

Perbandingan Haversine Formula dan Euclidean Distance dalam Pencarian Jarak Terdekat Rumah Penampungan Hewan (Shelter)

Sarwati Rahayu¹, Ramziani Fanni², Kuswara Bima^{*3}

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Mercu Buana

Jl. Raya, RT.4/RW.1, Meruya Sel., Kec. Kembangan, Jakarta, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

Email: ¹sarwati@mercubuana.ac.id, ²fanniramziani@gmail.com,

^{*3}bimakuswara2103@gmail.com

*) Korespondensi author

(received: 17-02-22, revised: 03-03-22, accepted: 29-03-22)

Abstract

Animal cages (shelters) and animal hospitals still receive less attention from some people, and also lack of information and education about the number of animals (shelters) and animal hospitals, animal shelters have a noble mission for abandoned or abandoned animals by their owners. as well as hospitals where people can bring their pets for treatment while keeping their pets so that we as owners know what our animals are suffering from at that time and also to avoid diseases that can harm us as owners. Geographic Information System (GIS) has the ability to present information in graphic form using a map as an interface, so that it can be used as a presentation of information related to animal shelters. where the public can obtain data and information about animal shelters for personal and organizational or agency needs. The development researcher uses the haversine algorithm to be used as a search for the closest distance between the user and the location of the animal's house, as well as the Euclidian distance as a comparison to find the appropriate distance accuracy. From the results of these calculation it can be concluded that haversine and google maps this method has an accuracy level that is almost close to accurate with a percentage value of 99.88% with manual calculations.

Keywords: website, haversine, euclidian, animal shelter

Abstrak

Kandang hewan (shelter) dan rumah sakit hewan masih kurang mendapat perhatian dari sebagian masyarakat, dan juga kurangnya informasi dan edukasi tentang banyaknya hewan (shelter) dan rumah sakit hewan, shelter hewan memiliki misi yang mulia untuk hewan yang terlantar atau terlantar oleh pemiliknya. serta rumah sakit dimana masyarakat dapat membawa hewan peliharaannya untuk berobat pada saat memelihara hewan peliharaannya agar kita sebagai pemilik mengetahui apa yang diderita hewan kita saat itu dan juga untuk menghindari penyakit yang dapat merugikan kita sebagai pemilik. Sistem Informasi Geografis (SIG) berkemampuan menyajikan suatu informasi dalam bentuk grafik dengan peta sebagai antarmuka, sehingga bisa dipergunakan sebagai presentasi informasi terkait penampungan hewan. dimana masyarakat dapat memperoleh data dan informasi tentang penampungan hewan untuk keperluan pribadi maupun organisasi atau instansi. Peneliti pengembangan memanfaatkan algoritma haversine digunakan sebagai pencarian jarak terdekat diantara pengguna dengan lokasi rumah hewan, serta jarak euclidian sebagai pembanding untuk mencari akurasi jarak yang sesuai. Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa haversine dan google maps metode ini memiliki tingkat akurasi yang hamper mendekati akurat dengan nilai presentase 99.88% dengan perhitungan manual.

