

Algoritma Haversine pada Sistem Informasi Geografis: Tinjauan Literatur Sistematis

Mau'idzoh Hasanah¹, Aries Suharso²

^{1,2} Fakultas Ilmu Komputer Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361
Email: ¹mauidzoh123@gmail.com, ²aries.suharso@unsika.ac.id

Abstrak

Seiring perkembangan zaman, semakin banyak pembangunan yang dilakukan, mulai dari pembangunan gedung, perumahan, supermall, hotel, dan sebagainya. Bangunan yang semakin banyak mengakibatkan tatanan pada permukaan bumi berubah dan menjadikan semakin banyaknya jalan. Jalan yang semakin banyak dan sempit, membuat masyarakat menjadi sulit dalam menempuh perjalanan ke suatu tempat tujuan, terlebih di daerah asing. Berangkat dari masalah ini, muncul keresahan masyarakat yang tidak mengetahui jarak tempat tujuan sehingga sulit untuk berpergian ke mana pun. Namun, dengan hadirnya teknologi yang semakin berkembang, dapat dijadikan solusi praktis untuk masalah tersebut. Teknologi yang dapat dimanfaatkan tersebut dapat disebut dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Dengan bantuan dengan algoritma haversine untuk perhitungan jarak, SIG memberikan informasi geografis permukaan bumi dalam bentuk sistem. Tinjauan ini bertujuan untuk menyajikan gambaran yang komprehensif tentang keakuratan algoritma haversine pada sistem informasi geografis yang berguna untuk membantu persoalan masyarakat tersebut.

Kata Kunci—Algoritma Haversine, Sistem Informasi Geografis, SIG, Tinjauan Literatur Sistematis

Abstract

Along with the times, more and more developments are being carried out, starting from the construction of buildings, housing, supermalls, hotels, and so on. More and more buildings cause the order on the earth's surface to change and make more and more roads. Roads are becoming more and more narrow, making it difficult for people to travel to a destination, especially in foreign areas. Departing from this problem, there is anxiety among the people who do not know the distance to their destination, making it difficult to go anywhere. However, with the presence of increasingly developing technology, it can be used as a practical solution to this problem. The technology that can be utilized is called a Geographic Information System (GIS). With the help of the haversine algorithm for distance calculation, GIS provides geographic information on the earth's surface in the form of a system. This review aims to present a comprehensive picture of the accuracy of the haversine algorithm in geographic information systems that is useful for helping these community problems.

Keywords— Haversine Algorithm, Geographic Information System, GIS, Systematic Literature Review

Diajukan: 20 June 2023

Disetujui: 25 June 2023

Dipublikasi: 11 July 2023

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana bagi manusia untuk melakukan segala aktivitas,

terutama sebagai landasan untuk sampai ke tempat tujuan. Begitu pentingnya sebuah jalan, hampir menjadikannya sebagai kebutuhan primer bagi manusia [1]. Namun,

seiring perkembangan zaman, terdapat peningkatan jumlah pendirian bangunan, seperti gedung, perumahan, *supermall*, hotel, dan sebagainya. Bangunan yang semakin banyak mengakibatkan tatanan pada permukaan bumi berubah dan menjadikan semakin banyaknya jalan. Jalan yang semakin banyak dan sempit, justru membuat masyarakat menjadi sulit dalam menempuh perjalanan ke suatu tempat tujuan, terlebih di daerah asing. Berangkat dari masalah tersebut, muncul keresahan masyarakat yang tidak mengetahui jarak tempat tujuan sehingga sulit untuk berpergian ke mana pun. Namun, dengan hadirnya teknologi yang semakin berkembang, dapat dijadikan solusi praktis untuk masalah tersebut. Teknologi yang dapat dimanfaatkan tersebut dapat disebut dengan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Sistem Informasi Geografis (SIG) juga dapat diterapkan untuk menjadi solusi atas masalah yang berhubungan dengan pemetaan. SIG diimplementasikan dengan memakai informasi berdasarkan pengolahan sejumlah data, yaitu data geografis atau data yang berkaitan dengan posisi obyek di permukaan bumi [2]. Dalam perhitungan jarak, dapat menggunakan algoritma haversine yang menggunakan konsep geometri dalam perhitungannya.

