

Analisis Perbandingan Formula Haversine dan Formula Vincenty dalam Perhitungan Jarak Destinasi Wisata Kabupaten Pacitan

Moh. Fauzi^{1*}, Bambang Purnomosidi Dwi Putranto²

^{1,2}Magister Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Digital Indonesia

*Email: ¹student.mfauzi23@mti.utdi.ac.id, ²bpdp@utdi.ac.id

Abstrak

Dalam perkembangan teknologi informasi geografis, khususnya dalam bidang pariwisata, penentuan jarak secara akurat antara dua titik koordinat menjadi hal yang sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat akurasi dan efisiensi waktu komputasi antara Formula Haversine dan Formula Vincenty. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan pengujian perhitungan jarak antara lokasi pengguna dengan 15 destinasi wisata di Kabupaten Pacitan menggunakan Formula Haversine dan Formula Vincenty. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan selisih rata-rata hanya 23,4 meter. Namun, dari segi kinerja komputasi, Formula Haversine terbukti lebih unggul dengan waktu pemrosesan yang hampir tiga kali lebih cepat dibandingkan Formula Vincenty. Temuan ini mengindikasikan bahwa Formula Haversine merupakan pilihan yang lebih optimal untuk implementasi sistem penentuan jarak destinasi wisata yang membutuhkan komputasi real-time atau pemrosesan data dalam skala besar.

Kata kunci: Destinasi Wisata, Formula Haversine, Formula Vincenty

Abstract

In the development of geographic information technology, particularly in the tourism sector, accurate distance determination between two coordinate points has become very important. This research aims to compare the accuracy level and computational time efficiency between the Haversine Formula and Vincenty Formula. The method used is by testing distance calculations between user location and 15 tourist destinations in Pacitan Regency using both formulas. The test results show that both methods have high accuracy levels with an average difference of only 23.4 meters. However, in terms of computational performance, the Haversine Formula proves to be superior with processing times nearly three times faster than the Vincenty Formula. These findings indicate that the Haversine Formula is a more optimal choice for implementing tourist destination distance determination systems that require real-time computation or large-scale data processing.

Keywords: Tourist Destinations, Haversine Formula, Vincenty Formula

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mengubah cara masyarakat dalam mengakses informasi pariwisata. Kabupaten Pacitan, yang terletak di Provinsi Jawa Timur, menawarkan beragam potensi wisata yang menarik, seperti pantai, goa, dan pegunungan. Dengan berbagai potensi tersebut, Kabupaten Pacitan memposisikan dirinya sebagai "Pacitan Paradise of Java," sebuah identitas unik yang menggambarkan keindahan alamnya (Septian Poerdiarti and Herru Prasetya Widodo, 2019). Namun, untuk mendukung citra tersebut, diperlukan strategi pengelolaan informasi yang memadai guna meningkatkan daya saing pariwisata.

Sayangnya, keberagaman wisata yang menarik di Pacitan tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan informasi yang memadai (Putra, Fu'adi and Yuniarti, 2024). Meskipun teknologi informasi sangat penting untuk mempermudah akses data dan mendukung pengelolaan pariwisata, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pengunjung sering kali harus mencari informasi secara manual. Hal ini mengakibatkan banyak destinasi wisata yang belum dikenal luas sebagai pilihan kunjungan, sehingga potensi wisata Pacitan belum dimanfaatkan secara maksimal.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem informasi geografis yang komprehensif untuk membantu wisatawan mengeksplorasi destinasi secara efisien. Sistem ini dapat

digunakan untuk menghitung dan memvisualisasikan jarak antara berbagai objek wisata, yang pada akhirnya mempermudah perencanaan perjalanan. Informasi geografis yang akurat tidak hanya memberikan gambaran jarak, tetapi juga membantu wisatawan mengoptimalkan waktu kunjungan dan menemukan alternatif destinasi lainnya. Oleh karena itu, metode perhitungan jarak yang tepat sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan sistem informasi pariwisata yang andal.

Dua algoritma utama yang sering digunakan untuk perhitungan jarak geografis adalah metode Vincenty dan Haversine. Metode Haversine populer karena kemudahan penggunaannya, dengan asumsi bahwa bumi berbentuk bulat sempurna. Namun, metode Vincenty lebih unggul dalam hal akurasi karena memperhitungkan bentuk ellipsoid bumi. Keunggulan ini membuat Vincenty menjadi pilihan utama untuk aplikasi yang membutuhkan tingkat presisi tinggi (Windarni and Setiawan, 2022).

