

PERBANDINGAN METODE PERHITUNGAN JARAK EUCLIDEAN, HAVERSINE, DAN MANHATTAN DALAM PENENTUAN POSISI KARYAWAN (STUDI KASUS : INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG)

Yusup Miftahuddin¹, Sofia Umaroh², Fahmi Rabiul Karim³

^{1,2,3}Institut Teknologi Nasional Bandung

¹yusufm@itenas.ac.id

²sofia.umaroh@itenas.ac.id

³fahmirk@gmail.com

Abstrak - Kinerja karyawan merupakan hal yang diperhatikan di dalam instansi. Institut Teknologi Nasional Bandung merupakan salah satu instansi dengan jumlah karyawan yang banyak, sehingga sulit dilakukan pemantauan keberadaan seluruh karyawan. Salah satu alternatif dalam mengatasi masalah tersebut adalah pembuatan sistem untuk memantau lokasi keberadaan karyawan dengan memanfaatkan *smartphone* untuk pengambilan titik koordinat. Pada era modern ini *smartphone* merupakan barang yang hampir tidak pernah ditinggalkan. Dengan memanfaatkan titik koordinat, perhitungan jarak dapat dihitung dengan menggunakan 3 metode yaitu *euclidean*, *manhattan*, dan *haversine*. Dari pengujian yang telah dilakukan, rata-rata waktu yang diperlukan untuk proses pengiriman koordinat dari *smartphone* ke *database* sistem adalah 0,9 detik. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan ketiga metode berdasarkan keakurasian dan waktu. Perbandingan tingkat keakurasian dilakukan dengan membandingkan persentase *error* hasil perhitungan jarak dengan pengukuran secara manual menggunakan pita ukur. Hasil akhir dari pengujian tiga metode tersebut diperoleh bahwa metode perhitungan *Manhattan* membutuhkan waktu pengolahan data yang paling cepat dalam pengujian 100 data yaitu 0,00034045 detik. Metode perhitungan *Haversine* menghasilkan akurasi perhitungan jarak tertinggi yaitu 98,66%. Dan metode perhitungan *Haversine* menghasilkan akurasi keputusan tertinggi dalam menentukan keputusan lokasi keberadaan karyawan yaitu 90%. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan pemilihan metode perhitungan jarak bagi para peneliti.

Kata kunci : pelacakan karyawan, perhitungan jarak, *euclidean distance*, *manhattan distance*, *haversine formula*.

Abstract - Employee performance is a matter of concern within the agency. The Bandung National Institute of Technology is one institution with a large number of employees, making it difficult to monitor the whereabouts of all employees. One alternative in overcoming the problem is the creation of a system to monitor the location of employees by utilizing smartphones to capture coordinates. In this modern era smartphone is an item that is almost never left. By utilizing coordinate points, distance calculation can be calculated using 3 methods namely *euclidean*, *manhattan*, and *haversine*. From the tests that have been done, the average time required for the sending of coordinates from the smartphone to the system database is 0.9 seconds. In addition, this study aims to compare the three methods based on accuracy and time. Comparison of the level of accuracy is done by comparing the percentage of error calculation results with the distance measurement manually using a measuring tape. The final results of the three methods test was obtained that the Manhattan calculation method requires the fastest data processing time in testing 100 data that is 0,00034045 seconds. The Haversine calculation method produces the highest distance calculation accuracy which is 98.66%. And the Haversine calculation method produces the highest decision accuracy in determining the location of the employee's decision that is 90%. The results of this study can be used as consideration for the selection of distance calculation methods for researchers.

Keywords : employee tracking, distance calculation, *euclidean distance*, *manhattan distance*, *haversine formula*.

1. PENDAHULUAN

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia atau disingkat KBBI, karyawan adalah orang yang bekerja pada suatu lembaga (kantor, perusahaan, dan sebagainya) dengan mendapat gaji (upah). Dalam melakukan pekerjaannya, ada karyawan yang diharuskan bepergian keluar instansi, bergerak bebas di dalam lingkup instansi, dan di dalam lingkup ruangan/kantor.

Menurut pihak Biro Sumber Daya Manusia Itenas (2020) sering didapati karyawan non-akademik yang suka mencuri waktu untuk pergi tanpa izin di tengah jam kerja. Selain itu, hilangnya karyawan di tengah jam kerja akan mempengaruhi efisiensi kerja. Apabila terdapat instruksi langsung dari kepala unit, tidak dapat langsung dikerjakan. Dan mengenai fasilitas fingerprint sebagai pemantau kehadiran yang tersedia di Itenas, masih sering didapati permasalahan.

Meninjau dari permasalahan tersebut, peneliti ingin menerapkan metode perhitungan jarak antara dua titik untuk menghitung jarak posisi karyawan terhadap pusat Iteas dengan memanfaatkan koordinat yang didapatkan dari *smartphone* karyawan, dimana apabila jarak yang didapatkan melebihi jarak optimal yang telah ditentukan maka karyawan dianggap berada di luar kampus. Penerapan metode perhitungan jarak telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, namun hasil tingkat keakuratan yang didapatkan berbeda-beda tergantung dengan setiap studinya.

