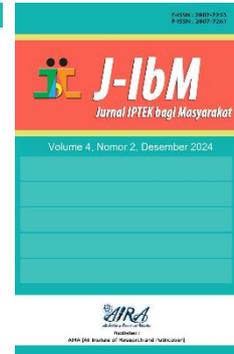


Web-Based Land Sale Location Mapping Using the Haversine Method to Improve Information Access for the Community

Pemetaan Lokasi Tanah Dijual Berbasis Web Menggunakan Metode Haversine untuk Meningkatkan Akses Informasi bagi Masyarakat



Relita Theresia^{1,*}, Muhammad Dedi Irawan², Adnan Buyung Nasution³

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara; Medan; Indonesia;

E-mail: ¹relithateresia@gmail.com*, ²muhammadediirawan@uinsu.ac.id,
³adnanbuyungnasution@uinsu.ac.id

*Koresponden | <https://journal.aira.or.id/J-IBM> | <https://doi.org/10.55537/jibm.v4i2.1002>

Abstract: The development of information technology, particularly Geographic Information Systems (GIS), provides ease in visualizing geographic data for various purposes, including mapping strategic locations. In this study, researchers faced challenges in providing accurate information regarding location, distance, and the surrounding environment of land plots to potential buyers. Traditional marketing systems, which still rely on catalog books, have proven to have many shortcomings, such as incomplete data and limited appeal to consumers. This study offers a solution in the form of a web-based application utilizing GIS to assist the community, particularly potential buyers, in finding strategically located land plots. The Haversine method is applied to calculate the distance between the user's location and input preferences, such as proximity to public facilities or main roads. The objective of this research is to develop a modern system that can replace the function of traditional catalog books, making the process of finding land plots faster, more efficient, and tailored to user needs. The results of the study indicate that the developed application is capable of providing accurate recommendations for land plot locations, as well as increasing satisfaction and trust among potential buyers in the information provided.

Keywords: Haversine Algorithm, Geographic Technology, Plot of Land.

Abstrak: Perkembangan teknologi informasi, khususnya Sistem Informasi Geografis (SIG), memberikan kemudahan dalam visualisasi data geografis untuk berbagai keperluan, termasuk pemetaan lokasi strategis. Pada objek penelitian, peneliti menghadapi kendala dalam menyediakan informasi akurat terkait lokasi, jarak, dan lingkungan tanah kavling kepada calon pembeli. Sistem pemasaran tradisional, yang masih bergantung pada buku katalog, terbukti memiliki banyak kekurangan, seperti data yang tidak lengkap dan kurang menarik bagi konsumen. Penelitian ini menawarkan solusi berupa pengembangan aplikasi berbasis web yang menggunakan SIG untuk membantu masyarakat, khususnya calon pembeli, menemukan lokasi tanah kavling strategis. Metode Haversine diterapkan untuk menghitung jarak antara lokasi pengguna dengan preferensi yang diinput, seperti kedekatan dengan fasilitas umum atau jalan protokol. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan sistem modern yang dapat menggantikan fungsi buku katalog tradisional, sehingga proses pencarian tanah kavling menjadi lebih cepat, efisien, dan sesuai kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu memberikan rekomendasi lokasi tanah kavling secara akurat serta meningkatkan kepuasan dan kepercayaan calon pembeli terhadap informasi yang diberikan.

Kata kunci: Algoritma Haversine, Teknologi Geografis, Tanah Kavling.



Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi, khususnya *Sistem Informasi Geografis (SIG)*, telah membawa perubahan signifikan dalam mempermudah visualisasi data geografis dan membuka peluang di berbagai sektor kehidupan. *SIG* berfungsi untuk membangun, menyimpan, mengelola, dan menampilkan data serta informasi geografis yang relevan (Rahmanto et al., 2020). Dalam praktiknya, *SIG* telah banyak diterapkan untuk membantu masyarakat mengakses informasi dalam berbagai bidang, seperti pemetaan wilayah rawan bencana, perencanaan transportasi, dan mitigasi risiko. Selain itu, *SIG* juga memiliki manfaat besar dalam dunia bisnis, terutama untuk membantu pengusaha menentukan lokasi strategis yang berpotensi meningkatkan kesuksesan usaha.

Di era modern ini, banyak pengusaha muda atau wirausahawan yang tertarik memulai usaha di berbagai sektor, seperti kuliner, produk kecantikan, hingga usaha lainnya. Salah satu faktor penting dalam keberhasilan bisnis adalah pemilihan lokasi strategis yang tepat (Sa'ad et al., 2020). Dalam menentukan lokasi yang ideal, seorang pebisnis biasanya perlu melakukan riset mendalam terkait potensi pasar, kondisi lingkungan, daya beli masyarakat, serta tingkat persaingan di sekitar lokasi. Proses riset tersebut, jika dilakukan secara manual, sering kali memakan waktu lama dan kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang dapat membantu mempercepat proses riset serta meningkatkan akurasi dalam pemilihan lokasi.

PT CNPLUS Medan menghadapi tantangan dalam memberikan informasi akurat terkait jarak, lokasi, dan lingkungan tanah kavling kepada calon pembeli. Ketergantungan pada sistem pemasaran tradisional, seperti penggunaan buku katalog, ternyata memiliki banyak kelemahan, antara lain data yang tidak lengkap, kurang sesuai dengan kondisi lapangan, serta daya tarik yang minim bagi konsumen. Akibatnya, calon pembeli sering kali merasa kurang puas dan kehilangan kepercayaan terhadap informasi yang disampaikan.

Untuk menjawab permasalahan ini, penelitian ini menawarkan solusi berupa pengembangan aplikasi berbasis web yang memanfaatkan *Sistem Informasi Geografis (SIG)* dan metode *Haversine*. Metode *Haversine* adalah metode matematis yang digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat lintang dan bujur dengan tingkat akurasi tinggi. Metode ini mempertimbangkan bentuk bumi yang bulat sehingga lebih relevan dibandingkan metode berbasis bidang datar (Jaya et al., 2023).