Algoritma haversine merupakan langkah persamaan dalam menghitung jarak antara dua titik dalam sebuah permukaan bola. Dalam sistem navigasi, algoritma ini merupakan persamaan penting, yang di mana akan menghasilkan hasil jarak yang dinilai akurat antara dua titik karena memperhatikan radius permukaan bumi [3]. Pada permukaan bumi, data titik lokasi diambil dari garis bujur (*longitude*) dan garis lintang (*latitude*) [4], [5] yang umumnya koordinat ini diperoleh dari GPS [6], [7].

Penggunaan algoritma haversine pada Sistem Informasi Geografis (SIG) telah diimplementasikan pada penelitian-penelitian sebelumnya dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa studi literatur yang telah dipublikasi, antara lain:

- Aplikasi sebaran titik lokasi suatu tempat [8], dengan memakai Maps API untuk pemetaan suatu tempat.

- Aplikasi pencarian lokasi suatu tempat terdekat [9], tempat terdekat akan muncul di paling atas pada daftar, dan berurut ke bawah sampai pada yang terjauh.
- Aplikasi layanan informasi rute antara dua lokasi [10], informasi terkait rute antara dua lokasi yang dihitung berdasarkan titik koordinat garis bujur dan garis lintang.

Studi-studi tersebut telah menunjukkan penerapan algoritma haversine pada sistem informasi geografis. Namun, tidak banyak yang menjelaskan mengenai keakuratan algoritma haversine dibanding algoritma lain dalam menghitung jarak pada sistem informasi geografis.

Oleh karena itu, dalam artikel ini kami mencoba melakukan tinjauan literatur sistematis dengan menggunakan metode meta-analisis dari penelitian sebelumnya menggunakan algoritma haversine pada sistem informasi geografis. Pembuatan evaluasi yang lebih jelas dan ringkas dengan menggunakan metode meta-analisis dan tinjauan sistematis. Keuntungan dari tinjauan sistematis dapat diperluas lebih lanjut jika terdapat lebih banyak penelitian tentang subyek serupa. Selain itu, tinjauan sistematis dapat membantu para ilmuwan mengungkap faktor lebih cepat, mengurangi bias data, mendefinisikan variabel dengan lebih akurat, menemukan tren yang mungkin terlewatkan oleh peneliti sebelumnya, dan memilih arah topik studi di masa depan [11]. Tinjauan sistematis pula dapat membantu peneliti dalam membandingkan, memperdebatkan, dan memilih dari literatur yang lebih besar tingkat relevansinya untuk mendapatkan hasil yang dapat dipercaya [12].

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjawab empat pertanyaan penelitian atau *research question* (RQ) berikut ini.

- RQ1: Publikasi apa yang menjadi target utama analisis algoritma

haversine pada sistem informasi geografis?

- RQ2: Lingkungan seperti apa yang diamati untuk analisis algoritma haversine pada sistem informasi geografis? Data apa yang digunakan?
- RQ3: Apakah algoritma haversine terbukti akurat daripada algoritma lainnya pada sistem informasi geografis?
- RQ4: Bagaimana kinerja algoritma haversine dalam menyelesaikan masalah pada sistem informasi geografis?

Setelah pertanyaan penelitian ditentukan, menyaring *paper* literatur dan memilih *paper* yang paling relevan, mengolah datanya, maka langkah yang terakhir adalah mensintesis hasilnya. Untuk setiap pertanyaan penelitian, hasilnya disajikan dalam bentuk tabel atau grafik.

Dalam menyaring dan memilih literatur yang paling relevan, kami menggunakan metode PRISMA [13] sebagai strategi pencarian untuk meninjau secara komprehensif dan sistematis dari penelitian sebelumnya terkait algoritma haversine pada sistem informasi geografis. Alat pencarian yang digunakan berupa *software* bernama Harzing's Publis or Perish. Pada mesin pencari literatur ini dipilih sumber data dari Google Scholar dan Crossref dengan mencari judul "Haversine for Nearest" dengan kata kunci "haversine" dan "geographic information system" pada periode tahun 2018 hingga 2020.