Pada tahun 2019, Nishom melakukan penelitian mengenai perbandingan akurasi dari hasil *clustering* data, dimana dilakukan metode perhitungan jarak yang berbeda, yaitu *euclidean*, *manhattan*, dan *minkowski*. Dalam studi kasus *clustering* data status disparitas kebutuhan guru di kota Tegal ini, *euclidean* menghasilkan tingkat akurasi tertinggi yaitu 84,47%, *manhattan* dan *minkowski* sebesar 83,85% (Nishom, 2019).

Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Ismail, dkk. pada tahun 2019, metode perhitungan jarak diterapkan pada sistem pengenalan wajah yang mana perhitungan jarak dilakukan untuk mencari nilai terdekat dari matriks hasil ekstraksi fitur wajah. Didapatkan bahwa penerapan perhitungan *euclidean* menghasilkan tingkat akurasi 82%, *manhattan* 84%, dan *chi square* 80% (Yushar, Purnama, Sutardi, & Aksara, 2019).

Adapula penelitian perhitungan jarak dalam studi kasus presensi online yang dilakukan oleh Aldy dkk. pada tahun 2019 yang menerapkan perhitungan *haversine* untuk melakukan perhitungan jarak. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa implementasi *haversine* sebagai penghitung jarak berhasil dilakukan (Aldya, Rahmatullah, & Fachurroji, 2019). Namun penelitian yang dilakukan Aldy masih belum menghasilkan titik terang, dimana dalam penelitian yang dilakukan oleh Canggih pada tahun 2019 mengenai perbandingan tingkat akurasi dalam penghitung jarak dengan memanfaatkan koordinat latitude dan longitude dengan menerapkan perhitungan *euclidean* dan *haversine* didapatkan kesimpulan bahwa keduanya menghasilkan tingkat akurasi yang sama dalam ketelitian 0,01 kilometer (Pamungkas, 2019).

Berdasarkan penelitian terdahulu, selain menerapkan metode perhitungan jarak dalam penentuan posisi karyawan, peneliti ingin membandingkan tingkat akurasi yang lebih detail pada perhitungan jarak *euclidean* dan *haversine*. Selain itu, akan dibandingkan juga perhitungan *manhattan*, yang mana dalam penelitian yang dilakukan oleh Ismail dkk. pada sistem pengenalan wajah, *manhattan*

menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *euclidean*. Dengan adanya penelitian ini, peneliti berharap hasil analisis perbandingan tiga metode perhitungan jarak dapat bermanfaat untuk penelitian berikutnya dalam melakukan penelitian untuk studi kasus yang sama.

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan jarak antara koordinat karyawan yang didapatkan dari *smartphone* dengan koordinat titik pusat Iteas, dengan metode perhitungan jarak yang diterapkan adalah *euclidean*, *manhattan*, dan *haversine*. Hasil jarak yang didapatkan dari perhitungan tiga metode tersebut akan divalidasi dengan dibandingkan terhadap hasil dari pengukuran jarak menggunakan pita ukur dengan ketelitian 1 milimeter. Kemudian dilakukan perhitungan persentase kesalahan dari setiap metode untuk mendapatkan tingkat akurasinya.

Penelitian dilakukan di lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung. Selain untuk mengetahui tingkat akurasi dari setiap metode perhitungan jarak, dilakukan juga implementasi pengambilan koordinat di dalam dan di luar kampus untuk mengetahui ketepatan keputusan yang diambil oleh sistem apabila sistem ini diimplementasikan. Dalam penentuan keputusan posisi, diberlakukan jarak optimal posisi di dalam kampus berdasarkan jarak terjauh dari titik pusat ke batas area Iteas, sehingga area optimal di dalam kampus akan memiliki bentuk lingkaran. Hal tersebut dilakukan karena bentuk wilayah Iteas yang tidak menentu.

Dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran waktu pengolahan data dari setiap metode perhitungan jarak. Sehingga kinerja dari setiap metode perhitungan dapat dianalisis berdasarkan tingkat akurasi perhitungan jarak, tingkat akurasi ketepatan keputusan, dan lamanya waktu pengolahan data. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap waktu yang diperlukan *smartphone* untuk melakukan pengiriman data koordinat ke sistem.

2. KAJIAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS

A. Penelitian Terkait

Annisa Shinta dan Titin Fatimah pada tahun 2019 melakukan penelitian perhitungan jarak *euclidean* untuk aplikasi presensi siswa yang berstudi kasus di PT. Samudera Anugrah. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa proses presensi menggunakan teknologi *GPS* pada *smartphone* dapat lebih akurat dan aman karena terhindar dari kecurangan yang dapat terjadi (Ahmasetyosari & Fatimah, 2018).

B. Perhitungan Jarak Koordinat

Koordinat yang umum digunakan dalam menentukan posisi dalam peta adalah *latitude* dan *longitude*. *Latitude* adalah garis yang melintang

diantara kutub utara dan selatan yang menghubungkan sisi timur dan barat bagian bumi (khatulistiwa). Sedangkan *Longitude* adalah garis yang menghubungkan antara sisi utara dan sisi selatan bumi (kutub). Koordinat *latitude* dan *longitude* dapat dijadikan variabel guna melakukan perhitungan jarak antara dua buah titik lokasi apabila dibentangkan garis lurus diantara keduanya (Yulianto, Ramadiani, & Kridalaksana, 2018).