Dengan memanfaatkan metode ini, aplikasi yang dikembangkan mampu menghitung jarak antara lokasi pengguna dengan tanah kavling yang sesuai dengan preferensi, seperti kedekatan dengan fasilitas umum atau akses ke jalan protokol. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan kemudahan dan efisiensi bagi calon pembeli, sehingga mereka dapat menemukan lokasi tanah kavling yang sesuai dengan kebutuhan secara cepat dan akurat. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap informasi yang disediakan.

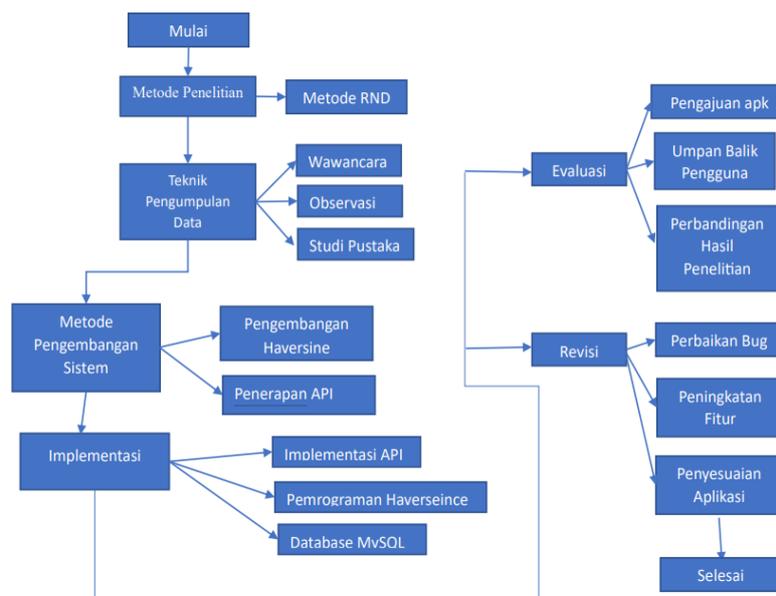
Metode

Penelitian ini dilakukan di Kantor PT CNPLUS yang berlokasi di Jalan William Iskandar No. 27, Pancing, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara, 20222. PT CNPLUS adalah perusahaan yang bergerak di bidang penjualan tiket, reservasi hotel, pulsa elektrik, serta layanan tour dan travel. Seiring perkembangan teknologi informasi, perusahaan ini juga mulai menjual tanah kavling yang siap dibangun.

Penelitian dimulai pada Juni 2023 dengan jadwal yang telah direncanakan untuk memastikan proyek berjalan sesuai waktu yang ditentukan.

Penulis menggunakan metode penelitian R&D (*Research and Development*) untuk mengembangkan sistem informasi geografis berbasis web dengan metode *Haversine*. Menurut Sugiyono, R&D bertujuan menghasilkan produk yang dapat diuji keefektifannya serta meningkatkan produk yang ada, dengan fokus pada pengelolaan aplikasi secara sistematis dan terstruktur (Sugiyono, 2010). R&D juga menekankan evaluasi dan revisi berdasarkan umpan balik pengguna untuk meningkatkan kenyamanan dan kemudahan aplikasi (Syahrani & Samsudin, 2023). Teknik pengumpulan data mencakup wawancara dengan PT. CNPLUS, observasi perilaku penjual dan pembeli tanah kavling, serta studi pustaka untuk mencari referensi dan API untuk pemetaan geografis.

Dalam pengembangan sistem, penulis menggunakan metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* adalah siklus pengembangan aplikasi yang mencakup prosedur dan langkah-langkah yang secara teknis memandu proses pembuatan sistem atau aplikasi dari awal hingga selesai. Secara umum, tahapan dibagi menjadi empat jenis kegiatan utama, yaitu: analisis, desain, implementasi, dan pemeliharaan (Samsudin et al., 2019). Penulis juga menerapkan metode *Haversine* untuk perhitungan jarak dan menggunakan API Google Places untuk menentukan lokasi tanah kavling dan fasilitas di sekitarnya.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

Berikut ini adalah penjelasan mengenai tahap-tahap yang terdapat pada kerangka berpikir dalam Gambar 1 di atas:

a. Metode Penelitian

Tahap pertama adalah menentukan metode penelitian yang akan digunakan. Metode yang dipilih adalah R&D, yang memiliki model dan tahapan tersendiri dalam merancang sistem yang diinginkan.

b. Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap awal dari kerangka berpikir ini, di mana dilakukan teknik pengumpulan data secara menyeluruh untuk mendapatkan data yang kompleks agar penelitian dapat berjalan dengan lancar (Batubara & Nasution, 2023). Teknik pengumpulan data tersebut meliputi wawancara, observasi,

dan studi pustaka.

c. Metode Pengembangan

Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengimplementasikan algoritma atau metode *Haversine*, serta penerapan API *Open Street Map*. Tujuan dari metode ini adalah agar aplikasi atau sistem yang dibuat dapat menghasilkan output yang lebih baik.

d. Implementasi

Tahap implementasi dalam metode penelitian R&D adalah proses penerapan rancangan dan pengembangan penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya. Pada proses ini, penulis akan mengimplementasikan berbagai aspek, seperti API *Open Street Map*, metode *Haversine*, dan *database MySQL*.

e. Evaluasi

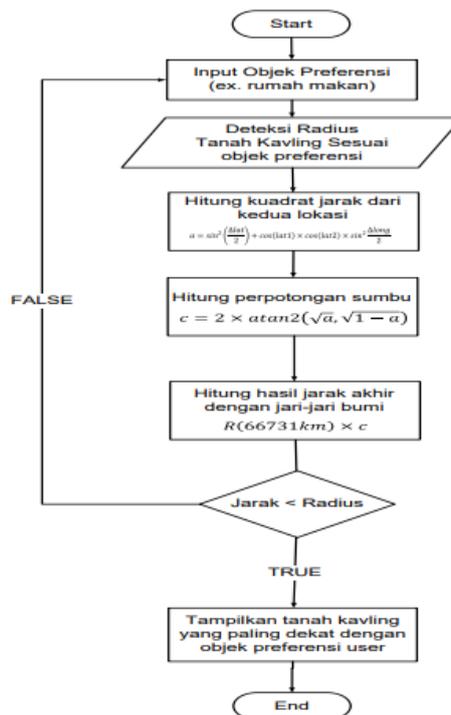
Tahap evaluasi adalah tahapan pengujian hasil implementasi sistem aplikasi dan desain aplikasi. Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah menguji aplikasi, meminta umpan balik dari pengguna, serta membandingkan hasil penelitian dengan penelitian serupa.

f. Revisi

Tahap revisi atau perbaikan merupakan tahap akhir dari kerangka berpikir ini. Pada tahap ini, dilakukan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi yang telah diperoleh sebelumnya, seperti memperbaiki bug, meningkatkan fitur, dan menyesuaikan aplikasi.