Kata kunci: website, haversine, euclidian, rumah penampungan hewan

I. Pendahuluan

Jakarta ialah kota megapolitan, Survei Penduduk Antar Sensus (SUPAS) memperkirakan penduduk DKI Jakarta akan meningkat 72.000 menjadi 10,57 juta pada 2020. Menurut data BPS dan Bappenas, peningkatan jumlah ini sekitar 0,7 % dibandingkan tahun sebelumnya yang berjumlah sekitar 10.504.100 orang. Populasi terbesar ditemukan pada jenis kelamin perempuan - 5,30 juta orang dan 5,26 laki-laki. Sedangkan dari segi umur, distribusi terbesar pada kelompok umur 25-29 tahun meliputi 942.400 orang. Distribusi terbesar berikutnya terjadi pada usia 35-39 tahun yaitu 927,9 ribu. Hanya ada 127.600 orang dalam kelompok usia 75 tahun ke atas, dan ini persebaran paling sedikit. [1] Pastinya dengan banyaknya penduduk di Jakarta mengikuti tren atau gaya hidup sudah bukan hal yang baru lagi seperti tren gaya hidup memanglah memang bukan sesuatu yang asing bagi semua orang, makna trend gaya hidup itu sendiri merupakan bagian dari kebutuhan sekunder manusia yang mungkin berbeda dengan waktu atau keinginan untuk mengubah gaya hidup seseorang. Alfred Adler dan Ferdinand Bull menemukan kata "gaya hidup" pada tahun 1929. Sejak tahun 1961, makna yang lebih besar, seperti yang kita pahami sekarang, telah digunakan. Cara seseorang berpakaian, rutinitas mereka, cara mereka merawat hewan peliharaan, dll., mengungkapkan gaya hidup mereka. Pendapat orang lain dapat digunakan untuk mengevaluasi gaya hidup seseorang. Gaya hidup juga dapat diberikan sebagai contoh dan juga dianggap tabu. Contoh pola hidup sehat antara lain makan, minum, dan sering istirahat sejenak, serta mengonsumsi makanan 4 sehat 5 sempurna, dan sebagainya. Contoh gaya hidup yang buruk: berbicara tidak tepat, makan sembarangan, dll. Memelihara hewan juga bisa dikatakan gaya hidup yang baik yang dapat dikatakan karena memelihara hewan adalah hal yang baik karena tingkah laku dan tingkah laku hewan tersebut yang membuat pemiliknya menyukai perilaku lucu hewan peliharaan mereka. Menurut Drh. Dodik Prasetyo, Wakil Direktur RSHP UB, hewan yang dijadikan teman maupun peliharaan akan memberikan efek psikologis yang baik kepada sang pemilik, karena dapat memberikan kesenangan. Memelihara hewan peliharaan bukanlah hal baru bagi semua orang. Bahkan tidak jarang banyak orang hanya ingin mengikuti trend yang ada atau malah menjadi masalah ketika merasa terjebak dengan konsekuensi dan segala tanggung jawab atas hal-hal yang tidak terbayangkan. jangka panjang, yang akhirnya mengabaikan hewan peliharaan tersebut.

Padahal harus menjadi catatan penting bahwa hewan merupakan makhluk hidup yang harus dirawat secara bertanggung jawab. Pentingnya memberikan perawatan pada hewan peliharaan terutama dari segi kesehatan sudah menjadi tanggung jawab utama bagi seorang penjaga. Pasal 302 KUHP mengatur bahwa barang siapa tanpa tujuan yang tepat atau melampaui batas, dengan sengaja atau melukai hewan atau mengganggu kesehatannya, tidak menyediakan makanan yang diperlukan untuk hidup hewan itu, diancam dengan pidana penjara paling lama tiga bulan. [2] Hewan hewan terlantar baik itu di terlantarkan pemiliknya maupun hewan yang kabur dari pemiliknya banyak sekali terjadi didunia, terutama di Indonesia hal ini pastinya merugikan hewan hewan tersebut, dikarenakan dari hal penelantaran tersebut hewan hewan yang terlantar bisa menjadi sakit, kelaparan hingga kematian. Tentunya hal ini mengundang segi negatif dan positif, seperti hal positifnya yaitu, para pencinta hewan berlomba lomba memiliki shelter atau disebut juga penampungan hewan.

Meninjau dari permasalahan tersebut penulis ingin membuat suatu sistem informasi geografis yang terdapat suatu informasi mengenai rumah penampungan hewan serta menerapkan metode perhitungan jarak terdekat menggunakan metode haversine dengan perbandingan yang akan dilakukan antara haversine dan euclidian distance serta google maps sebagai acuan ketepatan akurasi pengukuran terhadap 2 formula tersebut. Peneliti sebelumnya telah menggunakan pendekatan untuk menentukan jarak, namun hasil keakurasiannya ataupun ketepatannya bervariasi tergantung pada kasus tertentu.

Yusup dkk. pada tahun 2020 melakukan studi kasus penempatan staf yang membandingkan Euclidian distance, haversine, dan Manhattan distance dengan tingkat keakurasiannya antara 3 formula, yang memiliki nilai hampir mencapai 99% hanya euclidian distance dan haversine, sedangkan manhattan distance diurutkan ke 3 yang hanya memiliki tingkat keakurasiannya 75%

Berbeda dengan chandra dan dkk, pada tahun 2021 chandra dkk melakukan penelitian implementasi haversine formula dalam pencarian jarak paling dekat ke rumah sakit rujukan covid-19, dimana penelitian ini berhasil dan memiliki perbandingan selisih terhadap nearest tool dan google maps dengan rata rata nilai 3meter berselisih pada perhitungan haversine.