C. Euclidean Distance

Euclidean distance adalah perhitungan untuk mengukur jarak dua titik dalam *euclidean space* yang mempelajari hubungan antara sudut dan jarak (Derisma, Firdaus, & Yusya, 2016). Dalam matematika *euclidean distance* digunakan untuk mengukur dua titik dalam satu dimensi yang memberikan hasil seperti perhitungan *pythagoras* (Mustofa & Suasana, 2018).

Berikut adalah persamaan *euclidean distance*:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

- d = Jarak
- x_1 = Koordinat latitude 1
- x_2 = Koordinat latitude 2
- y_1 = Koordinat Longitude 1
- y_2 = Koordinat Longitude 2

D. Haversine Formula

Haversine formula adalah metode perhitungan jarak antara dua titik di bumi berdasarkan panjang garis lurus antara dua titik tanpa mengabaikan kelengkungan bumi (Farid & Yunus, 2017). Berikut adalah persamaan *haversine formula*:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (2)$$

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

Keterangan :

- d = Jarak
- r = Jari-jari bumi
- Δlat = besaran perubahan latitude
- $\Delta long$ = besaran perubahan longitude

E. Manhattan Distance

Manhattan distance adalah metode perhitungan jarak pada ruang jarak dengan menerapkan konsep selisih mutlak (Buaton, Sundari, & Maulita, 2016).

Berikut adalah persamaan *manhattan distance*:

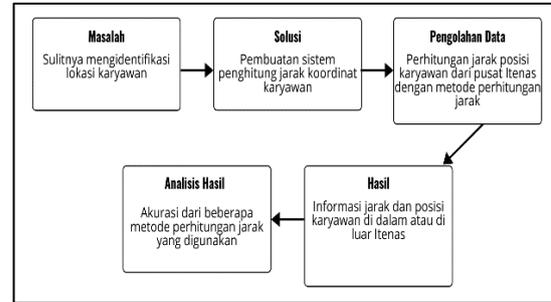
$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (3)$$

Keterangan :

- $d(x,y)$ = Jarak
- x = koordinat lokasi 1
- y = koordinat lokasi 2

F. Kerangka Berpikir

Adapun kerangka berpikir dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1 berikut :

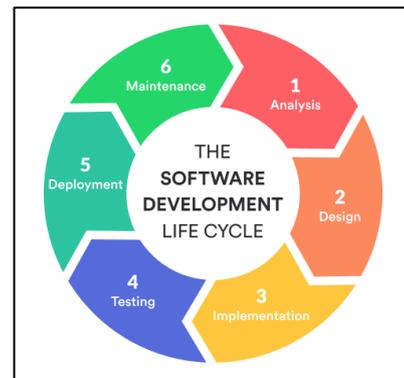


Gambar 1. Kerangka berpikir

3. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Pengembangan sistem ini mengimplementasikan metode *Software Development Life Cycle Agile* atau disingkat *SDLC Agile*. *SDLC* ini cocok digunakan untuk membangun sistem jangka pendek yang memerlukan kemampuan adaptasi yang cepat terhadap perubahan. Tahapan dari *SDLC Agile* diperlihatkan pada Gambar 2.



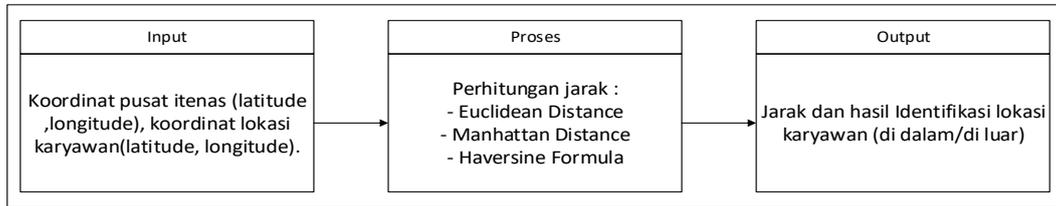
Gambar 2. SDLC Agile (Sumber : mlsdev.com)

Tahap pertama pada pembangunan ini adalah analisis kebutuhan sistem. Tahap kedua dilanjutkan ke tahap desain, yaitu dilakukan penerjemahan kebutuhan sistem ke sebuah perancangan desain perangkat lunak. Tahap ketiga adalah implementasi, yaitu dilakukan proses penerjemahan perancangan desain ke dalam bahasa yang dimengerti oleh mesin dengan menggunakan kode bahasa pemrograman. Tahap keempat adalah pengujian, yaitu dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat, kemudian dilakukan pengujian guna mengetahui kesesuaian software yang telah dibuat dengan perancangan desain yang telah dibuat sebelumnya. Tahap kelima adalah penyebaran, yaitu dilakukan uji coba aplikasi. Tahap keenam merupakan tahap

Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan (Studi Kasus : Institut Teknologi Nasional Bandung)

pemeliharaan, yaitu dilakukan pemeliharaan aplikasi termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya. Apabila ditemukan kesalahan atau kekurangan pada aplikasi

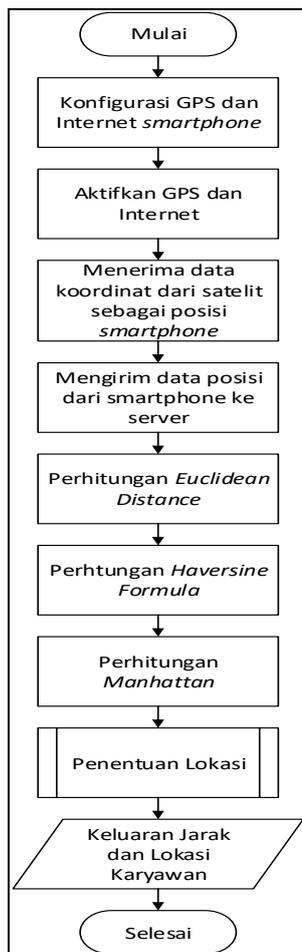
B. Blok Diagram



Gambar 3. Blok Diagram

Pada Gambar 3 diperlihatkan blok diagram dari sistem yang dibangun. Masukan pada sistem adalah nilai koordinat latitude dan longitude posisi pusat itenas dan posisi karyawan yang didapatkan dari smartphone karyawan. Kemudian dilakukan perhitungan jarak dengan perhitungan *euclidean distance*, *manhattan distance*, dan *haversine* formula. Keluaran yang dikeluarkan adalah jarak dan keterangan lokasi karyawan.

C. Diagram Alir

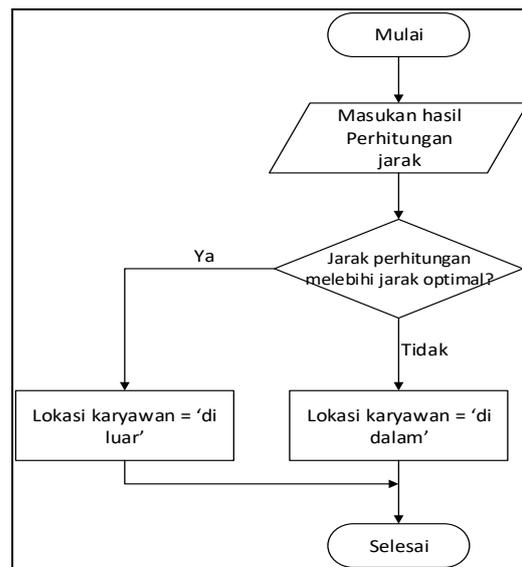


Gambar 4. Diagram Air Sistem

maka dilakukan iterasi ke tahap awal yaitu tahap analisis kebutuhan, sampai sistem aplikasi benar-benar selesai.

Pada Gambar 4 diperlihatkan diagram alir dari sistem yang dibangun. Di dalamnya terdapat perhitungan *Euclidean Distance*, *Haversine Formula*, dan *Manhattan*, yang mana proses perhitungannya dijelaskan pada Bagian 3 poin F1 s.d. F3.

Selain itu terdapat subproses penentuan lokasi. Subproses penentuan lokasi akan dijabarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Diagram Alir Penentuan Lokasi

D. Tahap Penentuan Koordinat Pusat

Digunakan data koordinat wilayah terluar Itenas pada setiap mata angin untuk dilakukan perhitungan penentuan koordinat pusat. Koordinat area terluar ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat wilayah terluar

Sisi	Latitude	Longitude
Barat	-6,896457	107,635184
Utara	-6,895957	107,635637
Timur	-6,896601	107,637756
Selatan	-6,898402	107,636999

Penentuan koordinat pusat dilakukan menggunakan perhitungan median sebagai berikut:

$$medianLat = \frac{latUtara+latSelatan}{2} \quad (4)$$

$$medianLong = \frac{longBarat+longTimur}{2} \quad (5)$$

Menghasilkan nilai koordinat pusat (-6,8971795, 107,63647).

E. Penentuan Jarak Optimal

Melihat kondisi geografis itenas yang memiliki jarak berbeda antara titik pusat dengan titik terjauh ke setiap arah, maka diberlakukan toleransi jarak yang dihitung dengan cara mencari selisih jarak terjauh area itenas terhadap titik pusat dan jarak terdekat terhadap titik pusat. Jarak terjauh adalah 183,46 meter dan jarak terdekat adalah 115,32 meter. Sehingga toleransi jarak untuk area disekitar itenas yang diberikan adalah 0-68,14 meter, dengan jarak optimal di dalam area itenas sebesar 183,46 meter.

F. Tahap Perhitungan Jarak

Data yang telah tersimpan di database lokal akan diolah untuk mendapatkan jarak antara koordinat data dan pusat itenas. Dilakukan tiga metode perhitungan jarak yaitu *Euclidean*, *Manhattan*, dan *Haversine*. Akan dilakukan contoh perhitungan jarak menggunakan setiap metode terhadap data pada tabel 2.