Metode Haversine

Pada proses pengembangan metode *Haversine* ini, penulis harus terlebih dahulu memperhatikan beberapa tahapan. Dimana pada tahap awal perlu adanya input data lokasi A (tanah kavling), dengan lokasi B (preferensi pengguna). Untuk lokasi B ini dapat berupa lokasi rumah makan, tempat wisata, dan lain-lain. Berikut ini adalah *flowchart* dari pengembangan metode *Haversine* ini.



Gambar 2. Flowchart Metode Haversine

Dari Gambar 2 di atas menggunakan beberapa perhitungan dengan persamaan berikut.

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

$$\Delta long = long2 - long1 \quad (2)$$

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

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

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

Keterangan :

R = jari-jari bumi sebesar 6371(km)

Δlat = besaran perubahan latitude

$\Delta long$ = besaran perubahan longitude

c = kalkulasi perpotongan sumbu

d = jarak (km)

Jarak longitude A, dengan longitude B sesuai dengan rumus persamaan (1) dikali dengan rumus persamaan (2). Kemudian hasil dari perhitungan tersebut berlanjut ke perhitungan dengan rumus persamaan (3), dan (4), tujuannya sendiri adalah untuk mengetahui sumbu potong antara kedua lokasi tersebut.

Penerapan API *Open Street Map*

Open Street Map (OSM) menyediakan data peta berbasis komunitas yang bebas diakses, dan tersedia beberapa API untuk berbagai kebutuhan. OSM API standar memungkinkan pengguna mengakses dan mengedit data peta mentah, sedangkan Overpass API lebih cocok untuk melakukan query spesifik pada data besar seperti mencari jenis fasilitas di suatu wilayah (Widiyatmoko et al., 2023). Nominatim API mendukung *geocoding* (mengonversi alamat ke koordinat) dan *reverse geocoding* (koordinat ke alamat) namun memiliki batasan kuota pada server publiknya. Untuk kebutuhan navigasi, ada OSRM (*OpenSource Routing Machine*) yang menyediakan layanan routing optimal berdasarkan data OSM, mendukung berbagai moda transportasi. Terakhir, untuk menampilkan peta dalam aplikasi, tile server seperti Mapnik digunakan untuk mengirim gambar peta yang bisa diintegrasikan langsung. Penggunaan API OSM dalam aplikasi sangat fleksibel, tergantung kebutuhan spesifik. Misalnya, Nominatim cocok untuk aplikasi pencarian lokasi dengan alamat, sedangkan Overpass cocok untuk mencari fasilitas terdekat berdasarkan jenis, seperti sekolah atau rumah sakit. Data yang diperoleh dari API ini umumnya dalam format XML atau JSON, yang perlu diproses lebih lanjut. API ini gratis, namun untuk penggunaan besar disarankan untuk meng-host server sendiri karena server publik memiliki batasan kuota.

Hasil

Pada tahap ini akan dibahas hasil penelitian yang telah ditemukan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan pihak PT CNPLUS untuk memperoleh informasi mengenai lokasi tanah kavling yang mereka jual di Kota Medan. Selain itu, dilakukan observasi langsung ke lapangan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan data yang diperlukan. Proses ini mencakup analisis terhadap sistem yang sedang berjalan serta pemberian usulan sistem baru yang diharapkan dapat menyelesaikan

permasalahan yang ada.

Pada sistem yang berjalan di PT CNPLUS Medan, metode pemasaran masih mengandalkan cara tradisional. Sistem pemasaran atau penjualan pada umumnya diimplementasikan pada perusahaan yang bergerak di bidang penjualan barang atau jasa, di mana terdapat barang atau item yang dijual (tanah kavling). Selain itu, terdapat tim sales dan marketing di dalamnya, serta konsumen yang pasti terlibat. Dalam praktik jual beli pada PT CNPLUS Medan ini sendiri masih menggunakan buku catalog yang berisi lokasi dan detail tanah kavling yang dijual. Detail yang terkandung di dalam buku itu antara lain luas dan ukuran tanah, lokasi, harga, serta keuntungan dari membeli tanah tersebut, yang biasanya berupa jarak terdekat dengan suatu tempat lain atau layanan publik, seperti mal atau rumah sakit. Kekurangan dari sistem informasi ini antara lain tidak adanya modernisasi terhadap metode pemasarannya, sehingga kurang menarik minat calon konsumen. Selain itu, data yang disajikan perihal lokasi layanan publik atau jalan protokol masih kurang lengkap dan kadang tidak sesuai dengan kondisi di lapangan.

Aliran sistem usulan yang penulis ajukan untuk PT CNPLUS adalah menggantikan tugas buku katalog yang sebelumnya digunakan. Idenya adalah mengubah buku katalog tersebut menjadi sistem yang dapat digunakan secara online oleh calon konsumen. Dengan sistem ini, calon konsumen dapat mencari tanah kavling sesuai keinginan mereka secara lebih mudah. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk menginput lokasi tanah kavling yang diinginkan. Penulis akan mengimplementasikan fitur pencarian lokasi tanah kavling berdasarkan kecamatan di Kota Medan. Selanjutnya, pengguna dapat menginput preferensi, seperti jarak terdekat dengan jalan protokol atau fasilitas umum. Sistem akan menghasilkan output berupa lokasi tanah kavling yang sesuai dengan preferensi yang dimasukkan oleh pengguna. Kemudahan, modernisasi, dan efisiensi merupakan tujuan utama dari sistem ini.

