

Metoda Kalibrasi untuk Sistem Geofencing dengan Poligon Tertutup

Marisa Premitasari¹, Uung Ungkawa¹, Petrick Juliansz Kakalang¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email: petrick_kakalang@mhs.itenas.ac.id

Received 27 Maret 2023 | Revised 5 April 2023 | Accepted 10 April 2023

ABSTRAK

Kalibrasi dari pengukuran suatu alat yaitu modul Global Positioning System (GPS) Neo M8M untuk mendapatkan data posisi keberadaan dari suatu objek. Data yang diambil berupa data live latitude dan longitude dari objek yang dipasang modul tersebut. Sepeda motor sebagai uji coba objek dimana sepeda motor bergerak di dalam lingkungan kampus ITENAS Bandung. Pergerakan objek dibatasi oleh pembatas digital berupa sebuah bangun polygon segi sepuluh. Bila objek berada diluar area polygon, maka sistem akan memberi notifikasi bahwa objek berada diluar area dan begitu juga sebaliknya. Nilai posisi dari sepeda motor dianggap akurat, bila kalibrasi sudah dilakukan dititik-titik yang telah ditetapkan. Titik-titik tersebut yaitu titik ITN 43, ITN 39, ITN 27, ITN 28 dan ITN 14. Pada pagi hari terdapat error akurasi sebesar 0,61%, pada siang error terhitung sekitar 0,85%, pada sore hari terjadi error sekitar 0,82% dan malam, ada kesalahan sekitar 0,61%. Nilai keakuratan posisi GPS sebagai masukan untuk sistem geofencing dengan sepuluh sudut polygon tertutup (decagon) agar sepeda motor dapat terdeteksi didalam atau di luar area.

Kata kunci: Kalibrasi, GPS, Objek bergerak, closed polygon, Geofencing

ABSTRACT

Calibration was carried out from a Global Positioning System (GPS) 's device, namely the Neo M8M Global Positioning System (GPS) module to obtain the data of real object position.. The data has taken from moving object that was installed by the module, yet latitude and longitude object's position at real time. Motorbikes as a test object whereas it was moving around in the ITENAS Bandung campus area. The object movement area was limited by a decagon's digital boundary. If the object's position was outside the the-sided polygon area, then the system will give a notification that the position detected outside and vice versa. The latitude and longitude value considered as accurate values if the calibration has been carried out at five predetermined points, that was ITN 43, ITN 39, ITN 27, ITN 28 and ITN 14. in the morning there was accuracy errors of 0.61%, in the afternoon the error was counted around 0.85%, in the afternoon there was an error of about 0.82% and at night, an error generated about 0.61%. The accuracy of the GPS position as input for a geofencing system with ten closed polygon corners (decagon) so that the motorbike will detected inside or outside the area.

Keywords: Calibration, GPS, Moving object, closed polygon, geofencing

1. PENDAHULUAN

Geofencing merupakan sebuah pembatas digital yang dapat diterapkan untuk memantau pergerakan obyek pada area tertentu, sehingga ketika GPS mendeteksi sebuah obyek yang dipantau melewati batas tersebut, maka sistem akan memberikan notifikasi kepada pemantau. *Geofencing* adalah fitur dari sebuah software atau program yang memanfaatkan komponen “*Global Positioning System (GPS)*” atau “*radio frequency identification (RFID)*” guna menentukan batasan geografi secara *virtual* [1].

Pada umumnya sistem *geofencing* digunakan untuk memantau pergerakan objek seperti kendaraan roda empat agar tetap berada pada jalurnya seperti rental mobil, atau kendaraan roda dua untuk memantau aktivitas curanmor seperti pencurian sepeda motor. Sistem *geofencing* juga bisa digunakan untuk objek bergerak yaitu manusia, sebagai contoh untuk sistem presensi pegawai atau sistem monitoring anak sekolah [2-5].

Ada banyak studi kasus mengenai bentuk *geofencing* yang dijadikan pembatas sesuai dengan kebutuhan pengguna [6-8]. Pada gambar 1 memperlihatkan ilustrasi pembatas *geofencing* dengan mengambil bentuk lingkaran dengan radius tertentu.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem Geofencing [9]

Pada gambar 1 dijelaskan pengguna sedang memonitor objek bergerak melalui sebuah *handphone (smartphone)* dimana objek dapat dimonitor secara live sedang berada di dalam (*entry*) lingkaran *geofencing* yang ditandai dengan lingkaran merah putus-putus, atau berada diluar area (*exit*)

Pembatas *geofencing* selain berbentuk radius dalam sebuah lingkaran, dapat juga berupa area berbentuk segitiga, segiempat, segilima, segienam, mampun segibanyak. Pembatas juga dapat berupa sebuah jalur terbuka yang disebut *open polygon* atau berupa bangunan segibanyak yang disebut *closed polygon*. Setelah membuat pembatas *geofencing* yang menjadi pagar digital, maka sebuah objek yang sedang bergerak dapat dipantau. Untuk memantau objek bergerak dibutuhkan alat yaitu modul GPS yang menghasilkan data longitude, latitude maupun *altitude*. *Latitude* adalah posisi objek pada garis lintang, *Longitude* pada garis bujur, dan *altitude* adalah posisi ketinggian objek yang bisa diabaikan apabila tidak memantau objek yang sedang bergerak pada ketinggian tertentu.