Tabel 2. Sampel data

Koordinat	latitude	longitude
Koordinat Pusat	-6,8971795	107,63647
Koordinat Karyawan	-6,897536468	107,6363645

1. Euclidean Distance

Berikutnya dilakukan perhitungan jarak menggunakan perhitungan *euclidean* dari koordinat pada tabel 2.

$$d = \sqrt{(lat_1 - lat_2)^2 + (long_1 - long_2)^2} \cdot (1 \text{ derajat bumi})$$

Sehingga

$$d = \sqrt{\frac{(-6,8971795 - (-6,897536468))^2 + (107,63647 - 107,6363645)^2}{(111,322 \text{ km})}}$$

$$d = 0,04435 \text{ km}$$

2. Manhattan Distance

Berikutnya dilakukan perhitungan jarak menggunakan perhitungan *manhattan* dari koordinat pada tabel 2.

$$d = \left(\sum_{i=1}^n |koordinat1 - koordinat2| \right) \cdot (1 \text{ derajat bumi})$$

Sehingga,

$$d = \left(\frac{|-6,8971795 - (-6,897536468)| + |107,63647 - 107,6363645|}{(111,322 \text{ km})} \right)$$

$$d = 0,04846 \text{ km}$$

3. Haversine

Berikutnya dilakukan perhitungan jarak menggunakan perhitungan *haversine* dari koordinat pada tabel 2.

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

Dimana,

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right)$$

Sehingga,

$$d = 2r \cdot \arcsin \sqrt{\frac{\sin^2\left(\frac{0,000356968}{2}\right) + \cos(-6,8971795) \cdot \cos(-6,8975365) \cdot \sin^2\left(\frac{0,000105549}{2}\right)}{(111,322 \text{ km})}}$$

$$d = 0,0443 \text{ km}$$

G. Tahap Perhitungan Tingkat Akurasi

1. Perhitungan Jarak Secara Manual

Perhitungan jarak secara manual dilakukan untuk mengetahui jarak antara dua koordinat yang sebenarnya. Yang nantinya jarak yang dihasilkan melalui perhitungan secara manual ini akan menjadi acuan tingkat keakurasian dari perhitungan jarak melalui aplikasi bagi masing-masing metode.

2. Membandingkan Hasil Perhitungan Setiap Metode dengan Perhitungan Jarak Manual

Hasil dari perhitungan jarak setiap metode dibandingkan dengan perhitungan jarak manual untuk mengetahui selisih hasil perhitungan jarak dari setiap perhitungan.

3. Menghitung Persentase Error

Untuk menghitung persentase *error* dari hasil perhitungan, digunakan perhitungan galat relatif dan dikonversi kedalam persentase yang ditunjukkan pada persamaan (6).

$$e = \frac{|a - a^*|}{a} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana *a* adalah nilai jarak sebenarnya dan *a** adalah nilai jarak hasil perhitungan aplikasi.

4. Menghitung Persentase Tingkat Akurasi

Untuk menghitung persentase keakurasian dari hasil perhitungan, digunakan perhitungan yang ditunjukkan pada Persamaan (7)

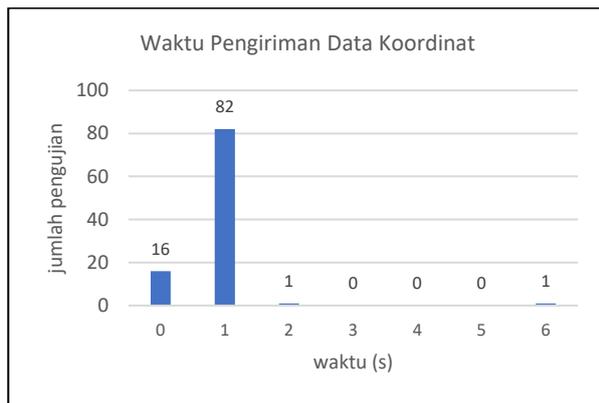
$$keakurasian = 100\% - e \quad (7)$$

Dimana e adalah nilai yang didapatkan dari perhitungan persentase *error*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu Pengiriman Data Koordinat

Dilakukan pengujian waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman data koordinat dari *smartphone* ke database sistem. Dalam pengujian ini server database yang digunakan adalah *mysql* lokal yang mana server dan *smartphone* harus berada dalam satu jaringan yang sama. Dalam pengujian ini dilakukan pengiriman seratus data, dimana satu pengiriman data dilakukan setiap dua puluh detik. Hasil dari pengujian diperlihatkan dalam bentuk grafik pada Gambar 6.