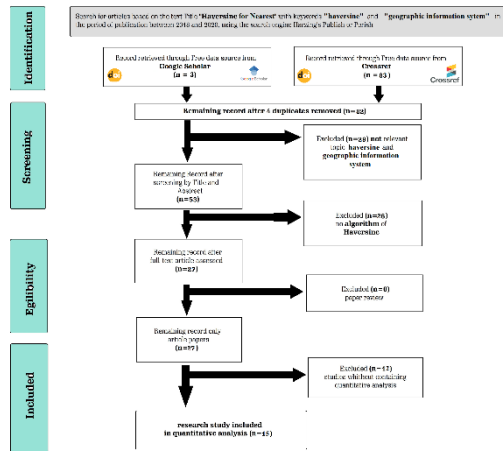
Penelitian yang tidak memakai algoritma haversine dan sistem informasi geografis dihilangkan dari kumpulan artikel yang diperoleh. Setiap artikel dinilai berdasarkan penggunaan basis data algoritma haversine, sistem informasi geografis atau layanan berbasis lokasi, akurasi hasil, dan tahun publikasi. Terdapat sekitar 86 artikel tentang algoritma haversine pada sistem informasi geografis yang dipublikasikan dari tahun 2018 hingga 2020 (Gambar 1). Pencarian literatur dilakukan pada tanggal 23 Oktober 2022 melalui *software* Harzing's Publis or Perish pada dua sumber data terbuka yaitu Google

Scholar dan Crossref dengan konteks judul artikel "Haversine for Nearest" dan kata kunci "haversine" dan "geographic information system", dengan membatasi periode publikasi antara tahun 2018 dan 2020.

Proses pemilihan pencarian literatur pada Gambar 1 dilakukan sesuai dengan konsep PRISMA, penjelasan rinci dipaparkan sebagai berikut.

- 1) *Identification*: pencarian awal diperoleh 3 artikel dari Google Scholar dan 83 artikel dari Crossref. Hasilnya terdapat 86 artikel yang didapatkan dari proses identifikasi ini.
- 2) *Screening*: dari 86 artikel ternyata terdapat 4 artikel yang merupakan duplikasi sehingga diperoleh (n=82). Proses pada tahap ini digunakan aplikasi Microsoft Excel. Selanjutnya, artikel yang tidak relevan yaitu tidak mengandung teks "haversine" atau "sistem informasi geografis" pada bagian abstrak dibuang. Terdapat n=29 yang dihilangkan, sehingga tersisa 53 artikel.
- 3) *Eligibility*: pada tahap ini, teks lengkap artikel diperiksa yang bertujuan untuk menemukan artikel penelitian yang secara konsisten menerapkan algoritma haversine dan mengandung analisis kuantitatif atau nilai akurasi. Sebanyak n=26 artikel dibuang karena tidak terdapat algoritma haversine di dalamnya. Lalu, terdapat n=12 yang tidak mengandung analisis kuantitatif dikeluarkan. Sehingga tersisa n=15 artikel.
- 4) *Included*: artikel tersisa n=15 yang memuat konteks "algoritma haversine" dan atau "sistem informasi geografis", dengan jenis artikel berupa eksperimen atau observasi, bukan *paper review*. Hal ini dikarenakan tinjauan bersifat sistematis dan meta-analisis, bukan tinjauan naratif. Artikel yang terpilih ini akan diolah datanya dan

dijadikan referensi untuk tinjauan literatur sistematis.