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu [10]. Secara singkat dapat dikatakan proses kalibrasi adalah proses penentuan nilai dari suatu alat ukur yang

dilakukan dengan cara membandingkan nilai alat ukur terhadap nilai yang diinginkan sehingga dihasilkan sebuah nilai yang dapat diterima dengan toleransi *error* minimal.

Pengambilan data secara *live* untuk posisi *longitude*, *latitude* dan *altitude* pada objek yang sedang bergerak membutuhkan tingkat akurasi pengambilan data yang tinggi dengan *error ratio* seminimal mungkin. Bila data terukur diambil dari modul GPS dan diolah pada alat lain seperti *smartphone*, sistem *geofencing* akan menimbulkan dua *error ratio*, yaitu *error ratio* dari modul GPS dan juga dari *smartphone*. Sebelum alat-alat tersebut dipasang pada sistem *geofencing*, perlu adanya kalibrasi alat untuk mencari nilai terkecil dari toleransi alat yang dipasang. Pada penelitian ini proses kalibrasi dilakukan melalui sebuah modul GPS jenis Neo M8M yang diukur pada lima titik koordinat sesuai dengan koordinat *benchmark* dari Teknik Geodesi ITENAS yaitu ITN43, ITN39, ITN27, ITN28, ITN14. Kelima titik tersebut berada di dalam sebuah pembatas *digital* dimana pada penelitian ini. dirancang untuk area lingkungan ITENAS. Pembatas *digital* mengambil bentuk sebuah bangunan *polygon* segisepuluh (*decagon*) terdiri dari sepuluh titik sudut, dimana titik-titiknya juga disesuaikan dengan koordinat *benchmark* (Gambar 2). Kalibrasi akan dilakukan pada waktu pagi, siang sore dan malam di lima titik koordinat tersebut. Hasil proses kalibrasi akan ditampilkan ke sebuah mini komputer seri Arduino UNO secara *live* [11]. Hasil proses kalibrasi yang berupa data *latitude* dan *longitude* objek bergerak akan menjadi masukan untuk sistem *geofencing* untuk dihitung dengan formula heron dan *haversine* sehingga didapat informasi posisi objek apakah berada di dalam pembatas *digital polygon* atau di luar pembatas sesuai dengan bentuk bangunan *polygon* yang sudah ditetapkan.

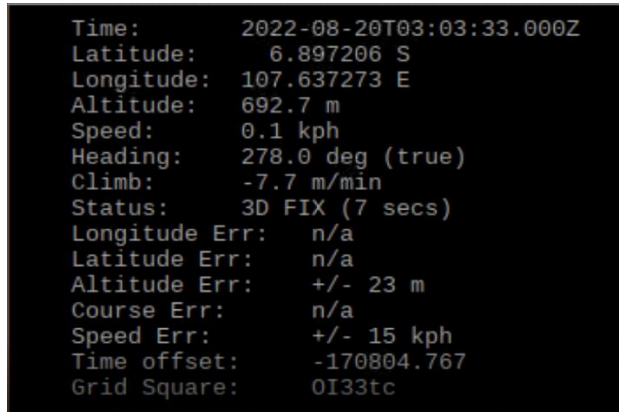
Menurut uraian latar belakang penelitian yang dilakukan oleh Saudara Nugraha [1], dalam menjawab permasalahan ketepatan posisi kendaraan, sering selalu adanya kesalahan posisi kendaraan pada maps dan penggunaan *Geofencing* sebagai aplikasi implementasi, maka dari itu proses kalibrasi disini menjadi langkah awal dan utama dalam sistem *geofencing* agar nilai akurasi posisi objek bergerak mendekati angka 100%.

2. METODOLOGI PENELITIAN

GPS atau kependekan dari *Global Positioning System* adalah suatu sistem radio navigasi penentuan lokasi menggunakan satelit [12]. Dengan bantuan satelit, nilai posisi akan diperoleh dengan koordinat 3 dimensi (x = Latitude, y =Longitude, z =Altitude). GPS sendiri merupakan alat navigasi elektronik yang menerima informasi dari 4 - 12 satelit sehingga GPS bisa memperhitungkan posisi di mana kita berada di Bumi. Setiap daerah di atas permukaan bumi ini minimal terjangkau oleh 3-4 satelit. Pada penelitian ini proses kalibrasi dilakukan dengan menggunakan modul GPS Neo M8M yang mampu membaca 3 satelit untuk posisi latitude dan longitude. Proses kalibrasi yang dilakukan terbagi kepada empat langkah, yaitu kalibrasi terhadap alat, kalibrasi terhadap waktu, kalibrasi terhadap posisi dan kalibrasi terhadap sistem yang dijelaskan berikut ini.