1. Implementasi Algoritma *Haversine*

Implementasi algoritma *Haversine* ini digunakan untuk mencari lokasi tanah kavling terdekat dengan preferensi yang diinginkan oleh pengguna. Cara kerjanya adalah dengan menghitung jarak antara dua titik di permukaan bumi berdasarkan koordinat lintang (latitude) dan bujur (longitude) (Dessisiliya et al., 2023). Metode ini juga efisien dan relevan untuk kebutuhan pencarian lokasi geografis, seperti tanah kavling, yang membutuhkan perhitungan jarak lintang dan bujur berdasarkan preferensi pengguna, misalnya kedekatan dengan fasilitas umum seperti jalan besar, rumah sakit, atau halte bus. Selain itu, metode *Haversine* telah teruji pada berbagai penelitian terdahulu, seperti pencarian lokasi tanah oleh (Yanis et al., 2021), pencarian lokasi wisata oleh (Kakahis & Rantung, 2023) yang menunjukkan bahwa metode ini dapat diadaptasi untuk berbagai kebutuhan berbasis lokasi geografis.

Namun, penelitian ini menemukan beberapa celah yang perlu diatasi, antara lain ketidaksesuaian informasi preferensi lokasi tanah kavling yang sering kali disampaikan perusahaan kepada calon pembeli, sehingga menimbulkan ketidakpercayaan. Selain itu, masih minimnya aplikasi berbasis web yang secara otomatis mengintegrasikan preferensi pengguna untuk pencarian lokasi tanah kavling, seperti kedekatan dengan fasilitas umum, menyebabkan proses ini sering dilakukan secara manual, yang memakan waktu dan tidak praktis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan aplikasi berbasis web yang memanfaatkan metode *Haversine* untuk memberikan rekomendasi lokasi tanah kavling sesuai preferensi pengguna.

Algoritma ini menganggap bumi sebagai bola dan menggunakan rumus trigonometri untuk mendapatkan jaraknya. Sebagai contoh penerapan algoritma *Haversine* dapat dilakukan dengan metode perandaian, dimana seorang pengguna ingin membeli tanah kavling di kecamatan Medan Petsisah, dengan preferensi harus dekat dengan jalan protokol, dan dekat layanan publik seperti rumah sakit, dan kampus.

Tabel. 1 Data Lokasi Tanah Kavling Kecamatan Medan Petisah

No.	Lokasi Tanah Kavling	Latitude	Longitude
1.	Jl Pabrik Tenun	3.5989298	98.65415898
2.	Jl Kualu	3.6009595	98.65582854
3.	Jl Kualu No12	3.6013798	98.65534842
4.	Jl Ayahanda	3.5955396	98.65373526
5.	Jl Panci	3.5919844	98.65634386
6.	Jl Punak	3.5963717	98.66206904

Tabel. 2 Data Lokasi Jalan Protokol Kecamatan Medan Petisah

No.	Lokasi Jalan Protokol	Latitude	Longitude
1.	Jl Ayahanda	3.596728022	98.65349445
2.	Jl Pabrik Tenun	3.598713235	98.65693034
3.	Plaza Medan Fair	3.592700121	98.66321524

Tabel. 3 Data Lokasi Fasilitas Umum Kecamatan Medan Petisah

No.	Lokasi Fasilitas Umum	Latitude	Longitude
1.	RSU Royal Prima	3.598610251	98.65373032
2.	Universitas Prima	3.599067068	98.65266411
3.	Jl Ayahanda	3.596728022	98.65349445

Dari data tabel yang terdapat di atas, terdapat 6 (enam) lokasi tanah kavling yang berada di kecamatan Medan Petisah, dan terdapat 3 (tiga) jalan protokol, dan 3 (tiga) fasilitas umum yang berada di kecamatan tersebut. Dari data tersebut akan dilakukan perhitungan secara menyeluruh untuk menemukan lokasi tanah kavling mana yang memenuhi preferensi yang diinginkan oleh pengguna. Langkah yang akan dilakukan terdiri dari 5 tahap, dan akan dijelaskan sebagai berikut ini.

Langkah 1: Melakukan konversi derajat lintang, dan bujur keradian. Konversi ini dilakukan karena algoritma *Haversine* menggunakan fungsi trigonometri dalam melakukan perhitungannya, dan radian merupakan satuan yang dapat dibaca, dan dihitung menggunakan fungsi ini.

Rumus: $lat \times \frac{\pi}{180}$ dan $lon \times \frac{\pi}{180}$

Sebagai contoh penulis akan mengkonversikan derajat lintang, dan bujur dari lokasi tanah kavling yang berada di Jalan Pabrik Tenun.

Diketahui:

$latitude = 3.59892976531146$

$longitude = 98.654158981647$

maka,

$latitude = 3.59892976531146 \times \frac{\pi}{180} = 0.062813176$

$longitude = 98.654158981647 \times \frac{\pi}{180} = 1.721839942$

Selanjutnya lakukan konversi tersebut terhadap keseluruhan data yang ada, baik itu terhadap lokasi tanah kavling maupun lokasi fasilitas umum, dan jalan protokol.

Tabel. 4 Konversi ke Radian Data Lokasi Tanah Kavling

No.	Lokasi Tanah Kavling	Latitude	Longitude
1.	Jl Pabrik Tenun	0.062813176	1.721839942
2.	Jl Kualu	0.062848602	1.721869082
3.	Jl Kualu No12	0.062855936	1.721860702
4.	Jl Ayahanda	0.062754007	1.721832547
5.	Jl Panci	0.062691956	1.721878076
6.	Jl Punak	0.062768529	1.721977999

Tabel. 5 Konversi ke Radian Data Lokasi Jalan Protokol

No.	Lokasi Jalan Protokol	Latitude	Longitude
1.	Jl Ayahanda	0.062774748	1.721828344
2.	Jl Pabrik Tenun	0.062809397	1.721888312
3.	Jl Gatot Subroto	0.062704448	1.721998004

Tabel. 6 Konversi ke Radian Data Lokasi Fasilitas Umum

No.	Lokasi Fasilitas Umum	Latitude	Longitude
1.	RSU Royal Prima	0.062807599	1.721832461
2.	Universitas Prima	0.062815572	1.721813852
3.	Plaza Medan Fair	0.062774748	1.721828344

Langkah 2: Menghitung selisih lintang, dan bujur. Langkah ini dilakukan untuk menentukan perbedaan sudut antara dua titik pada permukaan bumi, yang dimana titik awal adalah jalan protokol, dan fasilitas umum (lat_1 dan lon_1) sedangkan lokasi tanah kavling merupakan titik tujuan (lat_2 dan lon_2).