Dari penelitian sebelumnya, selain penerapan metode perhitungan jarak terdekat peneliti ingin membandingkan tingkat akurasi antara haversine dan euclidian distance serta google maps seperti yang sudah disebutkan sebelumnya.

Sistem Informasi Geografis

SIG, muncul pada awal 1980-an. SIG ialah sistem untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan mengelola data spasial dan data atribut yang terhubung secara geografis. GIS didefinisikan oleh Dangermond 22 sebagai perkumpulan data terorganisir dari perangkat keras dan lunak komputer, data geografis, serta anggota yang dimaksudkan untuk mengumpulkan, menyimpan, memperbaiki, mengubah, menganalisis, dan mendemonstrasikan semua jenis informasi yang terkait secara geografis. Sementara itu, definisi lain dari SIG yaitu kumpulan teknik komputer dan manusia yang digunakan untuk menyimpan dan mengubah data yang terkait secara geografis atau data geospasial. GIS adalah sistem yang terhubung ke informasi geografis, meskipun memiliki definisi yang berbeda-beda. Dalam pengertian terbatas, GIS ialah sistem berbasis komputer untuk menyimpan dan menganalisis objek dan peristiwa, dengan posisi geografis menjadi properti penting untuk analisis.

Formula Haversine

Rumus Haversine merupakan persamaan penting pada sistem navigasi; nanti akan digunakan untuk menghitung jarak terpendek diantara dua tempat, seperti pada bola berdasarkan garis bujur dan garis lintang. Rumus ini pertama kali ditemukan oleh Jamez Andrew pada 1805 dan pertama kali digunakan oleh Josef de Mendoza y Ros pada 1801. Prof. James Inman menciptakan kata haversine pada tahun 1835. Dalam studinya tentang "Principal Problems of Maritime Astronomy" (Proc. Royal Soc, 22 Des. 1796), Josef de Mendoza y Ros menggunakan haversine untuk pertama kalinya. Haversine untuk menentukan jarak antar bintang. Rumus Haversine merupakan persamaan navigasi yang menghitung jarak melingkar diantara dua tempat di permukaan bola (bumi) menurut garis bujur dan garis lintang. Rumus Haversine adalah teknik untuk menghitung jarak antara dua tempat dengan asumsi bumi adalah permukaan datar dengan berbagai tingkat kelengkungan. Penerapan rumus ini mengandaikan pengabaian efek ellipsoidal, yang relatif akurat untuk memprediksi tingginya bukit dan dalamnya lembah di permukaan bumi. Berikut merupakan formula untuk haversine:

$$a = \sin^2(\Delta lat / 2) + \cos(lat1) \cdot \cos(lat2) \cdot \sin^2(\Delta long / 2)$$

$$d = 2r \cdot \arcsin(\sqrt{a})$$

Keterangan :

$$d = \text{Jarak}$$

$$r = \text{Jari - jari bumi}$$

$$\Delta lat = \text{Besaran perubahan latitude}$$

$$\Delta long = \text{Besaran perubahan longitude}$$

Euclidean Distance

Jarak Euclidean yaitu metode untuk memperkirakan jarak antara dua lokasi pada ruang Euclidean yang mengeksplorasi hubungan antara sudut dan jarak [12]. Dalam matematika, jarak Euclidean untuk mengukur dua titik dalam satu dimensi, menghasilkan hasil yang mirip dengan perhitungan Pythagoras [13]. Euclidean ini terhubung dengan Teorema Pythagoras dan sering digunakan untuk 1, 2, dan 3 dimensi. Namun juga mudah bila diterapkan pada dimensi yang lebih besar. Biasanya, jarak Euclidean digunakan untuk membantu proses kategorisasi dalam data mining. k-nearest neighbor adalah contoh algoritma yang

