

Comparison of Haversine and Euclidean Distance Formulas for Calculating Distance Between Regencies in West Sumatra

Vinka Haura Nabilla, Dina Fitria*, Dony Permana, Fadhilah Fitri

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: dinafitria@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 08 Maret 2023

Revised : 05 April 2023

Accepted : 12 Mei 2023

ABSTRACT

A distance is a number that indicates how far apart two places are. The benefits of using distance are widely used in research, one of which is the application of spatial weighting matrices. The spatial weight matrix is obtained based on proximity information between regions. There are two types of spatial weights, namely, those based on contiguity and distance. Determining the proximity of regions in West Sumatra is better done using spatial weighting based on distance because in West Sumatra there are islands and mountains that limit the regions. Some distance estimation equations that can be utilized are Haversine and Euclidean distances. The connection between the two points in Haversine takes the earth's curvature into account when calculating the distance, which is a difference between the two formulas. In contrast, the Euclidean distance method uses a straight line to connect two points. The purpose of this research is to ascertain whether the Haversine and Euclidean distance formulas produce significantly different results in terms of distance. The calculation of the coordinate point distance utilizes latitude and longitude obtained from Google Maps. The distances measured using both formulas were expressed in kilometers (km), and the data was processed using the z test. The findings demonstrated that the Haversine and the Euclidean distance did not significantly differ in the process of calculating distance.

Keywords: *Euclidean distance, Haversine, latitude, longitude, z test*



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Jarak adalah angka yang menunjukkan seberapa jauh suatu objek bergerak di sepanjang lintasan tertentu. Jarak antar wilayah yang diamati dengan wilayah yang dituju berguna untuk melihat kedekatan antar wilayah. Wilayah yang berdekatan memiliki hubungan yang erat daripada wilayah yang berjauhan. Wilayah yang memiliki hubungan akan menyebabkan pengukuran data suatu wilayah akan berpengaruh pada wilayah yang didekatnya, hal ini disebut dengan pengaruh spasial. Semakin dekat antar wilayah maka wilayah yang diamati akan mempengaruhi wilayah didekatnya baik dalam masalah yang sedang dihadapi wilayah yang diamati. Sebagai contoh, jika suatu wilayah A memiliki angka kemiskinan yang tinggi dan wilayah A memiliki jarak yang dekat dengan wilayah B, besar kemungkinan wilayah B juga memiliki angka kemiskinan yang tinggi. Oleh sebab itu penting untuk melihat jarak antar wilayah untuk melihat kedekatan antar wilayah. Pada analisis spasial diperlukan informasi kedekatan antar wilayah, hal ini diterapkan pada matriks pembobot. Terdapat dua jenis matriks pembobot spasial yang dapat digunakan yaitu, berdasarkan persinggungan (*contiguity*) dan jarak (*distance*). Wilayah yang bersinggungan dengan wilayah yang diamati disebut sebagai tetangga dalam pembobotan spasial berdasarkan persinggungan. Ketika pembobotan spasial berdasarkan jarak digunakan, wilayah yang paling dekat dengan wilayah yang diamati disebut sebagai tetangga. Di Sumatera Barat sebaiknya menggunakan pembobot spasial berdasarkan jarak untuk menentukan kedekatan wilayah, sebab beberapa wilayah di Sumatera Barat merupakan wilayah kepulauan dan pegunungan yang membatasi antar wilayah. Jarak dapat dihitung dengan menggunakan berbagai macam pengukuran jarak, termasuk *Haversine* dan *Euclidean distance*. Kedua metode ini memiliki kesamaan yaitu sama-sama dapat memperhitungkan jarak. Akan tetapi kedua metode ini juga memiliki perbedaan, *Haversine* memperhitungkan kelengkungan bumi ketika menghitung jarak antara titik-titik penghubung. Sebaliknya, ketika menghitung jarak, *Euclidean distance* menggunakan garis lurus untuk menghubungkan dua titik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan apakah

persamaan *Haversine* dan *Euclidean distance* menghasilkan hasil yang berbeda secara signifikan dalam hal jarak. Perhitungan jarak memanfaatkan garis lintang dan garis bujur dari *Google Maps*. Mengetahui koordinat wilayah yang ingin digunakan dalam persamaan *Haversine* dan *Euclidean distance* menjadi lebih mudah dengan mengetahui garis lintang dan garis bujurnya. Dari perhitungan jarak menggunakan kedua rumus tersebut dilakukan analisis perbandingan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara kedua rumus tersebut dalam perhitungan jarak.