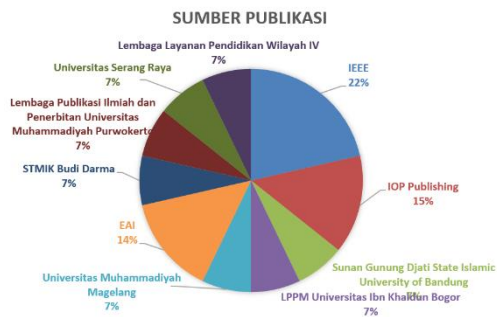


Gambar 1. Diagram alur kerja PRISIMA untuk tinjauan literatur sistematis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencarian studi literatur menggunakan metode PRISMA menghasilkan lima belas artikel yang kemudian dianalisis secara mendalam, yang dapat menjawab empat pertanyaan penelitian (RQ).

Menjawab RQ1, Gambar 2 menunjukkan persentase jumlah artikel pada masing-masing jurnal.



Gambar 1. Sumber publikasi artikel terpilih

Pada grafik tersebut dapat diambil persentase publikasi yang paling banyak memunculkan jurnal yang terpilih. Peringkat pertama yakni IEEE 23% (n=3), kedua IOP Publishing dan EAI 15% (n=2), ketiga Lembaga Publikasi Ilmiah dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Universitas Muhammadiyah

STMIK Budi Darma, Universitas Serang Raya, Universitas Muhammadiyah Magelang, Sunan Gunung Djati State Islamic University of Bandung, LPPM Universitas Ibn Khaldun Bogor, dan Lembaga Layanan Pendidikan Wilayah IV 7% (n=1). Rincian nama-nama jurnal lebih jelas dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Sumber publikasi artikel terpilih

Nama Jurnal	Publikasi	Tahun	Jumlah
CyberneticsCom	IEEE	2019	1
Journal of Physics	IOP Publishing	2020	1
Jurnal Online Informatika	Sunan Gunung Djati State Islamic University of Bandung	2019	1
ICCED	IEEE	2018	1
IES	IEEE	2020	1
IOP Conference Series	IOP Publishing	2020	1
Krea-TIF	LPPM Universitas Ibn Khaldun Bogor	2019	1
Jurnal Komtika	Universitas Muhammadiyah Magelang	2018	1
ICONISTECH	EAI	2020	1
Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKOMSiN)	STMIK Nusantara Surakarta	2020	1
ICONISTECH	EAI	2020	1
Jurnal Media Informatika Budidarma	STMIK Budi Darma	2020	1
JUITA: Jurnal Informatika	LPIP Universitas Muhammadiyah Purwokerto	2019	1
JSiI (Jurnal Sistem Informasi)	Universitas Serang Raya	2019	1
Jurnal Tekno Insentif	LLDIKTI Wilayah IV	2020	1

Untuk menjawab pertanyaan RQ2, kami melihat melalui artikel yang dipilih dan kemudian mencari metadata yang berkaitan dengan lokasi penelitian masing-masing *paper* dan keadaan lingkungan dari cakupan area. Tabel II mencantumkan lokasi,

lingkungan sekitar, dan data yang diambil untuk algoritma haversine pada sistem informasi geografis.

Tabel II. Data dan lingkungan artikel terpilih

Referensi	Lingkungan	Data
[14]	Syah Kuala University (Banda Aceh)	JSON
[15]	Samarinda	Location-Based Service (LBS)
[16]	Tangerang	Website Kementerian Agama
[17]	Sukabumi	LBS
[18]	Surabaya	Data Aktivitas Parkir
[19]	Yogyakarta	Fact-finding
[20]	Bogor	Observasi
[21]	Magelang	Observasi
[22]	Bandung	Observasi, interview, studi literatur, internet
[23]	Gunung Merapi Jalur Selo (Magelang)	Observasi dan Studi Pustaka
[24]	Jawa Barat	Website Kementerian Agama
[25]	Yogyakarta	Observasi, studi literatur, wawancara
[26]	Tasikmalaya	Observasi
[27]	Banten	Studi literatur, wawancara
[28]	Bandung	Location-Based Service (LBS)