menggunakan jarak ini. Jarak Euclidean juga dapat digunakan untuk algoritma image retrieval. Metode Euclidean Distance dipilih sebagai metode untuk menganalisis permasalahan yang ada yaitu karena peneliti ingin melihat bagaimana jarak terdekat yang dapat di tempuh dan mempermudah lokasi, serta memberikan gambaran akurasi yang dapat dari rumah penampungan hewan. Euclidean Distance juga merupakan fungsi heuristik berdasarkan jarak langsung bebas hambatan yang digunakan dalam menghitung panjang garis diagonal dalam segitiga. Namun, sebelum memperoleh hasil, kedua titik diharuskan dinyatakan dalam koordinat 2 dimensi (x, y). Dua titik $p1 = (x1, y1)$, dan $p2 = (x2, y2)$.

Berikut adalah persamaan *euclidean distance*:

$$\text{Keterangan : } d = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2}$$

$d = \text{Jarak}$

$x1 = \text{Koordinat latitude 1}$

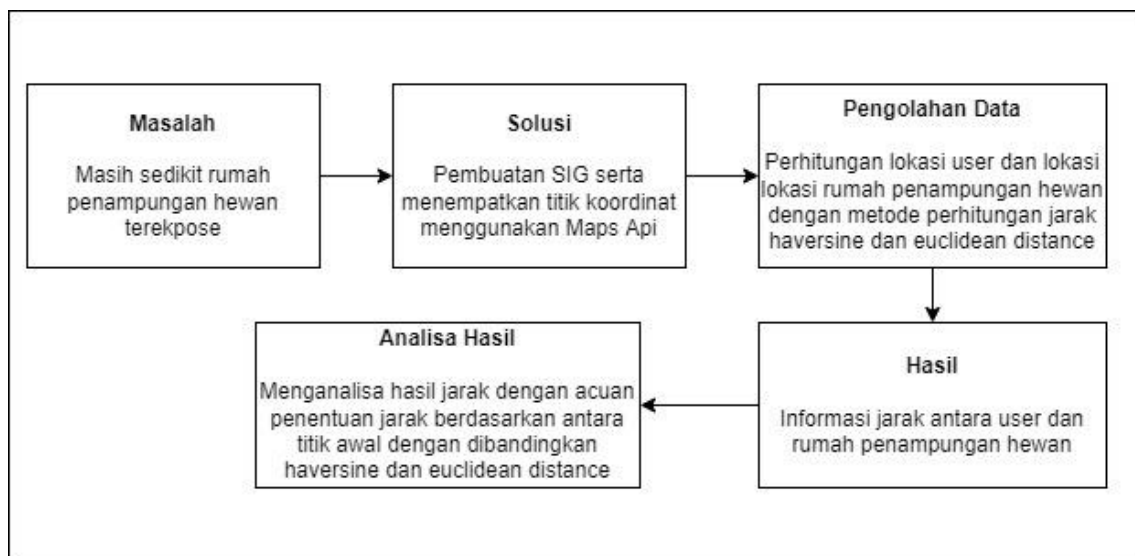
$x2 = \text{Koordinat latitude 2}$

$y1 = \text{Koordinat longitude 1}$

$y2 = \text{Koordinat longitude 2}$

Kerangka berpikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka Berfikir

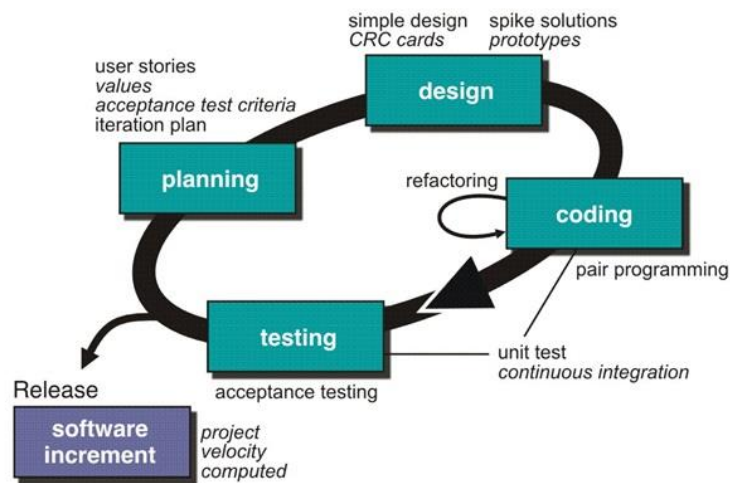
II. Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Proses ini terdiri dari:

1. Metode Pengembangan Sistem

Pada Extreme Programming terdapat 4 framework yang dilakukan diantaranya Perencanaan, Design, Coding dan Pengujian:



Gambar 2 extreme programming [11]

Berikut merupakan proses Extreme Programming:

1) Perencanaan

Kegiatan perencanaan dilakukan dengan mengumpulkan cerita-cerita pengguna, yang menjelaskan tentang keluaran, karakteristik dan fungsi dari perangkat lunak yang dibangun. Kompilasi cerita pengguna memungkinkan tim pengembang untuk memahami konteks bisnis aplikasi yang sedang dikembangkan dan untuk membuat program secara fleksibel untuk memenuhi persyaratan dan fungsionalitas utamanya. Cerita pengguna berfungsi sebagai sarana komunikasi antara pelanggan dan tim pengembangan, memungkinkan perbaikan dilakukan selama fase perencanaan.

2) Design

Design XP mengikuti prinsip KIS (Keep it Simple). Design yang sederhana lebih disukai daripada desain yang kompleks. Untuk desain yang kompleks, XP menyarankan untuk menggunakan Spike Solution, di mana desain langsung ke intinya. XP juga mendukung refactoring, proses mengubah software sistem menjadi lebih sederhana.

3) Coding XP

Coding XP dimulai dengan melakukan serangkaian tes, tes yang dilakukan harus fokus pada implementasi untuk lulus tes. Di XP, pemrograman berpasangan juga direkomendasikan, di mana dua pemrogram menulis program pada satu komputer untuk mendapatkan pemecahan masalah waktu nyata dan jaminan kualitas waktu nyata.

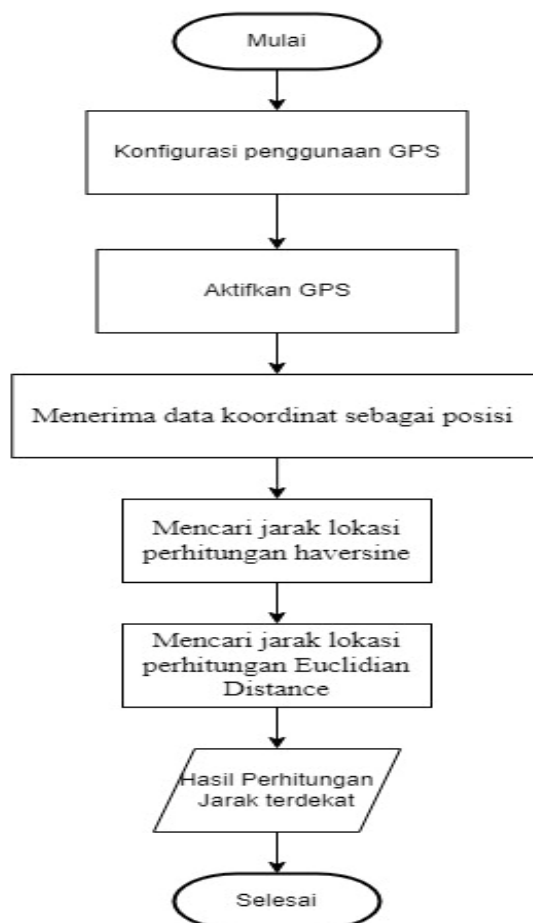
4) Pengujian

Pengujian unit dilakukan melalui pengujian kode. XP juga menyarankan untuk melakukan customer test, yaitu pengujian yang dilakukan oleh pelanggan yang berfokus pada fitur dan fungsionalitas sistem secara menyeluruh. Tes pelanggan ini didasarkan pada penerapan cerita pengguna.1

Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan strategi pengumpulan data dengan mengolah studi dari buku, literatur, catatan, dan laporan yang relevan. Dalam penelitian ini, penulis melakukan studi pustaka dengan mengumpulkan referensi dari buku-buku yang membahas metode *Euclidean Distance* dan metode *Haversine*.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 Diagram alir penelitian

Gambar 3 menunjukkan diagram alir dari sistem yang dibangun. Termasuk perhitungan Rumus Haversine dan Jarak Euclidean, yang proses perhitungannya dijelaskan pada Bagian 4 poin 1 dan 2

III. Hasil Dan Pembahasan

Perhitungan Jarak Secara Manual

Jarak antar dua koordinat sebenarnya dihitung secara manual. Jarak yang disediakan oleh perhitungan manual ini berfungsi sebagai patokan untuk akurasi yang digunakan oleh setiap program untuk menghitung jarak.