Perbandingan rumus perhitungan jarak telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya dengan hasil perhitungan yang berbeda-beda tergantung dengan objek penelitiannya. Palopi dkk (2021) menggunakan kampus Universitas Kristen Surakarta di Kota Solo sebagai subjek penelitiannya untuk membandingkan rumus *Haversine* dan *Euclidean*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua rumus tersebut. Selain itu, menurut Pamungkas (2019), metode *Euclidean Distance* dan *Haversine* memberikan hasil yang sama ketika menghitung jarak antara dua buah marker. Berbeda dengan penelitian Miftahuddin dkk (2020), yang membandingkan perhitungan jarak menggunakan persamaan *Euclidean*, *Haversine*, dan *Manhattan*. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa ketiga rumus tersebut memiliki perbedaan dalam menghitung jarak posisi karyawan. Sedangkan di Sumatera Barat sendiri untuk pengukuran jarak dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean distance* belum ada yang melakukannya, sehingga diperlukan pengukuran jarak untuk mengukur ketetanggaan di Sumatera Barat itu sendiri. Dalam penelitian ini hasil dari perbandingan persamaan *Haversine* dan *Euclidean distance* ini dapat berpengaruh terhadap ketetanggaan antar wilayah yang diamati. Jika kedua persamaan tersebut memiliki varian yang sama, ada kemungkinan wilayah ketetangannya sama. Sedangkan, apabila kedua persamaan tersebut memiliki varian yang berbeda, maka wilayah ketetangannya berbeda pula.

Penelitian ini dilakukan perhitungan jarak antar Kabupaten di Sumatera Barat dengan menggunakan rumus *Haversine* dan rumus *Euclidean Distance*. Kabupaten ini merupakan daerah tingkat dua di Sumatera Barat yang terdiri dari Kabupaten dan Kota. Serta dilakukan perbandingan hasil perhitungan jarak dari kedua rumus tersebut, dari kedua rumus tersebut dianalisis apakah ada perbedaan signifikan atau tidak dengan menggunakan uji z. Peneliti berharap hasil perhitungan jarak dan hasil perbandingan kedua rumus perhitungan jarak dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Perhitungan Titik Koordinat

Informasi suatu wilayah dapat dilihat menggunakan titik koordinat suatu wilayah. Koordinat yang paling sering digunakan untuk mengidentifikasi suatu lokasi pada peta adalah garis lintang dan garis bujur. Menurut Turnbull & Helbrough (2010), garis fiktif yang dikenal sebagai garis lintang dan garis bujur bertujuan untuk memudahkan pengukuran jarak antar wilayah. Garis lintang merupakan garis khayal yang membentang secara horizontal dari barat ke timur di sepanjang sumbu bumi (Ruhimat dkk, 2006: 133). Ketika bergerak mendekati kutub, garis lintang akan terus memendek. Garis bujur merupakan garis khayal yang membentang sejajar pada sumbu bumi dari utara ke selatan (Ruhimat dkk, 2006: 133). Panjang setiap garis bujur adalah sama. Pada penelitian ini diambil titik koordinat garis lintang dan garis bujur di setiap Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat yang berguna untuk menentukan jarak antar wilayah, dimana untuk mengetahui titik koordinat garis lintang dan garis bujur dapat menggunakan *Google Maps*. Ketika melihat peta dunia secara online, salah satu aplikasi yang paling populer adalah *Google Maps*. Fitur yang dimiliki *Google Maps* antara lain kemampuan untuk menampilkan peta dunia, gambar satelit, kepadatan jalan pada waktu tertentu, topografi suatu lokasi, dan fasilitas gambar jalan (Mario, 2010: 3).

B. Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak antar wilayah menggunakan metode *Haversine* dan metode *Euclidean distance* sebagai berikut.

1. *Haversine*

Dengan menggunakan garis lintang dan garis bujur sebagai variabel input, metode *Haversine* menghitung jarak antara titik koordinat. Rumus *Haversine* merupakan persamaan untuk menghitung jarak yang memperhitungkan panjang garis lurus yang menghubungkan dua titik koordinat dan memperhitungkan kelengkungan bumi dengan asumsi bumi berbentuk bulat dan memiliki jari-jari R sebesar 6.371 km. Persamaan *Haversine* dapat ditemukan sebagai berikut (Kifana, 2012).

$$\begin{aligned}
 a &= \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \\
 c &= 2 \cdot a \tan 2\left(\sqrt{a} \cdot \sqrt{(1-a)}\right) \\
 d &= R \cdot c
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Keterangan:

- d : Jarak antar lokasi amatan
- R : Jari-jari bumi
- φ : Latitude
- λ : Longitude
- $\Delta\varphi$: Besaran perbedaan latitude = lat2 – lat1
- $\Delta\lambda$: Besaran perbedaan longitude = lon2 – lon1

2. Euclidean distance

Euclidean distance adalah metode untuk menghitung jarak antara dua variabel. Metode ini sederhana, lebih cepat, dan lebih efisien dari waktu ke waktu. Istilah *Euclidean distance* mengacu pada proses menentukan hubungan antara sudut dan jarak dan menghitung jarak antara dua titik dalam ruang *euclidean* (Derisma dkk, 2016). Mustofa & Suasana (2018), mengatakan bahwa dalam matematika, *Euclidean distance* dimanfaatkan dalam menghitung jarak antara dua titik dalam satu dimensi dan memberikan hasil untuk perhitungan *phythagoras*. Menurut Pamungkas (2019), *Euclidean distance* adalah fungsi matematika yang diturunkan dari jarak langsung bebas rintangan, seperti memperoleh nilai dari panjang garis diagonal segitiga. Persamaan *Euclidean distance* adalah sebagai berikut.

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \tag{2}$$

Keterangan:

- d : Jarak antar lokasi amatan
- x_1 : Titik koordinat latitude wilayah 1
- x_2 : Titik koordinat latitude wilayah 2
- y_1 : Titik koordinat longitude wilayah 1
- y_2 : Titik koordinat longitude wilayah 2

C. Perbandingan Hasil Perhitungan Jarak

Hasil dari perhitungan jarak dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean distance* dilakukan analisis perbandingan penggunaan kedua rumus tersebut dengan menggunakan uji beda dua sampel. Uji beda dua sampel terbagi menjadi dua jenis yaitu, uji beda dua sampel berpasangan dan uji beda dua sampel bebas. Uji beda dua sampel berpasangan digunakan untuk melakukan perbandingan antar dua sampel yang memiliki sifat berpasangan, sedangkan uji beda dua sampel bebas digunakan untuk menguji perbandingan antara dua sampel yang tidak saling berpasangan. Tidak saling berpasangan bisa dimaksud kalau penelitian yang dilakukan untuk dua subjek sampel yang berbeda. Uji beda dua sampel dikelompokkan menjadi dua jenis yang bergantung kepada jumlah sampel yang digunakan. Apabila jumlah sampel kecil dari 30 maka digunakan uji t, sedangkan jumlah sampel besar sama dari 30 maka digunakan uji z. Uji z merupakan analisis statistika yang digunakan untuk melihat perbandingan rata-rata dari satu variabel pada dua kelompok yang tidak saling berpasangan dengan banyak sampel lebih dari 30. Karena tujuan dari pengujian ini adalah untuk membandingkan variasi dalam dua kelompok data, maka perlu ditentukan terlebih dahulu apakah variannya homogen sebelum melakukan pengujian serta data berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Kedua varian dikatakan sama apabila nilai *p-value* yang dihasilkan lebih besar dari taraf nyata 5%. Berikut hipotesis dari uji z.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan dalam mengukur jarak dengan menggunakan persamaan Haversine dan Euclidean Distance

H_1 Terdapat perbedaan dalam mengukur jarak dengan menggunakan persamaan Haversine dan Euclidean Distance.

Statistik uji:

$$z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}} \tag{3}$$

Keterangan:

- \bar{x}_1 : Mean sampel 1
- \bar{x}_2 : Mean sampel 2
- μ_1 : Mean populasi 1
- μ_2 : Mean populasi 2
- σ_1 : Simpangan baku populasi 1
- σ_2 : Simpangan baku populasi 2
- n_1 : jumlah data sampel populasi 1
- n_2 : jumlah data sampel populasi 2 (Murwani dkk, 2019: 5)

D. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian kuantitatif digunakan sebagai metode penelitian ini, penelitian kuantitatif adalah sebuah strategi penelitian yang menggunakan sejumlah angka dan model matematis dari suatu fenomena. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berupa garis lintang dan garis bujur setiap Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat. Jumlah data yang digunakan sesuai dengan jumlah Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat sebanyak 19 data.