Tabel III. Tingkat akurasi tiap algoritma

Algoritma	Referensi	Akurasi								
Haversine	[14], [15], [17], [19], [21], [22], [24], [26], [28]	99	99,89	98	93	90	98	99,62	83	98,66
Euclidean	[15], [24], [28]	99,78	99,58	98,51						
Dijkstra	[23]	93								
Manhattan	[28]	75,98								

Tabel IV. Peran tiap algoritma pada sistem informasi geografis

Referensi	Algoritma	Tugas
[14], [16], [26]	Haversine	Pencarian lokasi tempat terdekat
[15], [24]	Haversine, Euclidean	
[17], [22], [25]	Haversine	Penzonaaan dengan radius tertentu
[18], [19], [20], [21], [27]	Haversine	Persebaran lokasi tempat
[23]	Haversine, Dijkstra	Penentuan rute terpendek
[28]	Haversine, Euclidean, Manhattan	Perhitungan jarak akurat

Dilihat dari Tabel II ternyata sebagian besar penelitian menggunakan observasi dalam pengambilan datanya. Namun, beberapa penelitian menggunakan data yang berasal dari *Location Based Services* (LBS) yang umumnya menggunakan Maps API dan dengan bantuan *Global Positioning System* (GPS) untuk mengambil data koordinat pengguna melalui *smartphone*.

Berdasarkan analisis pada setiap artikel yang memberikan akurasi algoritma perhitungan jarak yang terlihat pada Tabel III, didapat empat algoritma yang paling banyak digunakan untuk perhitungan jarak pada sistem informasi geografis. Terbukti

bahwa algoritma haversine merupakan algoritma penghitung jarak terakurat dengan tingkat akurasi (99,89 persen di [15]), euclidean (99,78 persen di [15]), djikstra (93 persen di [23]), dan manhattan (75,98 persen di [28]).

Meskipun algoritma euclidean bersaing dengan haversine di antara algoritma lain dengan nilai akurasi terbaik kedua, pada kenyataannya, tidak sedikit peneliti yang memilih pendekatan euclidean. Hal ini bisa menjadi perbandingan hasil dari sejumlah situasi permasalahan dan fakta yang berbeda.

Menjawab pertanyaan RQ4, terlihat pada tabel IV, terdapat lima tugas yang dapat

dilakukan oleh tiap algoritma khususnya haversine. Tugas yang dapat dilakukan yaitu pencarian lokasi tempat terdekat [14], [15], [16], [24], [26], penzonaan dengan radius tertentu [17], [22], [25], persebaran lokasi tempat [18], [19], [20], [21], [27], penentuan rute terpendek [23], dan perhitungan jarak terdekat [28].

Tinjauan kami terhadap hasil akurasi tertinggi pada literatur [15], [24], [28], memperlihatkan algoritma haversine sangat baik dalam menghitung jarak, yang kemudian disusul oleh algoritma euclidean. Ketiga literatur tersebut saling membandingkan antara dua algoritma yaitu haversine dan euclidean. Perhitungan algoritma haversine yang menggunakan konsep trigonometri menggambarkan bentuk asli dari bumi itu sendiri yakni, bola. Dengan mengikutsertakan radius permukaan bumi dalam perhitungan, menjadikan hasil perhitungan jarak dari algoritma haversine sangat tepat dan akurat, karena serupa dengan bentuk aslinya. Berikut rumus algoritma haversine pada persamaan (1).

$$\text{haversin}\left(\frac{d}{r}\right) = \text{haversin}(\phi_2 - \phi_1) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \text{haversin}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (1)$$

Ket: r =Jari-jari bumi d =Jarak
 ϕ_1 =Latitude 1 ϕ_2 =Latitude 2
 λ_1 =Longitude 1 λ_2 =Longitude 2

Data yang digunakan dalam perhitungan haversine menggunakan garis bujur (*longitude*) dan garis lintang (*latitude*) yang diperoleh dari GPS (*Global Positioning System*) pada perangkat pengguna. Koordinat pengguna dan koordinat tempat tujuan dijadikan dua titik yang ditarik garis lurus, serta dihitung jaraknya dengan formula haversine dengan memasukkan kemiringan bumi.