2.1 Kalibrasi terhadap alat

Pada umumnya modul GPS terdiri dari Perangkat GPS terbagi atas 3 *segmen*, yaitu satelit, pemantauan, dan penerima (*receiver*). Sebuah GPS receiver harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (latitude dan longitude) dan track pergerakan. Jika GPS receiver dapat menerima empat atau lebih satelit, maka sistem GPS dapat menampilkan posisi 3D (latitude, longitude dan altitude) [10]. GPS Neo M8M merupakan modul GPS yang dapat menerima 4 satelit untuk mengambil data latitude, longitude dan altitude dimana pada Gambar 3 memperlihatkan tampilan dari hasil pengukuran Modul GPS Neo M8M yang menangkap data berupa hasil capture data posisi dimana modul GPS ditempatkan [12].



Gambar 3 Hasil Capture Modul Neo M8M

Kalibrasi alat dilakukan dengan membaca posisi kampus Institut teknologi Nasional yang mengacu kepada sebuah titik dengan benar yaitu latitude 6.897206 Lintang Selatan (S) dan longitude 107.637273 Bujur Timur. dan longitude pada Gambar 3, dimana posisi Institut Teknologi Nasional berada pada diantara koordinat -6.8976 dan 107.634 (referensi) seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 dengan error akurasi 0,01%. Selain dengan pembacaan posisi latitude dan longitude yang benar, kalibrasi alat juga dilakukan dengan banyaknya kalibrasi yang dilakukan, dimana pada penelitian ini dilakukan 20 kali pencuplikan data GPS untuk setiap titik yang diuji yaitu lima titik yaitu ITN43, ITN39, ITN27, ITN28, ITN14. Hasil proses kalibrasi kelima titik tersebut akan ditampilkan secara live melalui sebuah komputer mini Arduino Uno, dimana data mentah (raw data) akan diparsing sehingga data yang terambil untuk siap diolah hanya data latitude dan longitude saja.

2.3 Kalibrasi terhadap waktu

Keakuratan sebuah modul GPS dipengaruhi oleh cuaca karena sinyal satelit mempunyai sifat membelokkan sinyal bila menembus obstacle seperti awan dan air hujan sehingga arah sinyal dapat tersebar ke segala arah [8]. Hal itulah yang menyebabkan sebuah siaran TV kabel menjadi terganggu atau sulitnya sebuah system terhubung ke jaringan cloud. Pada penelitian ini kelima titik yaitu ITN43, ITN39, ITN27, ITN28, ITN14 akan dicapture data latitude dan longitude sebanyak 20 kali oleh Modul GPS Neo M8M, dimana waktu pengambilan data dilakukan pada waktu pagi, siang, sore dan malam mulai pukul 07.00-pukul 21.00. Pengambilan data waktu pagi di-capture pukul 07.00-11.00 dan untuk siang hari dicapture pukul 11.00-14.00. Sementara pengambilan data untuk sore hari dimulai pukul 17.00-19.00 dan untuk malam hari data di-capture pukul 19.00-21.00. Setiap titiknya diambil 20 koordinat latitude dan longitude untuk diambil nilai rata-rata akurasi data.

2.3 Kalibrasi terhadap posisi

Posisi titik kalibrasi yang diambil yaitu titik ITN43, titik ITN39, titik ITN27, titik 28 dan titik ITN14. Koordinat default yaitu posisi latitude dan longitude dari setiap, sudah ditetapkan sesuai dengan koordinat BenchMark dari Teknik Geodesi ITENAS dijelaskan pada Tabel 1 berikut;

Tabel 1. Koordinat BenchMark Teknik Geodesi ITENAS

Nama Lokasi	Koordinat Latitude	Koordinat Longitude
ITN 14	-6.8972	107.63733
ITN 28	-6.89671	107.63666
ITN 27	-6.89682	107.63716,
ITN 39	-6.89669	107.63743
ITN 43	-6.89712	107.63711

Letak posisi pada tabel 1 dijelaskan secara visual oleh Gambar 2, dimana ITN 14 berada di depan Gedung 2 Jurusan Informatika, ITN 28 di depan gedung perpustakaan dan ITN 27 di belakang gedung perpustakaan. ITN 39 ditunjukkan di samping Gedung 3 Jurusan Planologi dan titik ITN 43 berada di samping Gedung Serbaguna ITENAS.