E. Langkah Analisis Data

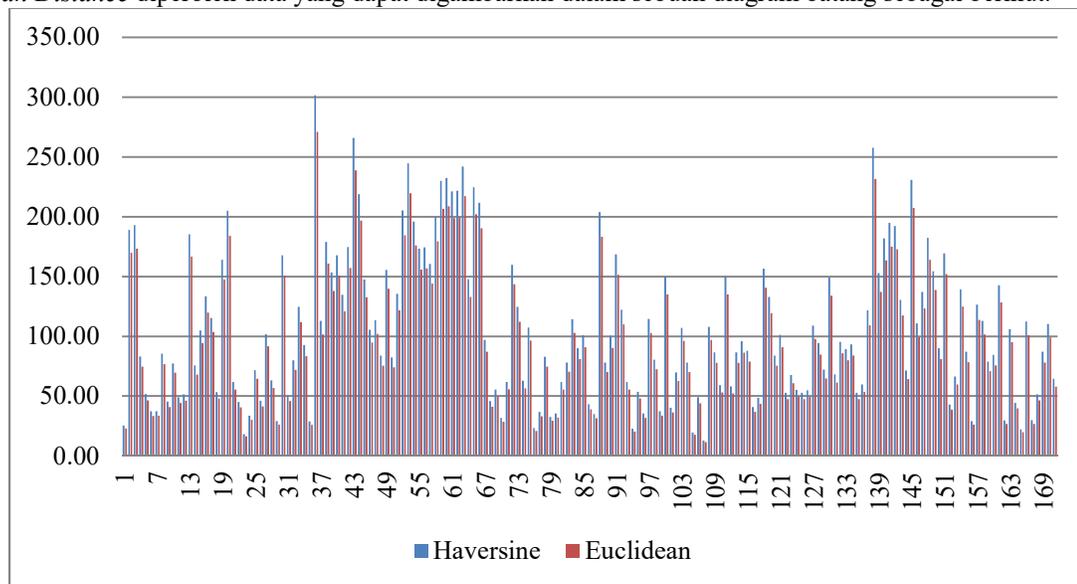
Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan data yang akan diolah yaitu berupa garis lintang dan garis bujur setiap Kabupaten dan Kota yang ada di Sumatera Barat.
2. Melakukan perhitungan jarak dengan metode *Haversine* menggunakan persamaan 1.
3. Melakukan perhitungan jarak dengan metode *Euclidean distance* menggunakan persamaan 2.
4. Melakukan analisis perbandingan hasil perhitungan jarak metode *Haversine* dan metode *Euclidean distance* dengan menggunakan uji z berdasarkan persamaan 3.
5. Menarik kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Jarak

Objek penelitian yang diteliti adalah Kabupaten dan Kota di Provinsi Sumatera Barat. Provinsi Sumatera Barat memiliki 19 Kabupaten dan Kota. Data awal berupa titik koordinat berdasarkan garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*) dari setiap Kabupaten dan Kota. Hasil dari estimasi jarak dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance* diperoleh data yang dapat digambarkan dalam sebuah diagram batang sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram batang perbandingan perhitungan jarak dengan menggunakan persamaan Haversine dan Euclidean Distance

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat pada sumbu x bahwa terdapat 171 data jarak setiap Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat. Pada sumbu y menunjukkan hasil perhitungan jarak setiap data. Dilihat secara kasat mata hasil perhitungan jarak menggunakan persamaan *Haversine* lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungan jarak dengan menggunakan *Euclidean Distance*. Secara keseluruhan, ketika menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance* untuk menghitung jarak, hasilnya tidak menunjukkan perbedaan yang tidak sepenuhnya berbeda atau memiliki variansi yang sama.

B. Uji z

Dilakukan tahapan analisis data untuk melihat perbedaan penggunaan kedua metode tersebut dengan menggunakan uji z.

Hipotesis:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan dalam mengukur jarak dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance*

H_1 Terdapat perbedaan dalam mengukur jarak dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance*.

Tabel 1. Group Statistik

Rumus	N	Mean	Standar deviasi
Haversine	171	105.7890	62.0791
Euclidean Distance	171	95.0372	55.7725

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh banyak data jarak untuk setiap Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat pada setiap rumus adalah 171 data. Nilai rata-rata dari hasil perhitungan jarak dengan menggunakan rumus *Haversine* memiliki perbedaan yang lumayan besar yaitu 10 km dengan perhitungan jarak menggunakan rumus *Euclidean Distance*. Berdasarkan nilai standar deviasi dari kedua rumus tersebut cukup rendah, hal ini menunjukkan bahwa penyebaran data setiap rumus terhadap mean atau rata-rata cukup jauh.