Euclidean menjadi algoritma dengan tingkat akurasi hampir mirip dengan haversine. Algoritma ini menggunakan konsep ruang Euklidis dalam menghitung jarak dua titik. Euclidean menggunakan konsep phytagoras dalam menghitung jarak

antara dua titik. Namun, keakuratan dari algoritma ini masih kalah dibanding haversine karena mengabaikan kelengkungan bumi (bola). Berikut rumus algoritma euclidean pada persamaan (2).

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

Ket: x_1 =Latitude 1 x_2 =Latitude 2
 y_1 =Longitude 1 y_2 =Longitude 2
 d =Jarak

Meskipun ketiganya menggunakan berbagai metodologi dan aturan pengamatan masing-masing dengan batasannya sendiri, hingga saat ini, ketiga literatur tersebut menghasilkan hasil terbaik daripada yang lainnya. Namun, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mencapai hasil dengan tingkat keakuratan lebih tinggi, dan cakupan yang lebih luas. Studi selanjutnya kemungkinan akan menyertakan lebih banyak algoritma perhitungan jarak pada sistem informasi geografis sehingga keakuratan dari algoritma haversine maupun algoritma lainnya dapat dibuktikan secara tepat dan lebih terpercaya. Hal ini akan menjadi manfaat bagi penelitian sistem informasi geografis dengan implementasi nyata di masyarakat.

4. KESIMPULAN

Tinjauan literatur sistematis ini telah memberikan analisis kuantitatif dan kualitatif yang sangat diperlukan dalam bidang sistem informasi geografis yang berkembang pesat ini.

Sejak tahun 2018 hingga 2020, lebih dari 86 artikel jurnal dan konferensi telah dikumpulkan, dan tinjauan sistematis ini diperkirakan akan terus berkembang di masa mendatang. Penyaringan dilakukan dan mendapatkan lima belas *paper* penelitian yang dikaji serta ditinjau secara mendalam. Artikel paling banyak muncul pada sumber data terbuka IEEE sebanyak tiga *paper*, disusul oleh IOP Publishing sebanyak dua *paper*.

Algoritma haversine pada sistem informasi geografis adalah bidang penelitian

yang sedang dibutuhkan di era pembangunan yang menjadikan jalanan semakin banyak. Algoritma haversine terbukti akurat dalam menyelesaikan masalah perhitungan jarak antara dua titik karena menyertakan kelengkungan bumi daripada algoritma lainnya. Disusul oleh algoritma euclidean yang memiliki tingkat akurasi tinggi di bawah haversine.