Meskipun formulasi berdasarkan asumsi bahwa bumi berbentuk bulat lebih sederhana dan cepat dihitung, formulasi tersebut sering kali tidak cukup akurat untuk kebutuhan tertentu. Sebaliknya, metode Vincenty dengan pendekatan ellipsoid memberikan hasil perhitungan jarak geodesik yang lebih tepat. Hal ini relevan dalam konteks pengembangan sistem pencarian lokasi wisata, di mana akurasi menjadi faktor penting untuk meningkatkan pengalaman pengguna (Esenbuga, 2016; Hidayati and Mutiah, 2022).

Membandingkan kedua metode tersebut menunjukkan bahwa selisih hasil perhitungan menggunakan Haversine dan Vincenty memiliki deviasi yang kecil, yaitu sekitar 0,6% untuk jarak antara koordinat tertentu. Deviasi ini muncul karena perbedaan asumsi mendasar mengenai bentuk bumi yang digunakan oleh masing-masing metode. Metode Haversine lebih cocok untuk perhitungan sederhana, sedangkan Vincenty menawarkan akurasi lebih tinggi dalam penghitungan jarak geodesik (Japara, Arifin, and Irwansyah, 2023).

Berdasarkan pemaparan di atas, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan metode perhitungan jarak geografis yang paling optimal dalam sistem pencarian lokasi wisata di Pacitan. Penelitian

ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode yang dapat diterapkan secara efektif, sehingga mendukung pengembangan sistem informasi wisata yang mampu meningkatkan daya tarik dan aksesibilitas destinasi di Kabupaten Pacitan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu yang menggunakan Formula Haversine dan Vincenty. Seperti penelitian Kurnia Saputra, Nazaruddin, Dalila Husna Yunardi, dan Renny Andriyani dengan judul *"Implementation of Haversine Formula on Location Based Mobile Application in Syiah Kuala University"* berhasil mengembangkan aplikasi Android "Peta Bimbingan Unsyiah" yang memanfaatkan Formula Haversine untuk menghitung jarak antara gedung di lingkungan Universitas Syiah Kuala. Aplikasi ini dinilai sangat baik dengan skor usability 84.36 (Saputra *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan potensi praktis menggunakan Formula Haversine dalam mengembangkan sistem informasi berbasis lokasi.

Penelitian Rahmi Hidayati dan Nurul Mutiah dengan judul *"Penerapan Metode Haversine Formula Pada Pencarian Lokasi Fasilitas Kesehatan Terdekat"* ini mengembangkan aplikasi mobile untuk membantu pengguna di Pontianak menemukan fasilitas kesehatan terdekat dengan menghitung jarak terpendek. Uji coba antarmuka menunjukkan skor sangat baik dari responden dengan persentase 82.38% (Hidayati and Mutiah, 2022).

Penelitian Vikky Aprelia Windarni dan Adi Setiawan dengan judul *"Comparative Analysis of Vincenty And Geodesic Method Approaches In Measuring The Distance Between Subdistrict Offices In Salatiga City (2022)"* ini menunjukkan bahwa metode Geodesic lebih akurat dibandingkan Vincenty, dengan persentase 99,58% berbanding 99,48% dalam menganalisis perbandingan perhitungan jarak kantor kecamatan di Kota Salatiga (Windarni and Setiawan, 2022). Hasil ini didasarkan pada dataset terbatas, sehingga penelitian lanjutan dengan dataset lebih besar diperlukan untuk mengonfirmasi validitasnya.

Terakhir, penelitian Elmer Matthew Japara, Samsul Arifin, dan Edy Irwansyah dengan judul *"Geolocation System Module*

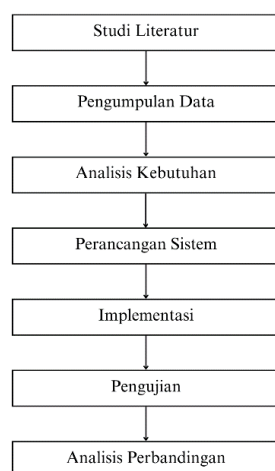
Creation to Validate User Location Coordinates in an Android Application Using Flutter Framework” ini melakukan kajian komprehensif dengan menggunakan metode Haversine dan Vincenty untuk mengembangkan modul geolokasi. Studi ini berhasil memvalidasi koordinat pengguna dalam aplikasi Android dengan mencapai tingkat akurasi yang signifikan dan responsivitas yang optimal. (Japara, Arifin and Irwansyah, 2023). Meskipun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan aspek tertentu seperti desain antarmuka pengguna dan pengalaman pengguna.