Tabel 2. Independent Sample t-Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	t-test for Equality of Means					
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	0.005	0.158	1.685	340	0.093	10.7517	6.3818	-1.8010	23.3045
Equal variances not assumed			1.685	336.171	0.093	10.7517	6.3818	-1.8015	23.3050

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan nilai *Sig.* dari uji *Levene's* untuk *equality of variances* adalah 0,158, nilai tersebut lebih besar dari taraf nyata sebesar 0,05, maka dapat diinterpretasikan bahwa data antara *Haversine* dan *Euclidean Distance* memiliki variansi yang homogen atau sama. Dalam uji t untuk rata-rata didapat nilai *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,093 lebih besar dari derajat nyata sebesar 0,05, sehingga diperoleh keputusan terima H_0 . Hal ini mengimplikasikan bahwa varian dari perhitungan jarak yang menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean distance* adalah sama. Nilai perbedaan rata-rata adalah 10,75, nilai ini menunjukkan kontras antara rata-rata hasil perhitungan jarak menggunakan rumus *Haversine* dengan rumus *Euclidean distance*. 95% confidence interval of the difference adalah cakupan nilai kontras yang ditoleransi. Toleransi ini menggunakan tingkat kepastian 95%, sehingga

dengan tingkat kepastian 95% cakupan kontras jarak menggunakan persamaan *Haversine* dan rumus *Euclidean distance* adalah -1,80 sampai 23,30.

IV. KESIMPULAN

Hasil perhitungan jarak antar Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat dengan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance* tidak berbeda secara signifikan satu sama lain, karena perbedaan hasil antara kedua rumus tersebut tidak terlalu besar. Hasil perhitungan jarak ini dapat digunakan dalam pembuatan matriks pembobot spasial. Selanjutnya, dilakukan analisis yang mengungkapkan varian dari kedua rumus tersebut, yaitu dilakukan uji z untuk memastikan hal ini. Dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance*, uji z dapat membandingkan perhitungan jarak. Hasil analisis uji z menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran jarak dengan menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance*. Dengan hasil kedua persamaan tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan, maka hasil dari matriks pembobot dari kedua persamaan tersebut tidak jauh berbeda sehingga ketetaanggan antar wilayahnya sama. Pengukuran jarak menggunakan persamaan *Haversine* dan *Euclidean Distance* tidak ada pengukuran yang lebih baik sebab kedua pengukuran tersebut menghasilkan jarak yang tidak jauh berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Derisma, Firdaus, & Yusya, R. P. (2016). Perancangan Ikat Pinggang Elektronik Untuk Tunanetra Menggunakan Mikrokontroler dan Global Positioning System (GPS) pada Smartphone Android. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 5(2), 130-136.
- Kifana, B. D., & Abdurrohman, M. (2012). Great Circle Distance Method for Improving Operational Control System Based on GPS Tracking System. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 4(4), 647-662.
- Mario, Y. E. (2010). *Hebatnya Google Maps dan Pintarnya Google Street*. Yogyakarta: Andi & ELCOM.
- Miftahuddin, Y., Umaroh, S., & Karim, F. R. (2020). Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, dan Manhattan dalam Penentuan Posisi Karyawan. *Jurnal Tekno Insentif*, 14(2), 69-77.
- Murwani, D., Bernardus, D., Elfrata, T. C., & Melinda, T. (2019). *Uji Beda Dua Kelompok Bebas*. Surabaya: Universitas Ciputra.
- Mutofa, Z., & Suasana, I. S. (2018). Algoritma Clustering K-Medoids pada E-Government Bidang Informasi and Communication Technology dalam Penentuan Status Edgi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(1).
- Palopi, R., Yulianna, D. A., & Winarsih, SM. S. (2021). Analisa Perbandingan Rumus Haversine dan Rumus Euclidean Menggunakan Metode Independent sample t-Test. *Journal Informatic Technology And Communication*, 5(1), 40-47.
- Pamungkas, C. A. (2019). Aplikasi Perhitungan Jarak Koordinat Berdasarkan Latitude dan Longitude dengan Metode Euclidean Distance dan Metode Haversine. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, 5(2), 8-13.
- Ruhimat, M., Supriatna, N., & Kosim. (2016). *Ilmu Pengetahuan Sosial*. Jakarta: Grafindo Media Pratama.
- Turnbull, S., & Helbrough, E. (2020). *Atlas Dunia Untuk Anak*. Jakarta: Gramedia.