Rumus: $\Delta lat = lat_2 - lat_1$; $\Delta lon = lon_2 - lon_1$

Sebagai contoh perhitungan antara titik RSU Royal Prima menuju tanah kavling di Jl Pabrik Tenun.

$$\Delta lat = 3.5989298 - 3.598610251 = 0.000005577$$

$$\Delta lon = 98.65415898 - 98.65373032 = 0.000007481$$

Selanjutnya lakukan perhitungan selisih lintang, dan bujur tersebut terhadap keseluruhan data yang ada, baik itu terhadap lokasi tanah kavling maupun lokasi fasilitas umum, dan jalan protokol.

Langkah 3: Menghitung nilai α dengan *Haversine*. Langkah ini dilakukan untuk menentukan besarnya perbedaan sudut antara dua titik di permukaan bumi. Nilai ini mencerminkan jarak angular yang berhubungan dengan perubahan lintang dan bujur.

$$\text{Rumus: } \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2) \times \sin^2\left(\frac{\Delta\tau}{2}\right)$$

Sebagai contoh perhitungan antara titik RSU Royal Prima menuju tanah kavling di Jl Pabrik Tenun.

$$\sin^2\left(\frac{0.062813176}{2}\right) + \cos(0.000005577)\cos(0.000007481) \times \sin^2\left(\frac{0.062807599}{2}\right) = 0.0000000002171$$

Selanjutnya lakukan perhitungan nilai α tersebut terhadap keseluruhan data yang ada, baik itu terhadap lokasi tanah kavling maupun lokasi fasilitas umum, dan jalan protokol.

Langkah 4: Menghitung nilai c dengan *Haversine*. Langkah ini dilakukan untuk menentukan sudut pusat dari lingkaran besar (great-circle distance) antara kedua titik tersebut.

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

Sebagai contoh perhitungan antara titik RSU Royal Prima menuju tanah kavling di Jl

Pabrik Tenun maka.

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{0.0000000002171}, \sqrt{1 - 0.0000000002171}) = 0.00000931935053$$

Selanjutnya lakukan peerhitungan nilai c tersebut terhadap keseluruhan data yang ada, baik itu terhadap lokasi tanah kavling maupun lokasi fasilitas umum, dan jalan protokol.

Langkah 5: Menghitung jarak. Langkah ini dilakukan untuk mengonversi perbedaan sudut antara dua titik (diperoleh dari nilai ccc) menjadi jarak linear yang sebenarnya di permukaan bumi.

Rumus: $R \times c$

Dimana R adalah nilai radius bumi yang memiliki nilai sekitar 6371km. Sebagai contoh perhitungan antara titik RSU Royal Prima menuju tanah kavling di Jl Pabrik Tenun maka.

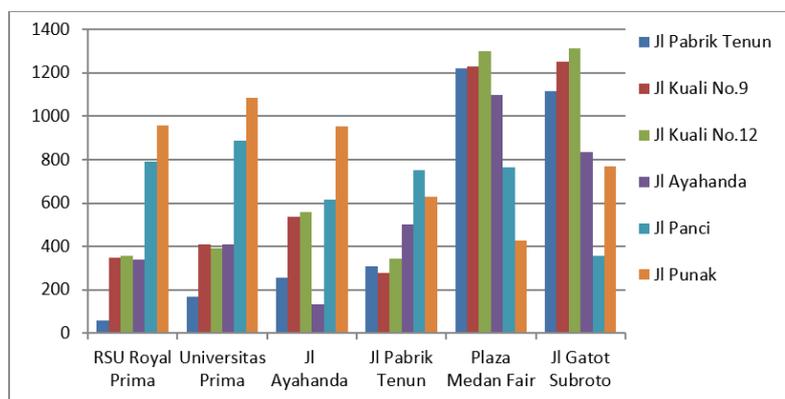
$$\text{Rumus: } 6371 \times 0.00000931935053 = 0.05937358220892$$

Selanjutnya lakukan peerhitungan nilai jarak tersebut terhadap keseluruhan data yang ada, baik itu terhadap lokasi tanah kavling maupun lokasi fasilitas umum, dan jalan protokol.

Setelah kelima langkah tersebut dilakukan, maka didapatkan hasil perhitungan jarak aktual yang dapat di tampilkan sebagai output yang diinginkan oleh pengguna. Output ini dapat digunakan oleh pengguna untuk menentukan tanah kavling mana yang diinginkan, sesuai dengan preferensinya. Berdasarkan contoh perandaian yang dijabarkan sebelumnya, dimana seorang pengguna ingin mencari tanah kavling yang berada di Kecamatan Medan Petisah, dan lokasinya dekat dengan jalan protokol, juga fasilitas umum.

Tabel. 7 Hasil Konversi Jarak

No.	Lokasi Awal	Lokasi Tanah Kavling (m)					
		Jl Pabrik Tenun	Jl Kuali No. 9	Jl Kuali No12	Jl Ayahanda	Jl Panci	Jl Punak
1.	RSU Royal Prima	59.374	349.943	356.485	341.437	791.797	958.288
2.	Universitas Prima	166.595	409.396	393.537	409.850	887.136	1085.899
3.	Jl Ayahanda	255.689	537.111	556.667	134.818	614.993	952.398
4.	Jl Pabrik Tenun	308.494	278.101	344.578	500.255	751.040	626.898
5.	Plaza Medan Fair	1220.623	1231.038	1301.405	1098.411	766.704	427.617
6.	Jl Gatot Subroto	1114.167	1252.317	1312.677	836.778	358.249	771.154



Gambar 3. Grafik Jarak Terdekat Lokasi Tanah Kavling

Dari Tabel 7 dan Gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa tanah kavling yang berlokasi di jalan pabrik tenun merupakan lokasi tanah kavling yang paling dekat dengan