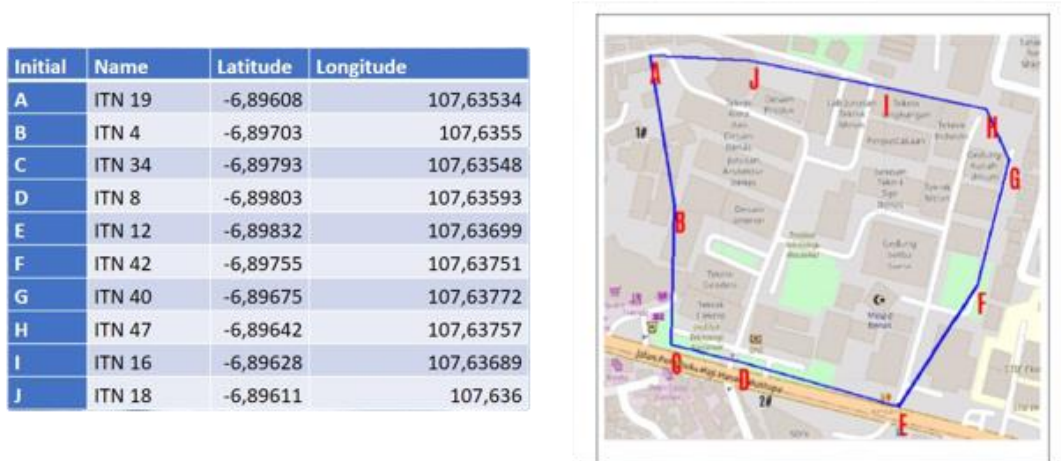


Gambar 2. Denah Kampus ITENAS untuk Studi Kasus Geofencing

Gambar 2 merupakan studi kasus lokasi yang akan dibuat pagar pembatas *geofencing* dimana titik-titik ITN 14, ITN 27, ITN 28, ITN 39 dan ITN 43 berada di dalam area *geofencing* (Gambar 3). Pembacaan posisi latitude dan longitude alat GPS untuk setiap titik diperbolehkan berbeda sampai 10 m sesuai dengan standar SNI [13].

2.5 Kalibrasi terhadap sistem

Tujuan akhir dari proses kalibrasi ini adalah mencari akurasi nilai latitude dan longitude agar didapatkan nilai yang mendekati koordinat *benchmark*, untuk dimasukkan sebagai nilai input sistem. Sistem yang dimaksud adalah sistem *geofencing* yang dirancang sebagai pembatas digital mengambil lokasi kampus ITENAS untuk membuat pagar digital membentuk sebuah bangunan *polygon* segi sepuluh (Gambar 3).



Gambar 3 Denah Sepuluh titik sudut *Geofencing*

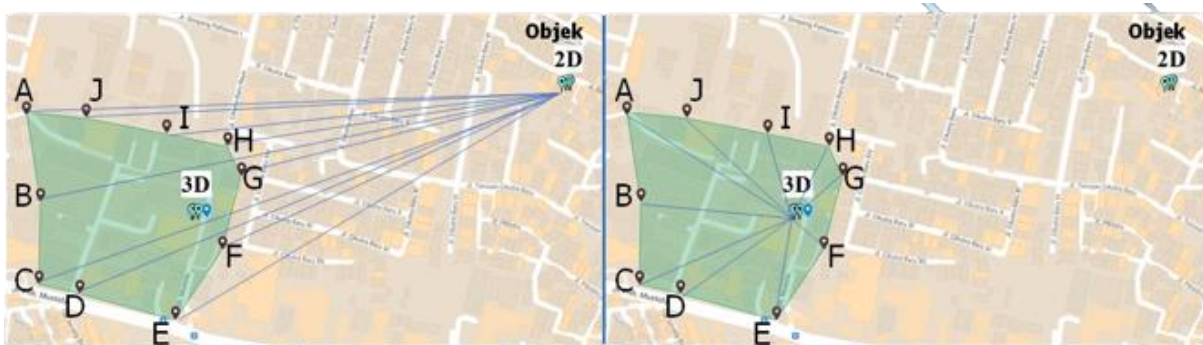
Bangunan segi sepuluh pada Gambar 3 mempunyai sepuluh sudut yaitu sudut A, B, C, D, E, F, G, H, I, J dan bila ditarik garis-garisnya akan membentuk *polygon* tertutup. Objek bergerak yang berada diluar area garis *polygon* akan diidentifikasi sebagai area luar, atau objek terdeteksi berada diluar. Objek yang berada di dalam area garis *polygon* akan teridentifikasi berada di dalam area. Untuk mendapatkan nilai posisi objek di dalam atau di luar secara tepat dan akurat perlu adanya kalibrasi dan toleransi. Kalibrasi disini adalah nilai Latitude dan longitude yang sudah di-*capture* pada saat kalibrasi alat, waktu dan posisi akan dihitung nilainya ke dalam sistem. Cara menghitungnya adalah dengan menggunakan rumus jarak formula haversine [14] (Persamaan 1,2,3) kemudian digabungkan dengan rumus luas segitiga formula heron;