Haversine

Selanjutnya, hitung jarak menggunakan rumus haversine dengan koordinat dari Tabel 3 sampel data.

$$a = \sin^2(\Delta \text{lat} / 2) + \cos(\text{lat}1) \cdot \cos(\text{lat}2) \cdot \sin^2(\Delta \text{long} / 2)$$

$$d = 2r \cdot \arcsin(\sqrt{a})$$

Keterangan :

$$d = \text{Jarak}$$

$$r = \text{Jari - jari bumi}$$

$$\Delta \text{lat} = \text{Besaran perubahan latitude}$$

$$\Delta \text{long} = \text{Besaran perubahan longitude}$$

Perhitungan dengan sample data :

$$d = 2r \cdot \arcsin(\sqrt{a})$$

Dimana,

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta \text{lat}}{2}\right) + \cos(\text{lat}1) \cdot \cos(\text{lat}2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta \text{long}}{2}\right)$$

Sehingga,

$$d = 2r \cdot \arcsin \sqrt{\sin^2\left(\frac{6,177581448}{2}\right) + \cos(0,994193146) \cdot \cos(0,994201574) \cdot \sin^2\left(\frac{0,012303037}{2}\right)}$$

$$d = 2,76561197 \text{ km}$$

Euclidean Distance

Langkah selanjutnya adalah menghitung jarak dengan menggunakan perhitungan Euclidean dari Tabel 3 sampel data.

$$\text{Keterangan : } d = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2}$$

$$d = \text{Jarak}$$

$$x1 = \text{Koordinat latitude 1}$$

$$x2 = \text{Koordinat latitude 2}$$

$$y1 = \text{Koordinat longitude 1}$$

$$y2 = \text{Koordinat longitude 2}$$

Perhitungan dengan sample data:

$$d = \sqrt{(\text{lat}1 - \text{lat}2)^2 + (\text{long}1 - \text{long}2)^2} \cdot (1 \text{ derajat bumi})$$

Sehingga,

$$d = \sqrt{(-6,17758145 - (-6,173092464))^2 + (106,7089429 - 106,6843368)^2} \cdot (111,322 \text{ km})$$
$$d = 2,784332498 \text{ km}$$

Membandingkan Hasil Perhitungan Setiap Metode dengan Perhitungan Jarak Manual

Hasil perhitungan jarak setiap metode dibandingkan dengan perhitungan jarak manual menggunakan Google Maps untuk mengetahui perbedaan hasil perhitungan jarak masing-masing metode.

1. Hasil Tabel Perhitungan Antara Haversine dan Euclidian Distance dengan hasil tetap manual menggunakan google maps

Hasil Tabel Perhitungan Jarak Haversine dan Euclidian Distance dengan hasil tetap manual menggunakan google maps untuk mendapatkan Hasil akurasi dari masing-masing metode penghitungan jarak, akurasi penghitungan jarak, yang kemudian akan dibandingkan secara manual menggunakan google maps untuk melihat metode mana yang lebih baik untuk mengidentifikasi lokasi terdekat dengan tempat penampungan hewan

2. Menghitung tingkat presentase Akurasi

$$\text{akurasi} = \frac{A-A^2}{A} \times 100 \%$$

Dimana, A yaitu nilai tetap yang didapatkan secara manual menggunakan google maps, dan A² yaitu nilai hasil yang didapat dari perhitungan menggunakan haversine maupun Euclidean distance.