5. SARAN

Tinjauan literatur sistematis ini masih perlu ditingkatkan dalam segi algoritma yang dibandingkan. Algoritma yang dibandingkan dapat lebih diperbanyak untuk menghasilkan bukti akurasi yang kuat. Kemudian, cakupan literatur yang diperoleh dapat diperluas terkait sistem informasi geografis sehingga akan dapat menghasilkan solusi yang nyata bagi permasalahan di masyarakat. Maka dari itu, kami menyarankan untuk penelitian selanjutnya dapat lebih baik dan memperbaiki kekurangan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartanti, D., Lubis, H., dan Handayani, D., “Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Pendataan Infrastruktur Jalan Berbasis Android (Studi Kasus: Kota Bekasi)”, *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, vol. 11, no. 2, hal. 148-163, 2018, doi: 10.33322/petir.v11i2.346.
- [2] Kurniawan, K. dan Antoni, D., “Visualisasi Data Penduduk Dalam Membangun E-government Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)”, *Jurnal SISFOKOM: Sistem Informasi dan Komputer*, vol. 9, no. 3, hal. 310-316, 2020, doi: 10.32736/sisfokom.v9i3.828.
- [3] Fauzi, A., Fernando, F., dan Raharjo, M., “Penerapan Metode Haversine Formula Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Tempat Tambal Ban Kendaraan Bermotor Berbasis Mobile Android”, *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. 4, no. 2, hal. 56-63, 2018, doi: 10.31294/jtk.v4i2.3512.
- [4] Nugroho, A., Jumardi, R., dan Ramadhania, N. F., “Penerapan Metode Haversine Formula Untuk Penentuan Titik Kumpul pada Aplikasi Tanggap Bencana”, *Jurnal METIK*, vol. 4, no. 2, hal. 70-75, 2020, doi: 10.47002/metik.v4i2.190.
- [5] Mahatmi, M. F., Hasanuddin, T., dan Umar, F., “Implementasi Metode Haversine Formula untuk Menentukan Jarak Terdekat pada Pengantaran Air Galon Depot Anantama Berbasis Android”, *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 3, no. 1, hal. 69-78, 2022, doi: 10.33096/busiti.v3i1.1098.
- [6] Purnawan, S. I., Marisa, F., dan Wijaya, I. D., “Aplikasi Pencarian Pariwisata Dan Tempat Oleh-Oleh Terdekat Menggunakan Metode Haversine Berbasis Android”, *JIMP: Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 3, no. 2, hal. 10-16, 2018, doi: 10.37438/jimp.v3i2.166.
- [7] Prihantoro, D. D. dan Wahyuddin M. I., “Implementasi Algoritma Haversine Formula dan Location Based Service Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Bird Contest Berbasis Android”, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 6, no. 1, hal. 663-671, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3546.
- [8] Jatnika, H., Rifai, M. F., Purwanto, Y. S., dan Sitohang J. H., “Implementasi Metode Haversine Formula Pada Aplikasi Android Untuk Menentukan Zona Titik Pencarian Ikan: Studi Kasus Nelayan Kabupaten Indramayu”, *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, vol. 13, no. 2, hal. 168-

- 179, 2020, doi:
10.33322/petir.v13i2.1045.
- [9] Hidayat, D. K. dan Harjanta, A. T. J., “Rancang Bangun Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Sig) Pencarian Masjid Terdekat Berbasis Android Di Kota Semarang Dengan Metode Geolocation Dan Haversine Formula”, *Transformatika*, vol. 17, no. 1, hal. 34-40, 2019, doi: 10.26623/transformatika.v17i1.1253.
- [10] Kartika, S., Suendri, dan Putri, R. A., “Sistem Pencarian Lokasi Dan Rute Terdekat Menggunakan Metode Haversine Formula Pada Aplikasi Donatur Pakaian Berbasis Android”, *Al Ulum: Sains dan Teknologi*, vol. 7, no. 1, hal. 14-20, 2021, doi: 10.31602/ajst.v7i1.5678.
- [11] Suharso, A., Hendiyeni, Y., Tarigan, S. D., dan Arkeman, Y., “The Role of Machine Learning in Remote Sensing for Agriculture Drought Monitoring: A Systematic Review”, *IJACSA: International Journal of Advanced Computer Science dan Applications*, vol. 13, no. 12, hal. 764-771, 2022, doi: 10.14569/IJACSA.2022.0131290.
- [12] O’Hagan, E. C., Matalon, S., dan Riesenber, L. A., “Systematic Reviews of The Literature: A Better Way of Addressing Basic Science Controversies”, *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, vol. 314, hal. L439-L442, 2018, doi: 10.1152/ajplung.00544.2017.
- [13] Page, M. J. dkk., “The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline For Reporting Systematic Reviews”, *BMJ*, vol. 372, 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.
- [14] Saputra, K., Nazaruddin, Yunardi, D. H., dan Andriyani, R., “Implementation of Haversine Formula on Location Based Mobile Application in Syiah Kuala University”, *2019 IEEE International Conference on Cybernetics dan Computational Intelligence (IEEE CYBERNETICSCOM)*, 2019, doi: 10.1109/cyberneticscom.2019.8875686.
- [15] Maria, E., Budiman, E., Haviluddin, dan Taruk, M., “Measure distance locating nearest public facilities using Haversine dan Euclidean Methods”, *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1450/1/012080.
- [16] Setyorini, I., dan Ramayanti, D., “Finding Nearest Mosque Using Haversine Formula on Android Platform”, *JOIN: Jurnal Online Informatika*, vol. 4, no. 1, hal. 57-62, 2019, doi: 10.15575/join.v4i1.267.
- [17] Suryana, A., Reynaldi, F., Pratama, F., Ginanjar, G., Indriansyah, I., dan Hasman, D., “Implementation Of Haversine Formula On The Limitation Of E-Voting Radius Based On Android”, *2018 4th International Conference on Computing, Engineering, dan Design (ICCED)*, 2018, doi: 10.1109/icced.2018.00050.
- [18] Safitri, R. R., Pratiarso, A., dan Zainudin, A., “Mobile-based Smart Parking Reservation System with Rate Display Occupancy Using Heuristic Algorithm dan Haversine Formula”, *2020 International Electronics Symposium (IES)*, 2020, doi: 10.1109/ies50839.2020.9231654.
- [19] Lee, G. T. S., Arisandi, D., dan Wasino, “Travel App - showing nearest tourism site using Haversine formula dan directions with Google Maps”, *IOP Conf. Series: Materials Science dan Engineering*, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012161.
- [20] Ikhsan, S. H. A., Fatimah, F., dan Irawan, R. S., “Aplikasi Android Sebaran Lokasi UMKM di Kota