$$\text{Radian} = \frac{(\text{deg} \times \pi)}{180^\circ} \tag{1}$$

$$\Delta\sigma = 2 \arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) + \cos\phi_A \cos\phi_B \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)}\right) \tag{2}$$

$$D = R * \sigma \tag{3}$$

Dimana A dan B merupakan nilai derajat longitude dan latitude dan $\pi = 3.14$. Formula haversine digunakan untuk mengubah nilai latitude dan longitude ke dalam format besaran jarak dalam satuan meter. Setelah dikonversi menjadi jarak (sebagai contoh jarak titik A ke titik B), sistem kemudian akan menghitung jarak dari setiap lima titik (ITN14, ITN27, ITN28, ITN39, ITN43), ke titik-titik sudut *polygon* (titik A sampai titik J) melalui perhitungan luas segitiga dengan formula heron yang diilustrasikan pada Gambar 4.



Gmbar 4. Ilustrasi perhitungan formula heron

Untuk mendapatkan nilai pendeteksian Titik objek di luar (Gambar 4 kiri) maupun titik objek di dalam (Gambar 4 kanan), sistem dengan perhitungan formula heron akan menghitung setiap Luas segitiga, sehingga total ada sepuluh luas segitiga yang dihitung. Rumus Luas segitiga dengan formula heron dijabarkan pada persamaan 4 dan 5 sebagai berikut [15];

$$S = \frac{a+b+c}{2} \tag{4}$$

$$L = \sqrt{s(s - a)(s - b)(s - c)} \tag{5}$$

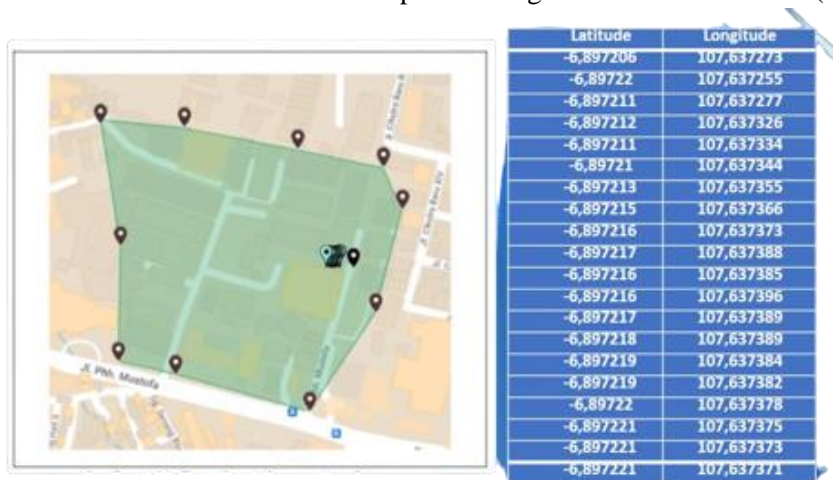
Dimana S merupakan sisi sementara serta A, B dan C merupakan sisi setiap segitiga Ke-sepuluh hasil luas segitiga kemudian dijumlahkan. Bila hasil nilainya kurang dari sama dengan Luas Poligon yang dirancang, maka sistem akan mendeteksi objek berada di dalam area *polygon*. Namun bila dihasilkan nilai jumlah luas segitiga itu lebih besar dari Luas *polygon*, maka sistem akan mencatat objek berada di luar area *polygon*. Sementara luas bangunan *polygon*, setelah dihitung didapat bernilai 48.331,35617 M^2 . Bila hasil perhitungan valid atau sesuai dengan fakta (secara visual diluar atau di dalam), maka nilai kalibrasi yang dipakai valid, dimana batas toleransi ketidaksesuaian jarak sebesar 10 m.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kalibrasi dari modul GPS Neo M8M mengacu kepada nilai dari Tabel 1 untuk setiap Titik ITN 14, ITN 28, ITN 27, ITN 39, ITN 43, dimana hasil kalibrasi ditolerir sampai berbeda maksimum 10 m [16,17].