Tabel 1 Perbandingan Euclidian Distance dengan nilai manual menggunakan google maps

No	Latitude	Longitude	Manual	Euclidean Distance	Ketepatan
1	-6,173092464	106,6843368	2,768072	2,784332	99,42%
2	-6,153630649	106,7087115	2,655418	2,666303	99,59%
3	-6,15885654	106,6299788	8,980143	9,033965	99,40%
4	-6,176886408	106,708452	0,094784	0,094722	100,07%
5	-6,178148417	106,7074397	0,017847	0,017776	100,40%
				Rata-Rata	
				Ketepatan :	99,78%

Tabel 2 Perbandingan Haversine dengan nilai manual menggunakan google maps

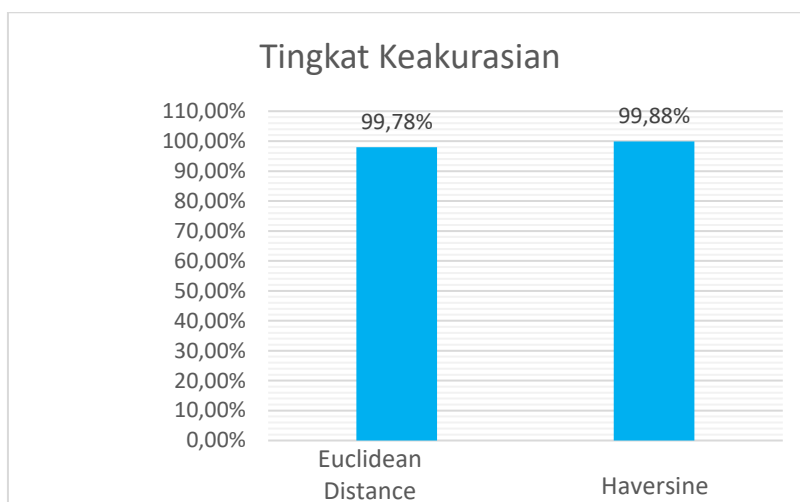
No	Latitude	Longitude	Manual	Haversine	Ketepatan
1	-6,173092464	106,6843368	2,768072	2,765611	99,91%
2	-6,153630649	106,7087115	2,655418	2,663334	100,30%
3	-6,15885654	106,6299788	8,980143	8,974443	99,94%
4	-6,176886408	106,708452	0,094784	0,094435	99,63%
5	-6,178148417	106,7074397	0,017847	0,017776	99,60%
				Rata-Rata	
				Ketepatan :	99,88%

Tabel 3 Sample data

	Latitude	Longitude
Titik Awal	-6,177581448	106,7089429
Tujuan 1	-6,173092464	106,6843368
Tujuan 2	-6,153630649	106,7087115
Tujuan 3	-6,15885654	106,6299788
Tujuan 4	-6,176886408	106,708452
Tujuan 5	6,178148417	106,7074397

Hasil Grafik Rata Rata Ketepatan

Dari hasil pada pengujian tingkat ketepatan setiap metode perhitungan dengan membandingkan jarak sebenarnya dengan referensi google maps, perhitungan dengan haversine memiliki akurasi tertinggi yaitu 99,88% dibandingkan Euclidean yang memiliki persentase akurasi 99,78%.



Gambar 4 Grafik Tingkat Keakurasian

IV. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan pada jarak Euclidean memiliki nilai rata-rata akurasi 99,78% dan haversine didapatkan bahwa nilai rata-rata ketepatan 99,88% dengan dibandingkannya menggunakan pengukuran jarak google maps, dari hasil perhitungan tersebut kesimpulannya yaitu haversine mempunyai rata-rata yang lebih tinggi ketepatannya dibandingkan Euclidian distance

Saran

Berikut ini yaitu ada beberapa saran diajukan untuk penelitian selanjutnya:

1. Penghitungan/pengujian masih dilakukan secara manual dengan fitur-fitur yang ada di google maps, diharapkan dapat dikembangkan dengan menggunakan fitur/metode lain untuk penghitungan/pengujian yang akurat dan presisi
2. Dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan dengan beberapa metode perhitungan jarak sehingga mencapai tingkat ketelitian yang lebih presisi sehingga mendapatkan hasil yang maksimal
3. Pengujian dapat dilakukan pada studi kasus lain, selain menghitung jarak di permukaan bumi untuk memperoleh data dan mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode antar jarak.