Bogor Dengan Formula Haversine”, *KREA-TIF: Jurnal Teknik Informatika*, vol. 7, no. 2, hal. 88-102, 2019, doi: 10.32832/kreatif.v7i2.2654.

pada Aplikasi Layanan Perbaikan Kendaraan Berbasis Location Based Service”, *JUITA: Jurnal Informatika*, vol. 7, no. 2, hal. 81-92, 2019, doi: 10.30595/juita.v7i2.4141.

- [21] Dewantara, H., Hanafi, M., dan Nugraha, S., “Aplikasi Pencari Tambal Ban Area Magelang Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Haversine”, *Jurnal Komtika – Komputasi dan Informatika*, vol. 2, no. 1, hal. 38-48, 2018, doi: 10.31603/komtika.v2i1.2111.
- [22] Syaripudin, U., Fauzi, N. A., Uriawan, W., “Haversine Formula Implementation to Determine Bandung City School Zoning Using Android Based Location Based Service”, *ICONISTECH 2019*, 2019, doi: 10.4108/eai.11-7-2019.2303558.
- [23] Sumaryo, R. Y., Harsadi, P., dan Nugroho, D., “Implementasi Algoritma Dijkstra Dan Metode Haversine Pada Penentuan Jalur Terpendek Pendakian Gunung Merapi Jalur Selo Berbasis Android” *Electr. – J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 3, no. 1, hal. 164–173, 2016, doi: 10.30646/tikomsin.v8i1.483.
- [24] Ramdania, D. R., Andrian, R., Irfan, M., dan Abidin, R. Z., “On Designing Application of Finding Nearby Islamic Boarding Schools in West Java using Haversine Formula dan Euclidean Distance Algorithms”, *ICONISTECH 2019*, 2019, doi: 10.4108/eai.11-7-2019.2297517.
- [25] Winoto, S., Fadlil, A., dan Umar, R., “Penerapan Haversine Formula Pada Penerimaan Peserta Didik Baru Jalur Zonasi”, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 1, hal. 103–109, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1573.
- [26] Abdillah, A. M., Rianto, dan Kurniati, N. I., “Penerapan Metode Haversine
- [27] Malik, D., dan Rosalina, V., “Sistem Pemesanan Makanan tradisional Berbasis Android menggunakan Metode Haversine Formula”, *JSiI: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, hal. 12–19, 2019, doi: 10.30656/jsii.v6i1.1079.
- [28] Miftahuddin, Y., Umaroh, S., dan Karim, F. R., “Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, dan Manhattan dalam Penentuan Posisi Karyawan (Studi Kasus : Institut Teknologi Nasional Bandung)”, *Jurnal Tekno Insentif*, vol. 14, no. 2, hal. 69–77, 2020, doi: 10.36787/jti.v14i2.270.