3.1 Hasil Kalibrasi Titik ITN 14

Titik ITN 14 terletak di Titik koordinat acuan [18] dengan nilai latitude -6.8972,107 dan longitude 63733. Gambar 5 memperlihatkan titik koodinat acuan dengan titik hitam, dan titik hasil kalibrasi (titik-titik yang bertumpuk) ditandai dengan warna tosca. Data hasil kalibrasi terjadi dalam tabel dan hasil tagging map, dimana terdapat perbedaan jarak secara visual antara tagging koordinat acuan dengan tagging titik-titik kalibrasi. Titik ITN 14 terletak di depan Gedung 2 Jurusan Informatika (Gambar 1)



Gambar 5. Data tagging dan tabel koordinat titik ITN14

Setelah dilakukan pengukuran dari pagi sampai malam, nilai latitude dan longitude titik ITN 14 tersaji dalam rata-rata pada Tabel 2 untuk setiap waktu.

Tabel 2. Koordinat latitude dan Longitude ITN 14

Waktu	Latitude	Longitude
Pagi	-6,896731	107,636655
Siang	-6,896678	107,636619
Sore	-6,896716	107,636616
Malam	-6,896719	107,636668

3.2 Hasil Kalibrai ITN 28

Titik ITN 28 yang berlokasi di depan gedung perpustakaan, mempunyai titik acuan pada koordinat -6.89671 untuk latitude dan 107.63666 untuk longitude. Hasil koordinat acuan ini [17] dibandingkan dengan hasil kalibrasi dimana data tagging diperlihatkan secara visual melalui map (Gambar 6), berikut detail koordinat dalam bentuk tabel untuk pengambilan data sebanyak 20 kali.



Gambar 6. Data tagging dan tabel koordinat Titik ITN 28

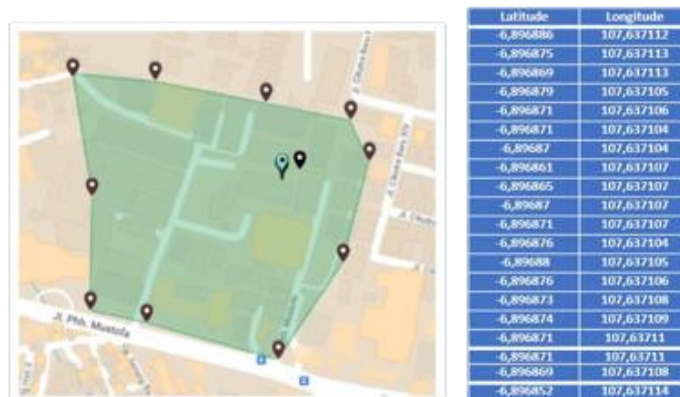
Secara visual data tagging (warna tosca) dan titik koordinat asli (warna hitam) nyaris berhimpit letaknya. Sementara Rata-rata pengukuran nilai latitude dan longitude untuk ITN 28 tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Koordinat latitude dan Longitude ITN 28

Waktu	Latitude	Longitude
Pagi	-6,896731	107,636655
Siang	-6,896678	107,636619
Sore	-6,896716	107,636616
Malam	-6,896719	107,636668

3.3 Hasil kalibrasi ITN 27

Titik ITN 27 terletak di belakang gedung perpustakaan dengan Titik koordinat acuan mempunyai nilai latitude -6.89682 dan nilai longitude 107.63716. Nilai ini dibandingkan dengan hasil pengukuran kalibrasi sebanyak 20 capture data yang hasilnya tersaji pada Gambar 7 secara map tagging dan tabel. Gambar 7 juga memperlihatkan tagging warna hijau tosca yang tidak berhimpit da nada jarak dengan tagging hitam.



Gambar 7. Data tagging dan Tabel koordinat Titik ITN 27

Tabel 4 memperlihatkan nilai rata-rata pengukuran kalibrasi pada waktu pagi, siang, sore dan malam untuk titik ITN 27, yang data latitude dan longitude hanya dapat ter-capture pada waktu pagi.

Tabel 4. Koordinat latitude dan Longitude ITN 27

Waktu	Latitude	Longitude
Pagi	-6,896852	107,637114
Siang	0	0
Sore	0	0
Malam	0	0

3.4 Hasil Kalibrasi ITN 39

Titik ITN 39 berada pada koordinat acuan -6.89669 untuk latitude dan 107.63743 untuk longitude yang berlokasi di samping Gedung 3 Jurusan Planologi (Gambar 2). Sementara Gambar 8 memperlihatkan data tagging titik hitam dan titik hijau toska yang saling berhimpitan. Hal ini memperlihatkan bahwa data kalibrasi semakin mendekati nilai koordinat acuan. Data hasil kalibrasi dalam tabel disajikan juga pada Gambar 8.