V. Daftar Pustaka

- [1] Miftahuddin Yusup, Uaroh Sofia, Karim Fahmi Rabiul, 2020, "Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean Haversine Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan (Studi Kasus : Institut Teknologi Nasional Bandung)", J.Tekno. Inf, vol.14, no.2, pp.69-77, doi:<https://doi.org/10.36787/jti.v14i2.270>

- [2] R. H. D. Putra, H. Sujiani, N. Safriadi, 2015, "Penerapan Metode Haversine Formula Pada Sistem Informasi Geografis Pengukuran Luas Tanah", *J. Sist. dan Teknol. Inf*, vol.10, no.2, pp.1262-1270, <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/12904>
- [3] H. Chandra, H. K. Dwi, C. H. Prillysca, 2020, "Implementasi Haversine Formula Untuk Pembuatan SIG Jarak Terdekat RS Rujukan Covid-19", *J. Resti*, vol.4, no.5, pp.874-883, <http://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/2255>
- [4] M. I. Sa'ad, M. Surahmanto, M. R. P. Soemari, Kusri, M. S. Mustafa, 2020, "Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kost-Kosan Menggunakan Metode Formula Haversine", *J. Sains Komp & Inf (J-SAKTI)*, vol.4, no.1, pp.54-65, <http://tunasbangsa.ac.id/ejurna/jsakti/>
- [5] Pamungkas, C. A, 2019, "Aplikasi Penghitung Jarak Koordinat Berdasarkan Latitude Dan Longitude Dengan Metode Euclidean Distance Dan Metode Haversine", *Informa Politeknik Indonusa Surakarta*, vol.5, no.2, pp8-13, <https://informa.poltekindonusa.ac.id/index.php/informa/article/view/74>
- [6] Farid, Yunus. Y, 2017, "Analisa Algoritma Haversine Formula Untuk Pencarian Lokasi Terdekat Rumah Sakit Dan Puskesmas Provinsi Gorontalo". *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 9, no. 3, pp. 353-355, <https://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/ILKOM/article/view/178>
- [7] M. A. Nur, N. Wardhani, 2018 "Penerapan Formula Haversine dalam Perhitungan Luas Wilayah Menggunakan Koordinat Google Maps," *J. IT*, vol.9, no.1, pp.58-64, <https://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/1024138>
- [8] Maharani, S, Harsa K, A, Nalarwati, A. T, 2017, "Sistem Informasi Geografi (SIG) Pencarian ATM Bank Kaltim Terdekat Dengan Geolocation Dan Haversine Formula Berbasis Web" *JURNAL INFOTEL*, vol.9,no.1,pp.1-8, doi: 10.20895/infotel.v9i1.13
- [9] C. Veness, 2019, "Calculate Distance and Bearing Between Two Latitude/Longitude Points Using Haversine Formula", MIT Open Source, <https://www.movabletype.co.uk/scripts/latlong.html>
- [10] Sa'ad M. I, Surahmanto M, Soemari, M. R. P, Mustafa M. S, 2020, "Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Kost-Kosan Menggunakan Metode Formula Haversine", *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, vol.4, no.1, pp.54. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v4i1.187>
- [11] A. Supriyatna, 2018, "Metode Extreme Programming Pada Pembangunan Web Aplikasi Seleksi Peserta Pelatihan Kerja", *J. Tek. Inform*, vol. 11, no.1, pp. 1-18
- [12] Derisma, Firdaus, Yusya R. P, 2016, "Perancangan Ikat Pinggang Elektronik Untuk Tunanetra Menggunakan Mikrokontroller Dan Global Positioning System (Gps) Pada Smartphone Android". *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol.5, no.2, pp.130-136
- [13] Mustofa, Zaenal, Suasana, Imam Saufik, 2018, "Algoritma Clustering K-Medoids Pada E-Government Bidang Information dan Communication Technology Dalam Penentuan Status Edgi, *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol.9, no.1, pp.1-10
- [14] Hidayat Muhammad, Wahab Abdi, 2019, "Aplikasi Sales Busa Clean Laundry Management Berbasis Website Pada Bisnis Usaha Jasa Laundry Dengan Metode Extreme Programming", *Jukomika (Jurnal Ilmu Komputer dan Komunikasi)*, vol.1, no.1.