Hasil dari penelitian-penelitian terdahulu memberikan landasan yang kuat untuk dilakukannya analisis komparatif mendalam antara Formula Haversine dan Formula Vincenty, yang hingga saat ini belum banyak dibandingkan dalam konteks pariwisata, khususnya untuk menentukan lokasi wisata terdekat. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada perbandingan komprehensif kedua metode dari segi akurasi dan efisiensi waktu komputasi dalam pencarian lokasi wisata terdekat di Kabupaten Pacitan.

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian kuantitatif ini memiliki Tujuh tahapan (lihat Gambar 1) yang bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan penggunaan metode formula Haversine dan formula Vincenty dalam perhitungan jarak destinasi wisata di Kabupaten Pacitan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur: Mengumpulkan informasi dan referensi terkait metode perhitungan jarak, yakni Formula Haversine dan Formula Vincenty.
2. Pengumpulan Data: Pengumpulan data koordinat geografis dari destinasi wisata di Kabupaten Pacitan, yang diperoleh dari sumber data seperti Google Maps.
3. Analisis Kebutuhan: Menentukan parameter-parameter yang akan digunakan dalam perhitungan jarak menggunakan Formula Haversine dan Formula Vincenty.
4. Perancangan Sistem: Perancangan algoritma dan sistem dalam menghitung jarak destinasi wisata menggunakan Formula Haversine dan Formula Vincenty.
5. Implementasi: Algoritma perhitungan jarak dengan Formula Haversine dan Formula Vincenty diimplementasikan dalam bahasa pemrograman, seperti Dart.
6. Pengujian: Pengujian dan analisis komparatif terhadap hasil perhitungan jarak menggunakan kedua formula, mencakup aspek akurasi, dan efisiensi waktu.
7. Analisis Perbandingan: Analisis perbandingan antara Formula Haversine dan Formula Vincenty dalam konteks aplikasi perhitungan jarak destinasi wisata di Kabupaten Pacitan.

3.2 Formula Haversine

Formula Haversine digunakan dalam menghitung jarak antara dua titik berdasarkan panjang garis lurus antara dua titik pada garis bujur dan garis lintang (lihat Gambar 2) (Putra, Sujiani and Safriadi, 2015).



Gambar 2. Formula Haversine

Persamaan Formula Haversine dapat dilihat sebagai berikut.

$$\Delta lat = lat2 - lat1 \quad (1)$$

$$\Delta long = long2 - long \quad (2)$$

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (3)$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \quad (4)$$

$$d = R \cdot c \quad (5)$$

Keterangan:

Δlat = perubahan lintang antara dua titik

$\Delta long$ = perubahan bujur antara dua titik

c = sudut pusat antar titik (radian)

d = jarak (km)

R = radius bumi (6,371km)

3.3 Formula Vincenty

Formula yang dikembangkan oleh Thaddeus Vincenty merupakan metode berulang yang digunakan dalam Geodesi untuk menghitung jarak antara dua titik pada permukaan Ellipsoid (Esenbuga, 2016). Bumi dengan bentuk Ellipsoid memiliki jarak yang tidak sama antara jarak dari pusat Bumi ke ekuator dengan jarak dari pusat Bumi ke kutub. Jarak pusat Bumi ke ekuator sedikit lebih besar daripada jarak pusat bumi ke kutub (Ellipsoid *et al.*, 2024). Pada awal pengoperasian rumus Vincenty, nilai λ harus dicari dengan estimasi nilai sinus dan cosinus delta terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\sin \sigma = \sqrt{(\cos U_2 \sin \lambda)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos \lambda)^2} \quad (6)$$

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos \lambda \quad (7)$$

$$\sigma = \arctan \frac{\sin \sigma}{\cos \sigma} \quad (8)$$

$$\sin \alpha = \frac{\cos U_1 \cos U_2 \sin \lambda}{\sin \sigma} \quad (9)$$

$$\cos(2\sigma_m) = \cos \sigma - \frac{2 \sin U_1 \sin U_2}{\cos^2 \sigma} \quad (10)$$