Gambar 8. Data Tagging dan Tabel Koordinat ITN 39

Tabel 5 memperlihatkan rata-rata pengujian pagi, siang sore dan malam untuk ITN 39

Tabel 5. Koordinat latitude dan Longitude ITN 39

Waktu	Latitude	Longitude
Pagi	-6,896726	107,63746
Siang	-6,89665	107,63732
Sore	-6,896717	107,637443
Malam	-6,896654	107,637286

3.5 Hasil Kalibrasi ITN 43

Titik ITN 43 berada di samping Gedung Serbaguna ITENAS dengan Titik koordinat acuan latitude - 6.89712 dan longitude 107.63711. Bila dianalisis dari Gambar 9 terlihat adanya jarak antara titik hijau toska yang merupakan titik hasil pengujian kalibrasi dengan titik hitam acuan ITN 43. Hal ini menjadi menarik karena di sekitar Gedung Serbaguna ITENAS agak sulit menangkap sinyal WiFi.



Gambar 9. Data Tagging dan Tabel Koordinat ITN 43

Tabel 6 memperlihatkan rata-rata pengujian pagi, siang, sore dan malam untuk Latitude dan Longitude ITN 43.

Tabel 6. Koordinat latitude dan Longitude ITN 43

Waktu	Latitude	Longitude
Pagi	-6,897212	107,637109
Siang	-6,897122	107,637107
Sore	-6,897255	107,63713
Malam	-6,897185	107,637119

Kelima titik pengujian kalibrasi tersebut, secara visual terlihat berada di dalam batas pagar *geofencing* yang ditandai dengan sekumpulan tagging hitam mengelilingi membentuk *polygon* yang diperlihatkan Gambar 5 sampai Gambar 9. Untuk membuktikan bahwa hasil tersebut benar secara perhitungan, maka Hasil rata-rata pengukuran pagi siang sore dan malam akan diinputkan ke dalam sistem *geofencing* menggunakan formula perhitungan haversine dan heron sehingga didapat Luas area masing-masing titik pada empat jenis waktu dimana bila luas *Geofencing* untuk setiap titik berada di antara $0 < P \leq 48.331,35617$, maka objek bergerak terdeteksi berada di dalam *geofencing*. Jika Luas area memenuhi nilai $P > 48.331,35617$ maka objek akan terdeteksi di luar yang diilustrasikan pada Gambar 4. Sebagai tambahan Nilai $48.331,35617$ merupakan luas bangunan *polygon* yang nilai Luasnya akan sama bila objek terdefinisi di dalam area.

Tabel 7. Hasil perhitungan sistem terhadap akurasi Kalibrasi

No.	Nama Lokasi	Waktu	Luas Area (M ²)	Ket.
1	ITN 14	Pagi	48.331,36	Area Geofencing
2	ITN 14	Siang	48.331,36	Area Geofencing
3	ITN 14	Sore	48.331,36	Area Geofencing
4	ITN 14	Malam	48.331,36	Area Geofencing
5	ITN 28	Pagi	48.331,36	Area Geofencing
6	ITN 28	Siang	48.331,36	Area Geofencing
7	ITN 28	Sore	48.331,36	Area Geofencing
8	ITN 28	Malam	48.331,36	Area Geofencing
9	ITN 27	Pagi	48.331,36	Area Geofencing
10	ITN 27	Siang	3054965427	Error Area Geofencing
11	ITN 27	Sore	3054965427	Error Area Geofencing
12	ITN 27	Malam	3054965427	Error Area Geofencing
13	ITN 39	Pagi	48.331,36	Area Geofencing
14	ITN 39	Siang	48.331,36	Area Geofencing
15	ITN 39	Sore	48.331,36	Area Geofencing
16	ITN 39	Malam	48.331,36	Area Geofencing
17	ITN 43	Pagi	48.331,36	Area Geofencing
18	ITN 43	Siang	48.331,36	Area Geofencing
19	ITN 43	Sore	48.331,36	Area Geofencing
20	ITN 43	Malam	48.331,36	Area Geofencing

Tabel 7 memperlihatkan nilai total Luas yang sesuai hasil perhitungan untuk setiap waktu pada titik ITN 14, ITN 28, ITN 27, ITN 39 dan ITN 43. Hanya nilai yang terdeteksi error saja, yaitu ITN 27 untuk siang sore dan malam, yang juga secara linier akan men-generate error area geofencing (objek bergerak tidak terdeteksi karena nilai posisi GPS nya tidak terbaca).