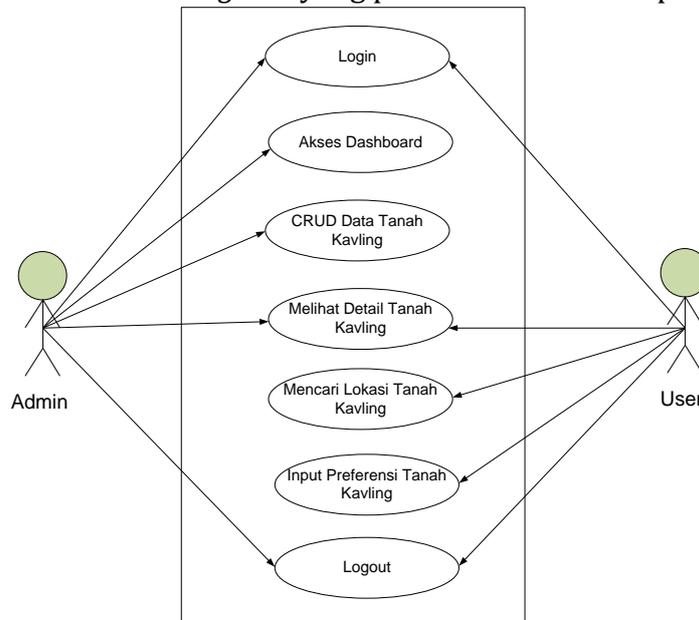
jalan protokol dan layanan umum yang terdapat di kecamatan Medan Petisah, dengan tanah kavling di jalan ayahanda sebagai peringkat kedua, dan tanah kavling yang berada di Jalan Kualo no 12 sebagai peringkat ketiga. Nantinya ketiga lokasi tersebut yang akan menjadi output bagi pengguna, beserta detail-detail yang berkaitan dengan ketiga tanah kavling tersebut.

2. Desain Sistem

Tahapan ini merencanakan sistem dan kinerja dari sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini akan dijelaskan tentang *use case diagram*, yang digunakan untuk memetakan interaksi antara pengguna dan sistem. Selain itu, terdapat *class diagram* yang berperan dalam menggambarkan struktur basis data.

a. Use Case Diagram

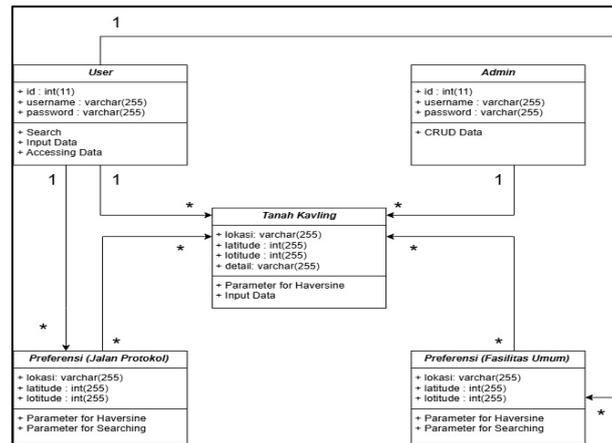
Use case diagram pada penelitian ini akan menggambarkan hubungan antara *admin*, *user* dengan sistem yang akan dirancang. Pada sistem ini nantinya *admin* dapat mengakses dashboard, menginput, edit, dan hapus data terkait tanah kavling, dan melihat detail tanah kavling. Sedangkan *user* dapat melakukan beberapa hal seperti melihat data tanah kavling, mencari lokasi tanah kavling, dan menginput preferensi tanah kavling. Gambar 5 merupakan *use case diagram* yang penulis susun untuk penelitian ini.



Gambar 4. Use Case Diagram

b. Class Diagram

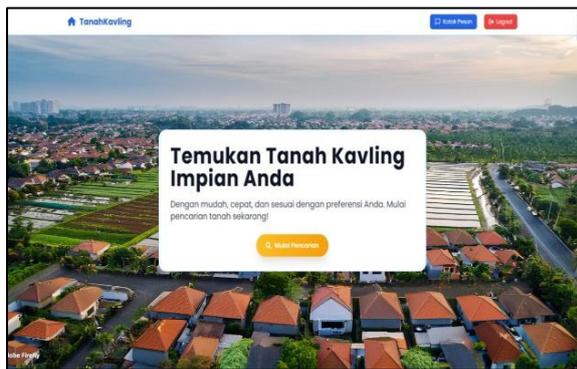
Class diagram merupakan sebuah metode atau cara yang digunakan untuk objek sekaligus hubungan sistem dan struktur statisnya. *Class diagram* digunakan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana objek-objek dalam sistem saling berinteraksi dan terorganisasi. Dalam pengembangan perangkat lunak, *class diagram* menjadi alat yang penting untuk merancang struktur sistem secara rinci sebelum proses implementasi dimulai. Gambar 6 merupakan *class diagram* pada penelitian ini.