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \cos^2 \alpha)] \quad (11)$$

$$\lambda = L(1 + C) f \sin \alpha \{ \alpha + C \sin \sigma [\cos(2\sigma_m) + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m))] \} \quad (12)$$

Ketika λ telah menyatu ke tingkat akurasi yang diinginkan (10^{-12} setara dengan sekitar 0,06 mm), evaluasi hal berikut.

$$u^2 = \cos^2 \alpha \frac{(a^2 - b^2)}{b^2} \quad (13)$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384} \{ 4096 + u^2(-768 + u^2(320 - 175u^2)) \} \quad (14)$$

$$B = \left(\frac{u^2}{16384} \right) \{ 256 + u^2(-128 + u^2(74 - 47u^2)) \} \quad (15)$$

$$\Delta \sigma = B \sin \sigma \left\{ \cos(2\sigma_m) + \frac{1}{4} B [\cos \sigma (-1 + 2 \cos^2(2\sigma_m)) - \frac{b}{a} \cos(2\sigma_m)(-3 + 4 \sin^2 \sigma)] \right\} \quad (16)$$

$$s = bA(\sigma - \Delta \sigma) \quad (17)$$

Keterangan:

a = ukuran radius Bumi (6378137 meter)

b = $(1-f) a$: ukuran radius kutub bumi (6356752.314245 meters),

f = ellipsoid bentuk bumi (1/298,25722356)

U_1 = $\arctan((1-f) \tan \Phi_1)$,

U_2 = $\arctan((1-f) \tan \Phi_2)$,

L = $L_2 - L_1$: Selisih bujur antara dua titik,

$\lambda_1 \lambda_2$ = Garis bujur pada titik-titik,

$\alpha_1 \alpha_2$ = Azimut geodesi,

α = Azimut di garis khatulistiwa,

S = jarak antara kedua titik (meter),

σ = Panjang busur antara titik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi yang dipilih dari pengumpulan data pada penelitian ini adalah data wisata yang ada di Kabupaten Pacitan berupa titik koordinat berdasarkan garis lintang (longitude) dan garis bujur (latitude) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Destinasi Wisata Kabupaten Pacitan

| No | Nama Destinasi Wisata | Kategori | Latitude | Longitude |
|----|--------------------------------|------------|------------|-------------|
| 1 | Pantai Klayar | Pantai | -8.2237071 | 110.9474638 |
| 2 | Sungai Maron | Sungai | -8.204337 | 110.955029 |
| 3 | Senthono Gentong | Hutan | -8.218637 | 111.067026 |
| 4 | Goa Grog | Goa | -8.164797 | 110.980162 |
| 5 | Banyu Anget | Hutan | -8.091044 | 111.130573 |
| 6 | Goa Tabuhan | Goa | -8.125593 | 110.983472 |
| 7 | Pantai Srau | Pantai | -8.205254 | 110.994891 |
| 8 | Monumen Jendral Sudirman | Sejarah | -7.939069 | 111.1802088 |
| 9 | Beiji Park | Hutan | -8.205896 | 111.061542 |
| 10 | Museum dan Galeri Seni SBY*ANI | Sejarah | -8.209592 | 111.093443 |
| 11 | Curug Gringsing | Air Terjun | -8.020064 | 111.325331 |
| 12 | Masjid Agung Darul Fallah | Religi | -8.194325 | 111.101543 |
| 13 | Masjid Apung | Religi | -8.229762 | 111.103667 |
| 14 | Kali Cokel | Sungai | -8.237997 | 110.983934 |
| 15 | Grojo Dhuwur | Air Terjun | -8.211654 | 111.023743 |