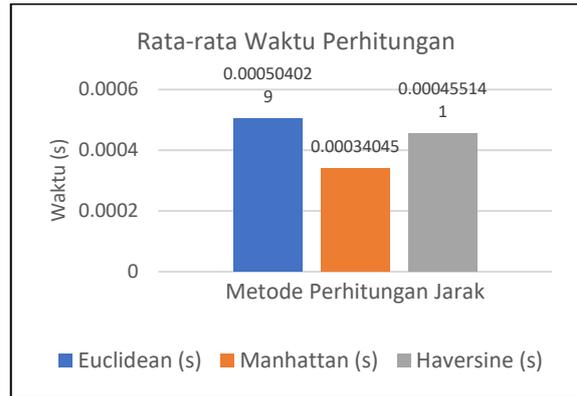
Gambar 6. Grafik Waktu Pengiriman Data Koordinat

Dari hasil pengujian terhadap seratus data yang dihitung waktu proses pengirimannya, diperoleh rata-rata waktu yang diperlukan dalam pengiriman data sebesar 0,9 detik.

B. Waktu Proses Perhitungan Jarak

Dilakukan pengujian untuk mengamati waktu yang diperlukan untuk melakukan proses perhitungan jarak terhadap seratus data, dimana program menghitung waktu sejak pengambilan data pertama hingga menghasilkan keluaran dari data terakhir.

Berikut pada Gambar 7 diperlihatkan grafik rata-rata waktu yang diperlukan untuk proses perhitungan seratus data dalam dua puluh kali percobaan untuk setiap metode perhitungan.



Gambar 7. Grafik Rata-Rata Waktu Perhitungan Jarak

Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata waktu yang diperlukan untuk satu kali perhitungan terhadap 100 data menggunakan metode perhitungan *euclidean* adalah 0,000504029 detik, *haversine* 0,000455141 detik, dan *manhattan* 0,00034045 detik.

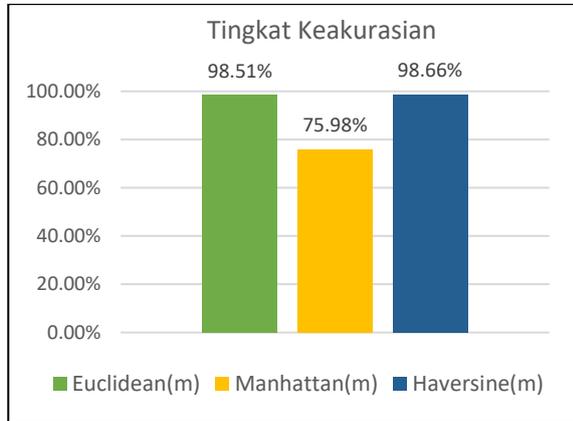
C. Perhitungan Keakurasian Jarak

Dilakukan perhitungan tingkat keakurasian dengan membandingkan jarak yang dihasilkan oleh aplikasi dengan jarak secara manual. Pengukuran jarak manual dilakukan menggunakan pita ukur yang memiliki ketelitian satu milimeter.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Perhitungan Jarak

No.	Manual	Euclidean	Manhattan	Haversine
1	25m	25,46m	30,84m	25,42m
2	25m	25,65m	30,95m	25,61m
3	17m	17,66m	21,71m	17,63m
4	29m	29,19m	35,18m	29,14m
5	26m	27,11m	33,29m	27,07m
6	18m	18,58m	22,49m	18,55m
7	30m	30,81m	37,18m	30,76m
8	41m	41,24m	51,32m	41,17m
9	41m	41,19m	51,65m	41,12m
10	42m	42,41m	52,77m	42,33m
11	10m	10,02m	12,25m	10m
12	20m	20,06m	24,27m	20,03m
13	30m	30,08m	36,51m	30,03m
14	40m	39,86m	47,76m	39,8m
15	45m	45,04m	54,1m	44,97m
16	27m	27,53m	34,96m	27,48m
17	37m	37,48m	46,53m	37,42m
18	18m	18,67m	21,71m	18,52m
19	16m	16,45m	20,37m	16,43m
20	18m	18,49m	22,49m	18,47m
Rata-Rata Selisih		0,41m	6,67m	0,37m

Dari hasil perbandingan pada Tabel 3, dilakukan perhitungan persentase *error* untuk setiap hasil dengan menggunakan Persamaan (6), kemudian menghitung nilai akurasi dengan persamaan (7). Berikut pada Gambar 8 diperlihatkan grafik keakurasian jarak pada pengujian ini yang dihasilkan dari ketiga metode dengan jarak sebenarnya.



Gambar 8. Grafik Toleransi Jarak Setiap Metode

Dari hasil pengujian tingkat keakurasian setiap metode perhitungan yang dibandingkan dengan jarak sebenarnya, perhitungan *haversine* memiliki tingkat keakurasian paling tinggi sebesar 98,66% dengan rata-rata selisih jarak 0,37 meter, *euclidean* sebesar 98,51% dengan rata-rata selisih jarak 0,41 meter, dan *manhattan* sebesar 75,05% dengan rata-rata selisih jarak 6,67 meter.