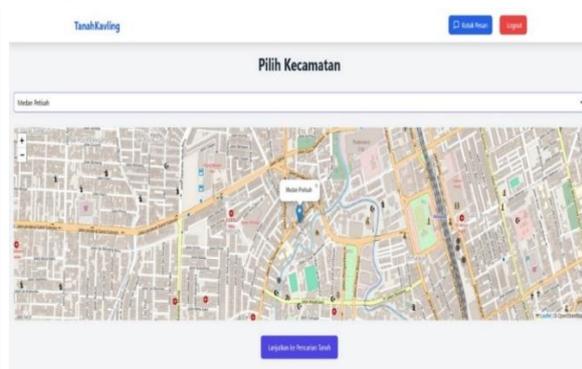
Gambar 5. Class Diagram

3. Implementasi Sistem

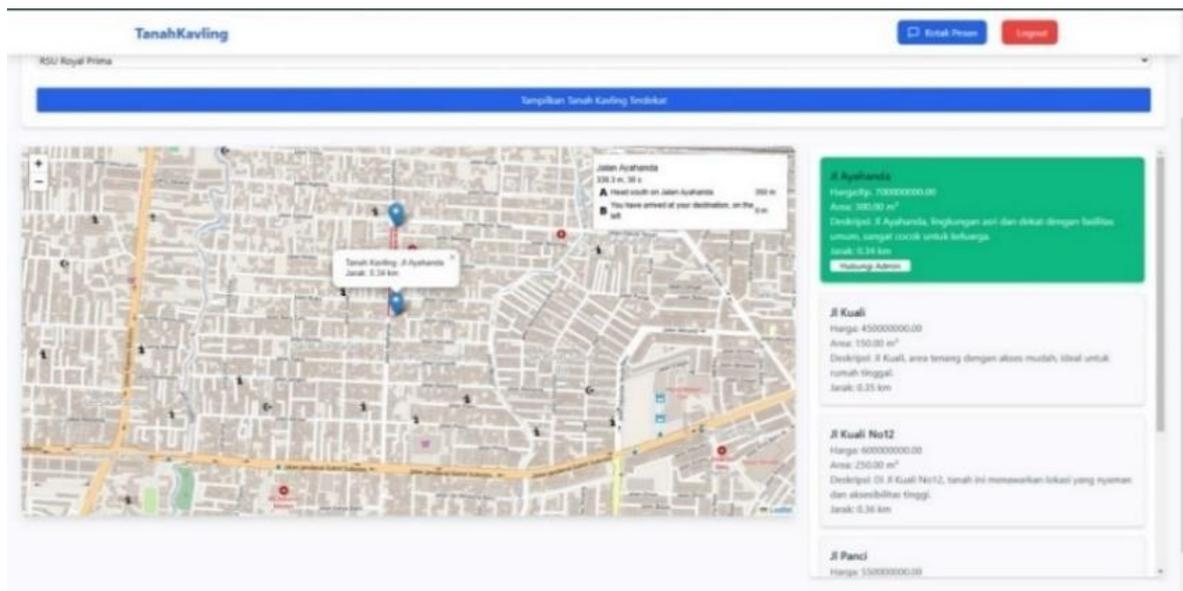
Tahap ini merupakan langkah akhir dari penelitian, yang menunjukkan hasil implementasi sistem pencarian lokasi tanah kavling di Kota Medan. Pada tahap ini, sistem telah dirancang dengan tiga antarmuka utama, yaitu dashboard, search, dan list.



(a)



(b)



(c)

Gambar 6. Implementasi Sistem a) Dashboard, b) Search, dan c) List

a. Tampilan Halaman Dashboard

Halaman dashboard merupakan beranda utama sistem yang berfungsi sebagai pusat informasi awal bagi pengguna. Pada halaman ini, pengguna dapat melihat ringkasan fitur utama sistem, termasuk informasi tentang tanah kavling yang tersedia, peta interaktif, dan menu navigasi yang memudahkan akses ke bagian lain dalam aplikasi. Tampilan ini dirancang agar sederhana dan informatif untuk meningkatkan kenyamanan pengguna.

b. Tampilan Halaman Search

Halaman search menyediakan fitur pencarian lokasi tanah kavling berdasarkan preferensi pengguna, seperti jarak dari fasilitas umum, aksesibilitas jalan utama, dan kebutuhan lainnya. Pengguna dapat memasukkan kriteria pencarian melalui formulir yang tersedia, dan sistem akan memberikan hasil yang relevan berdasarkan metode Haversine. Tampilan ini memprioritaskan kemudahan penggunaan, dengan antarmuka yang intuitif dan cepat.

c. Tampilan Halaman List

Halaman list menampilkan hasil pencarian dalam bentuk daftar yang terorganisasi. Setiap entri dalam daftar mencakup detail tanah kavling, seperti alamat, ukuran, harga, dan jarak dari lokasi pengguna. Tampilan ini memungkinkan pengguna membandingkan berbagai pilihan secara efisien, sehingga memudahkan mereka dalam menentukan lokasi yang paling sesuai dengan kebutuhan.

4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan fungsi-fungsi sistem bekerja sesuai tujuan penelitian dan kebutuhan pengguna. Metode ini fokus pada pengujian fungsionalitas tanpa memeriksa struktur internal, efektif untuk mengidentifikasi kesalahan pada input, output, antarmuka, dan fungsi sistem. Berikut adalah tabel lengkap *Black Box Testing* yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menguji sistem yang telah di bangun:

Tabel. 8 *Black Box Testing*

No	Fitur	Input	Ekspektasi Output	Hasil
1	Halaman <i>Login</i>	<i>Username & password</i> valid	Berhasil <i>login</i> dan diarahkan ke dashboard.	Lulus
		<i>Username</i> tidak valid	Pesan <i>error</i> : " <i>Username</i> tidak ditemukan."	Lulus
		<i>Password</i> tidak valid	Pesan <i>error</i> : " <i>Password</i> salah."	Lulus
		Input kosong	Pesan <i>error</i> "Harap isi semua kolom."	Lulus
2	Halaman <i>Dashboard</i>	Akses <i>dashboard</i>	menu tampil normal "Temukan Tanah Kavling Impian Anda"	Lulus
3	Halaman Pencarian (<i>Search</i>)	Preferensi lokasi	Menampilkan daftar tanah kavling yang sesuai.	Lulus
4	Halaman Preferensi	Preferensi lengkap valid	Preferensi disimpan, pesan: "Preferensi tersimpan."	Lulus
5	Halaman <i>List</i>	Preferensi valid	Menampilkan daftar lokasi tanah kavling sesuai.	Lulus
6	<i>Dashboard</i> Admin	Menambahkan data	Data tersimpan, pesan: "Data berhasil"	Lulus

No	Fitur	Input	Ekspektasi Output	Hasil
		valid	ditambahkan."	
		Menghapus data	Data terhapus, pesan: "Data berhasil dihapus."	Lulus
		Mengedit data valid	Data diperbarui, pesan: "Data berhasil diperbarui."	Lulus

Hasil pengujian dengan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem telah berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan pengguna dan spesifikasi yang ditetapkan. Pengujian pada fitur *login*, *dashboard*, pencarian, preferensi, daftar lokasi, dan *dashboard* admin memberikan hasil "Lulus" untuk semua skenario, termasuk pengelolaan *input* valid, penanganan input tidak valid, serta proses penyimpanan dan penghapusan data. Dengan demikian, sistem dinyatakan siap digunakan untuk mendukung kebutuhan calon pembeli tanah kavling.