Pengujian dilakukan pada 15 destinasi wisata yang ada di Kabupaten Pacitan dengan menggunakan metode Haversine dan metode Vincenty. Langkah pertama adalah menentukan titik awal yang menjadi acuan untuk menghitung jarak dari lokasi pengguna ke destinasi wisata. Dalam penelitian ini, titik awal yang digunakan berada di daerah Alun-alun Kabupaten Pacitan dengan koordinat lintang -8.1944018 dan bujur 111.1041761. Dari pengujian ini, akurasi yang dihasilkan menggunakan metode Haversine dan Vincenty dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil akurasi perhitungan jarak metode Haversine dan metode Vincenty

| No | Nama Destinasi Wisata | Jarak (meter) | | Selisih (meter) |
|-----------|--------------------------------|---------------|----------|-----------------|
| | | Haversine | Vincenty | |
| 1 | Masjid Agung Darul Fallah | 291 | 291 | 0 |
| 2 | Museum dan Galeri Seni SBY*ANI | 2061 | 2054 | 7 |
| 3 | Masjid Apung | 3931 | 3910 | 21 |
| 4 | Beiji Park | 4864 | 4867 | 3 |
| 5 | Senthono Gentong | 4897 | 4893 | 4 |
| 6 | Grojo Dhuwur | 9058 | 9066 | 8 |
| 7 | Banyu Anget | 11855 | 11796 | 59 |
| 8 | Pantai Srau | 13536 | 13534 | 2 |
| 9 | Goa Grog | 14042 | 14053 | 11 |
| 10 | Kali Cokel | 14093 | 14099 | 6 |
| 11 | Goa Tabuhan | 15333 | 15326 | 7 |
| 12 | Sungai Maron | 16453 | 16472 | 19 |
| 13 | Pantai Klayar | 17553 | 17570 | 17 |
| 14 | Monumen Jendral Sudirman | 29601 | 29457 | 144 |
| 15 | Curug Gringsing | 31121 | 31078 | 43 |
| Rata-rata | | | | 23.4 |

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan jarak menggunakan metode Haversine dan metode Vincenty menunjukkan selisih yang relatif kecil untuk sebagian besar destinasi wisata di Kabupaten Pacitan. Selisih jarak terbesar terjadi pada Monumen Jenderal Sudirman, dengan nilai selisih sebesar 144 meter, sedangkan selisih terkecil adalah 0 meter pada Masjid Agung Darul Fallah. Rata-rata selisih jarak akurasi antara kedua metode ini sebesar 23.4 meter, yang menunjukkan bahwa metode Haversine dan metode Vincenty memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam menghitung jarak antar lokasi.

Tabel 3. Hasil waktu rata-rata perhitungan jarak metode Haversine dan metode Vincenty

| No | Nama Destinasi Wisata | Waktu(μs) | | Performance Ratio (s) |
|-----------|--------------------------------|-----------|----------|-----------------------|
| | | Haversine | Vincenty | |
| 1 | Masjid Agung Darul Fallah | 0.51 | 1.31 | 2.57 |
| 2 | Museum dan Galeri Seni SBY*ANI | 0.51 | 1.37 | 2.69 |
| 3 | Masjid Apung | 0.62 | 3.49 | 5.63 |
| 4 | Beji Park | 0.55 | 1.37 | 2.49 |
| 5 | Senihono Gentong | 0.54 | 1.87 | 3.46 |
| 6 | Grojog Dhuwur | 0.56 | 3.11 | 5.55 |
| 7 | Banyu Anget | 0.51 | 1.38 | 2.71 |
| 8 | Pantai Srau | 0.54 | 1.45 | 2.69 |
| 9 | Goa Gong | 1.08 | 1.28 | 1.19 |
| 10 | Kali Cokel | 0.90 | 1.27 | 1.41 |
| 11 | Goa Tabuhan | 1.05 | 1.38 | 1.31 |
| 12 | Sungai Maron | 0.56 | 1.68 | 3.00 |
| 13 | Pantai Klayar | 0.58 | 1.40 | 2.41 |
| 14 | Monumen Jendral Sudirman | 0.56 | 2.30 | 4.11 |
| 15 | Curug Gringsing | 0.69 | 1.31 | 1.90 |
| Rata-rata | | | | 2.87 |

Kemudian Tabel 3 menunjukkan hasil waktu rata-rata perhitungan jarak menggunakan metode Haversine dan metode Vincenty. Dari destinasi wisata yang dianalisis, bahwa metode Haversine secara konsisten menghasilkan waktu perhitungan yang lebih cepat dibandingkan metode Vincenty. Waktu perhitungan metode Haversine berkisar antara 0,31 detik hingga 1,08 detik, dengan lokasi Goa Gong memiliki waktu perhitungan terlama yaitu 1,08 detik. Sedangkan, metode Vincenty menunjukkan waktu perhitungan yang lebih lama, dengan rentang waktu antara 1,27 detik hingga 3,49 detik. Waktu perhitungan terlama menggunakan metode Vincenty tercatat pada Masjid Agung dengan 3,49 detik. Performance ratio, rata-rata perbandingan kedua metode adalah 2,87 detik, yang menunjukkan bahwa metode Vincenty membutuhkan waktu hampir tiga kali lebih lama dibandingkan metode Haversine dalam melakukan perhitungan jarak antar lokasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perbandingan perhitungan jarak antara lokasi pengguna dan 15 destinasi wisata di Kabupaten Pacitan menggunakan metode Haversine dan metode