D. Ketepatan Hasil Pada Aplikasi

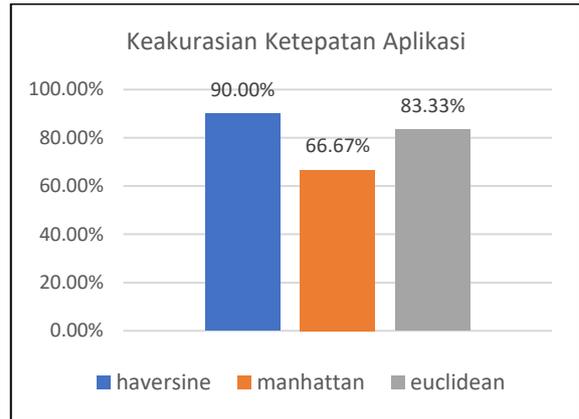
Dilakukan pengujian ketepatan keputusan yang dikeluarkan aplikasi dari setiap metode perhitungan untuk mengukur keakurasian aplikasi apabila diimplementasikan pada kehidupan.

Pengujian dilakukan terhadap enam puluh data koordinat, dimana tiga puluh delapan data berada di dalam jarak optimal dan dua puluh dua data di luar jarak optimal. Poin penting dalam pengujian ketepatan keputusan aplikasi ini adalah sebanyak dua puluh data diambil di area batas jarak optimal.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pengambilan Keputusan

	di dalam	di luar
sebenarnya	38	22
haversine	32	28
manhattan	13	47
euclidean	28	32

Berikut pada Gambar 9 diperlihatkan grafik persentase ketepatan keputusan aplikasi dari tiga metode perhitungan jarak.



Gambar 9. Grafik Ketepatan Keputusan Setiap Metode

Dari grafik pada Gambar 10 diperlihatkan bahwa persentase ketepatan yang dihasilkan tiga metode perhitungan terhadap pengujian enam puluh data dimana dua puluh data koordinat diambil di area terluar Itenas adalah *Euclidean* 83,33%, *Manhattan* 66,67%, dan *Haversine* 90%.

F. Analisis Kinerja Dari Setiap Metode Perhitungan Jarak

Hasil kinerja pada setiap metode perhitungan jarak yaitu waktu pemrosesan, akurasi perhitungan jarak, dan ketepatan pengambilan keputusan pada aplikasi, yang kemudian akan dibandingkan untuk mengetahui metode perhitungan jarak mana yang lebih baik untuk diterapkan dalam aplikasi pengidentifikasi lokasi karyawan ini. Tabel 5 merupakan tabel perbandingan kinerja setiap metode.

Tabel 5. Perbandingan Kinerja

Metode Perhitungan	Waktu Pemrosesan (100 data)	Tingkat Keakurasian	Ketepatan Aplikasi
Euclidean	0,000504029	98,51%	83,33%
Manhattan	0,00034045	75,98%	66,67%
Haversine	0,000455141	98,66%	90,00%

Dari Tabel 5 dinyatakan bahwa metode perhitungan yang paling cepat untuk melakukan proses perhitungan jarak seratus data adalah *Manhattan*, Metode perhitungan yang menghasilkan selisih jarak terkecil dengan perhitungan jarak manual adalah *Haversine* dengan keakurasian sebesar 98,66%, dan metode perhitungan yang akurat dalam penentuan lokasi pada enam puluh data koordinat, dimana dari enam puluh data pengujian terdapat dua puluh data yang diambil pada lokasi perbatasan area terluar Itenas adalah *Haversine* yang menghasilkan akurasi ketepatan sebesar 90%.

G. Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya

Penerapan metode perhitungan jarak pada algoritma *clustering* data yang dilakukan oleh Nishom pada tahun 2019 menyatakan bahwa hasil *clustering* menggunakan perhitungan jarak *euclidean*

menghasilkan tingkat akurasi *clustering* yang lebih besar dibandingkan menggunakan perhitungan jarak *manhattan*, yaitu 84,47% : 83,35%. Hal tersebut sebanding dengan hasil penelitian pengukuran jarak di permukaan bumi ini yang menyatakan bahwa tingkat akurasi *euclidean* lebih tinggi dibandingkan *manhattan*. Dengan demikian didapatkan hasil analisis bahwa dalam studi kasus pengukuran jarak di permukaan bumi dan *clustering* data, perhitungan *euclidean* lebih optimal digunakan daripada *manhattan*.

Penerapan metode perhitungan jarak pada perhitungan jarak kedekatan antara matriks hasil ekstraksi citra untuk sistem pengenalan wajah yang dilakukan oleh Ismail dkk. pada tahun 2019 menyatakan bahwa hasil perhitungan jarak *manhattan* menghasilkan tingkat akurasi hasil pengenalan wajah yang lebih tinggi dibandingkan *euclidean*. Maka dari itu didapatkan hasil analisis bahwa dalam studi kasus perhitungan jarak antara matriks, penerapan metode *manhattan* lebih optimal.

Penerapan metode perhitungan jarak pada pengukuran jarak antara dua titik koordinat yang dilakukan oleh Canggih pada tahun 2019 menyatakan bahwa hasil perhitungan jarak *euclidean* dan *haversine* menghasilkan hasil yang sama. Dalam penelitian tersebut hasil yang ditunjukkan adalah pada ketelitian 0,01 kilometer atau 10 meter. Namun, pada penelitian ini didapatkan hasil yang menunjukkan perbedaan tingkat akurasi antara *euclidean* dan *haversine*, dimana *haversine* menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *euclidean* pada hasil jarak dengan ketelitian 0,01 meter.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian pengambilan data koordinat dengan menggunakan fitur *GPS* pada *smartphone*, didapatkan waktu rata-rata dikirimnya data koordinat sampai tersimpan di *database* sistem adalah 0,9 detik.