Diskusi

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, yaitu kesulitan calon pembeli dalam mendapatkan informasi mengenai tanah kavling yang sesuai dengan preferensi mereka, seperti kedekatan dengan fasilitas umum atau jalan protokol, solusi yang dikembangkan adalah sistem informasi berbasis web yang memanfaatkan metode *Haversine*. Metode ini digunakan untuk menghitung jarak secara akurat antara lokasi tanah kavling dan preferensi pengguna berdasarkan koordinat lintang dan bujur. Keunggulan metode *Haversine* terletak pada tingkat akurasi yang tinggi, karena mempertimbangkan bentuk bumi yang bulat, memungkinkan perhitungan jarak lintang dan bujur antara lokasi tanah kavling dan preferensi pengguna secara jelas dan detail (Jaya et al., 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Haversine* bekerja dengan baik dalam menghitung jarak terdekat antara lokasi pengguna dan tanah kavling yang sesuai dengan preferensi mereka, seperti kedekatan dengan fasilitas umum atau jalan protokol. Dalam aplikasi yang dibangun, algoritma ini memungkinkan sistem untuk memberikan rekomendasi lokasi tanah kavling yang akurat berdasarkan input pengguna. Hal ini mengurangi waktu riset yang biasanya dibutuhkan untuk mencari lokasi yang sesuai, serta meningkatkan transparansi informasi yang diberikan kepada calon pembeli. Dengan aplikasi ini, pengguna dapat dengan mudah menemukan tanah kavling yang tepat dan strategis, sesuai dengan kebutuhan mereka.

Kesimpulan

Sistem pencarian lokasi tanah kavling berdasarkan preferensi calon konsumen telah berhasil diimplementasikan menggunakan algoritma *Haversine*. Sistem ini mampu menghitung jarak antara lokasi tanah kavling dengan preferensi pengguna dan menampilkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berdasarkan pengujian menggunakan metode *Black Box Testing*, seluruh fitur sistem dinyatakan berfungsi dengan baik tanpa ditemukan kesalahan atau gangguan pada skenario yang diuji. Pendekatan dalam penelitian ini memastikan fungsionalitas sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi pengguna yang ditetapkan. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem dapat memudahkan dalam menemukan lokasi tanah kavling yang sesuai dibandingkan dengan metode konvensional seperti katalog. Pada penelitian selanjutnya, penelitian dapat difokuskan pada pengembangan algoritma yang lebih optimal untuk mendukung perhitungan jarak yang lebih cepat dan pengelolaan data yang lebih efisien.

Pengakuan/ Acknowledgements

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Pimpinan serta seluruh staf di PT CNPLUS Medan atas dukungan dan kerja sama yang telah diberikan selama pelaksanaan kegiatan penelitian ini. Kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian di lingkungan perusahaan ini sangat berarti bagi penulis, terutama dalam memperoleh data dan informasi yang relevan untuk mendukung keberhasilan penelitian ini.

Daftar Referensi

- Batubara, M. Z., & Nasution, M. I. P. (2023). Sistem Informasi Online Pengelolaan Dana Sosial Pada Rumah Yatim Sumatera Utara. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(3), 164–171. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i3.819>
- Dessisiliya, A., Ikhwan, A., & Putri, R. A. (2023). Sistem Informasi Geografis Sekolah di Kota Medan Menggunakan Algoritma Haversine. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 7(3), 359. <https://doi.org/10.30998/string.v7i3.16277>
- Dewantara, H., Hanafi, M., & Nugraha, S. (2018). Aplikasi Pencari Tambal Ban Area Magelang Berbasis Android Dengan Menggunakan Metode Haversine. *Jurnal Komtika*, 2(1), 38–48. <https://doi.org/10.31603/komtika.v2i1.2111>
- Jaya, E. T., Maulana, A., & Pangaribuan, J. J. (2023). Perancangan Aplikasi Pencarian Fasilitas Kesehatan 'Find Medical' dengan Menggunakan Metode Haversine dan Algoritma Dijkstra. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi Dan Sistem Informasi*, 3(2), 97–103. <https://doi.org/10.54259/satesi.v3i2.2365>
- Kakahis, F., & Rantung, V. P. (2023). Pengimplementasian Algoritma Haversine Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Destinasi Wisata Terdekat Di Kota Tomohon. *Innovative: Journal Of Social Science ...*, 3, 7131–7139. Retrieved from <http://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/6993>
- Oktiviana, Y. (2022). Metode K-Means dalam Visualisasi Berbasis Google Map terhadap Klasterisasi Koordinat BTS (Base Transceiver Station). *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 4(3), 106–111. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v4i3.143>
- Rahmanto, Y., Hotijah, S., & Damayanti. (2020). Perancangan Sistem Informasi Geografis Kebudayaan Lampung Berbasis Mobile. *JDMSI*, 1(3), 19–25.
- Sa'ad, M. I., Surahmanto, M., Soemari, M. R. P., K, K., & Mustafa, M. S. (2020). Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kost-Kosan Menggunakan Metode Formula Haversine. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 4(1), 54. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v4i1.187>
- Samsudin, S., Irawan, M. D., & Harahap, A. H. (2019). Mobile App Education Gangguan Pencernaan Manusia Berbasis Multimedia Menggunakan Adobe Animate Cc. *Jurnal Teknologi Informasi*, 3(2), 141. <https://doi.org/10.36294/jurti.v3i2.1009>
- Sugiyono, S. (2010). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta Bandung.
- Syahrani, & Samsudin. (2023). Sistem Informasi Geografis Persenaran Pondok Pesantren Kabupaten Langkat Dan Binjai menggunakan Leaflet. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 6(1), 2621–1467.
- Widiyatmoko, A. T., Nugroho, A., & Pasa, I. Y. (2023). Pengembangan Aplikasi Pemetaan Desa Rawan Sanitasi Berbasis Web Menggunakan Open StreetMap. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 3(2), 92–98. <https://doi.org/10.57152/malcom.v3i2.877>
- Yanis, M., Salahuddin, S., & Khadafi, K. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Pencarian Lokasi

Penjualan Tanah Menggunakan Metode Haversine. *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, 1(1), 10.
<https://doi.org/10.30811/jaise.v1i1.2214>