkungan-Di-Kota-Surakarta-Menggunakan-Sistem-Informasi-Geografis-abstrak.pdf>
- Braden, B. (1986). The Surveyor's Area Formula. *The College Mathematics Journal*, 17(4), 326–337. <https://doi.org/10.1080/07468342.1986.11972974>
- Belbury (Penyunt.). (2025, Mei 14). Spherical Earth. Dipetik Mei 29, 2025, dari Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Spherical_Earth
- Dahlke, K. (2016, Juli). Determinants, Shoelace Formula. Diambil kembali dari Math Reference: <https://www.mathreference.com/la-det,shoe.html>
- Dicks, D. R. (1970). *Early Greek Astronomy to Aristotle*. Ithaca, New York: Cornell University Press.
- Enkimute (Penyunt.). (2025, April 10). Shoelace formula. Dipetik Mei 29, 2025, dari Wikipedia: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Shoelace_formula
- Fgnievinski (Penyunt.). (2025, April 20). Curvature. Diambil kembali dari Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Curvature>
- Gechlik, J., & Sedraky, H. (2024). Gauss's Area Formula for Irregular Shapes. *Ohio Journal of School Mathematics*.
- Harris, M. (2021, Mei). Pengertian Peta: Fungsi, Unsur Penyusunnya dan Jenis-jenisnya. Dipetik Mei 29, 2025, dari Gramedia: <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-peta/?srsltid=AfmBOorFEejXDgqQIc7NExNRzaZQ-c6TPJyFq4vmMOtrllBthF9lNeCk>
- IFAB. (2024). Laws of the Game 2024/25. Diambil kembali dari IFAB: <https://www.theifab.com/laws-of-the-game-documents/?language=all&year=2024%2F25>
- Rahman, M. F. (2016, November Selasa). Ilmu Ukur Tanah. Diambil kembali dari Blogger: <https://kayeeuno.blogspot.com/2016/11/ilmu-ukur-tanan.html>
- Rizki, N. A. (2018). *Analytic Geometry*.