Vincenty menunjukkan bahwa kedua metode ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata selisih jarak sebesar 23,4 meter. Rata-rata perbandingan waktu atau performance ratio antara kedua metode adalah 2,87 detik, yang menunjukkan bahwa metode Vincenty memerlukan waktu hampir tiga kali lebih lama dibandingkan metode Haversine untuk menyelesaikan perhitungan jarak. Dari segi efisiensi waktu komputasi, metode Haversine menunjukkan keunggulan dengan waktu perhitungan yang lebih cepat dibandingkan metode Vincenty. Hal ini menunjukkan bahwa metode Haversine tidak hanya memberikan hasil yang akurat, tetapi juga lebih efisien untuk diterapkan dalam skenario yang membutuhkan komputasi real-time atau pemrosesan dalam jumlah besar.

Saran untuk penelitian berikutnya agar melakukan pengembangan lebih lanjut dengan memperluas cakupan pengujian, misalnya dengan pengujian dengan menggunakan metode yang berbeda sebagai pembandingan untuk mengetahui metode tersebut dengan tingkat perhitungan jarak yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Ellipsoid, D. *et al.* (2024) ‘Interdisciplinary Explorations in Research Akurasi Setting Out Arah Kiblat Metode Bidang Bola’, 2, pp. 280–300.

Esenbuga, O.G. (2016) ‘Comparison of Principal Geodetic Distance Calculation Methods for Automated Province Assignment in Turkey’, *16th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM2016, Informatics, Geo informatics and Remote Sensing*, 2(June).

Hidayati, R. and Mutiah, N. (2022) ‘Penerapan Metode Haversine Formula Pada Pencarian Lokasi Fasilitas Kesehatan Terdekat’, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), p. 278.

Japara, E.M., Arifin, S. and Irwansyah, E. (2023) ‘Geolocation System Module Creation to Validate User Location Coordinates in an Android Application Using Flutter Framework’, *Journal of Computer Science*, 19(8), pp. 1050–1064.

Li, J. and Wu, H. (2024) ‘The Loran-C Pseudorange Positioning and Timing Algorithm Based on the Vincenty Formula’, *Remote Sensing*, 16(17), p.

3227.

- Putra, B.J.M., Fu'adi, A. and Yuniarti, D.A.F. (2024) 'SIPARI: Sistem Informasi Pariwisata Kabupaten Pacitan Berbasis Web Berdasarkan Analisis System Usability Scale', *Techno.Com*, 23(1), pp. 163–175.
- Putra, R.H.D., Sujiani, H. and Safriadi, N. (2015) 'Penerapan Metode Haversine Formula Pada Sistem Informasi Geografis Pengukuran Luas Tanah', *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, 1(1), pp. 1–6.
- Saputra, K. *et al.* (2019) 'Implementation of haversine formula on location based mobile application in syiah kuala university', *Proceedings: CYBERNETICSCOM 2019 - 2019 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence: Towards a Smart and Human-Centered Cyber World*, (August), pp. 40–45.
- Septian Poerdiarti and Herru Prasetya Widodo (2019) 'Strategi Branding Pacitan Paradise of Java Dalam Membangun Sektor Pariwisata Di Kabupaten Pacitan', *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 8(1), p. 20.
- Septiana, Y., Tresnawati, D. and Nurohmah, N.F. (2023) 'Rancang Bangun Aplikasi Layanan Informasi dan Pemesanan Tiket pada Objek Wisata Situ Bagendit Berbasis Mobile', *Jurnal Algoritma*, 20(2), pp. 376–385.
- Windarni, V.A. and Setiawan, A. (2022) 'Comparative Analysis of Vincenty and Geodesic Method Approaches in Measuring the Distance Between Subdistrict Offices in Salatiga City', *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 16(4), pp. 1207–1220.