Dari tabel perbandingan kinerja pada Tabel 5 disimpulkan bahwa metode perhitungan jarak yang dapat diimplementasikan pada sistem pengidentifikasi lokasi karyawan adalah *Euclidean* dan *Haversine* karena memiliki rata-rata selisih jarak dengan perhitungan sebenarnya sebesar kurang dari 0,5 meter. Sedangkan metode perhitungan *manhattan* yang memiliki rata-rata selisih jarak dengan perhitungan sebenarnya sebesar 6,67 meter dinyatakan tidak cocok diterapkan dalam studi kasus pengidentifikasi lokasi karyawan, karena hal tersebut dapat dijadikan celah kecurangan.

Kemudian, antara *euclidean* dan *haversine* yang memiliki selisih kesalahan yang kecil masih terdapat perbedaan yang menentukan. Dengan implementasi aplikasi di area perbatasan, *haversine* menghasilkan ketepatan keputusan yang lebih akurat.

Hasil dari setiap perhitungan jarak yang berbeda dapat disebabkan oleh konsep setiap metode perhitungan. *Manhattan* menghasilkan deviasi paling besar. Konsep perhitungan jarak *manhattan* yaitu menerapkan konsep pencarian selisih murni antar data. Hal tersebut kurang cocok terhadap perhitungan jarak yang menggunakan variabel koordinat latitude dan longitude. Perhitungan *euclidean* menerapkan konsep *pythagoras* sedangkan *haversine* menerapkan konsep perhitungan jarak pada permukaan bola dengan tidak menghiraukan kemiringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *haversine* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi daripada *euclidean*. Dari hal tersebut didapatkan hasil analisis bahwa perhitungan jarak pada permukaan bumi harus tetap mengikutsertakan kemiringan permukaan bumi.

Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang diusulkan untuk dilakukan pada penelitian selanjutnya :

1. Dapat dilakukan pengujian menggunakan metode perhitungan jarak lain selain perhitungan jarak yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Dapat dilakukan penelitian terhadap perhitungan jarak yang memiliki skala lebih besar untuk menguji kelengkapan pada permukaan bumi.
3. Dapat dilakukan pengujian dalam studi kasus selain perhitungan jarak di permukaan bumi untuk mengetahui keunggulan dan kekurangan setiap metode perhitungan jarak.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Nishom, M. (2019). Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma KMeans Clustering berbasis Chi-Square. *Jurnal Pengebangan IT*, 4(1), 20-24.
- Yushar, I., Purnama, I. P., Sutardi, & Aksara, L. B. (2019). Pengenalan Wajah Berbasis Perhitungan Jarak Fitur LBP Menggunakan Euclidean, Manhattan, Chi Square Distance. *SEMNASITIK*, 386-393.
- Aldya, A. P., Rahmatullah, A., & Fachurroji. (2019). Haversine Formula Untuk Membatasi Jarak Pada Aplikasi Presensi Online. *Jurnal Informasi Sains Dan Teknologi*, 4(2), 171-180.

- Pamungkas, C. A. (2019). Aplikasi Penghitung Jarak Koordinat Berdasarkan Latitude Dan Longitude Dengan Metode Euclidean Distance Dan Metode Haversine. *INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta* 5(2), 8-13.
- Ahmasetyosari, A. S., & Fatimah, T. (2018). Aplikasi Presensi Siswa Pada Pt. Samudera Anugerah Menggunakan Metode Geofencing Dan Perhitungan Jarak Menggunakan Algoritma Euclidean Distance Berbasis Android. *Skanika*, 1(2), 481-485.
- Yulianto, Ramadiani, & Kridalaksana, A. H. (2018). Penerapan Formula Haversine Pada Sistem Informasi Geografis Pencarian Jarak Terdekat Lokasi Lapangan Futsal. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 13(1), 14-21.
- Derisma, Firdaus, & Yusya, R. P. (2016). Perancangan Ikat Pinggang Elektronik Untuk Tunanetra Menggunakan Mikrokontroler Dan Global Positioning System (Gps) Pada Smartphone Android. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 5(2), 130-136.
- Mustofa, Z., & Suasana, I. S. (2018). Algoritma Clustering K-Medoids Pada E-Government Bidang Information And Communication Technology Dalam Penentuan Status Edgi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(1).
- Farid, & Yunus, Y. (2017). Analisa Algoritma Haversine Formula Untuk Pencarian Lokasi Terdekat Rumah Sakit Dan Puskesmas Provinsi Gorontalo. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 353-355.
- Buaton, R., Sundari, Y., & Maulita, Y. (2016). Clustering Tindak Kekerasan Pada Anak Menggunakan Algoritma K-Means Dengan Perbandingan Jarak Kedekatan Manhattan City Dan Euclidean. *Media Informasi Analisa dan Sistem*, 1(2), 47-53.