4. KESIMPULAN

Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa Pada pagi hari terdapat error akurasi sebesar 0,61%, pada siang error terhitung sekitar 0,85%, pada sore hari terjadi error sekitar 0,82% dan malam, ada kesalahan sekitar 0,61%. Hasil perhitungan ini menunjukkan error terbesar terjadi pada waktu siang dan sore hari. Berapapun banyak nilai kalibrasi yang dicapture akan menunjukkan data yang significant bila dilihat dari hasil capture pada Gambar 5-Gambar 9 dan dibandingkan setiap hasil latitude dan longitude dengan rata-rata pengukuran. Kalibrasi alat menunjukkan perbedaan yang significant untuk ITN 27 dan ITN 43. ITN 27 tidak berhasil didapatkan data latitude dan longitude pada siang, sore dan waktu malam. Untuk tahap selanjutnya perlu dilakukan banyak kalibrasi di setiap titik yang telah diketahui koordinat benchmarknya sehingga apabila ada nilai titik yang tidak terbaca dapat dibuat kesimpulan sementara, seperti banyaknya obstacle atau user yang mengakses jaringan satelit sehingga mempengaruhi akurasi GPS. Akurasi kalibrasi terhadap sistem didapat nilai secara linier karena perhitungan belum diinputkan ke sistem, sehingga belum memperhitungkan error alat yang digunakan, baru sampai tahap menampilkan data kalibrasi saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugraha, P. D., Derisma, & Novani, N. P. (2020). Sistem Monitoring Kendaraan Dinas Secara Real-Time Dengan Menggunakan Metode Geo-fence Berbasis Android. *Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded*, 46-52.
- [2] Azzami, W., Kusumaningrum, A., & Sudaryanto. (2018). Pemanfaatan Geofence Untuk Mencari Lokasi Bengkel Tambal Ban Terdekat Berbasis Android. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 62-67.
- [3] Syaddad, H. N. (2019). Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Gps Tracker Berbasis Mikrokontroler Pada Kendaraan Bermotor. *Media Jurnal Informatika*, 26-35.
- [4] Kangnata, A. W., Noertjahyana, A., & Andjarwirawan, J. (2021). Sistem Keamanan pada Kendaraan Bermotor Roda Dua dengan Arduino dan Android berbasis Suara. *Jurnal Infra*
- [5] FEMBRIANSYAH, F. (2019). PERUMUSAN STRATEGI USAHA JASA PERSEWAAN/RENTAL ENDARAAN BERMOTOR (Studi Pada CV. Bening Abadi Transport, Sleman). *Jurnal eprints*.
- [6] Setiawan, E. b., & priono, J. (2017). Implementasi *Geofencing* dalam Mengawasi Pengiriman Kendaraan di Sebuah Perusahaan Ekspedisi. *ULTIMATICS : JURNAL TEKNIK INFORMATIKA* 9(2) (2017):, 106-113.
- [7] Rahman, A. F., Kharisma, A. P., & Dewi, R. K. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Geofence Marketing Cafe Berbasis Android Studi Kasus: Ice Ah! *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 978-987.
- [8] Sihombing, Y., & Heryandi, A. (2019). Pembangunan Aplikasi Mobile Memanfaatkan *Geofencing* Beacon Sebagai Media Informasi dan Pemesanan Transportasi di Tahura Ir. H. Djuanda. *elibraryUNIKOM*.
- [9] Pushendra Pal (2020, April 07). *Geofence Technology For Logistics Companies*. Retrieved from <https://blog.fleetx.io/blog-geofence-technology-in-logistics/>
- [10] Saputra, A. W. (2020). Instalasi dan Monitoring Kendaraan Menggunakan GPS (GT-02 DAN GT-06). *repository.dinamika.ac.id/id/eprint/216*.
- [11] Prabowo, M. T. (2019). sistem akses pintu parkir dengan deteksi plat nomor kendaraan bermotor menggunakan Arduino Uno. *Mind Jurnal*.
- [12] Oklilas.A.F, Siswanti, D & Rachman .,M.D.(2017). Akurasi Pembacaan GPS pada Android untuk Location Based Service (Studi Kasus Informasi Lokasi SMA di Palembang). *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*. 4(1), 1-6.
- [13] Wibowo.,Y.D. (2021).Implementasi Modul GPS Ublox 6M dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan. *Electrician Jurnal Rekayasa dan Teknik Elektro*. 15(2) 107-116
- [14] Putra, R. H., Sujiani, H., & Safriad, N. (2015). Penerapan Metode Haversine Formula Pada Sistem Informasi Geografis Pengukuran Luas Tanah. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JUSTIN)*, 1-6.
- [15] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Heron of Alexandria". (2021, September 15) *Encyclopedia Britannica*, retrieved from , <https://www.britannica.com/biography/Heron-of-Alexandria>. Accessed 1 March 2023.
- [16] BSN (2017, Desember 11)] Standar Nasional Indonesia. Retrieved from https://www.bsn.go.id/main/sni/isi_sni/5
- [17] Beny, Budiman, J., & Nugroho, A. (2017). Implementasi *Geofencing* Pada Aplikasi Layanan Pemantau Anak Berbasis Lokasi. *Seminar Nasional IPTEK Terapan (SENIT)*, (pp 63-66).
- [18] Marsudi, I., Ramadani, F. Y., Rochmadi, S., Raharjo, N. E., & Hidayat, N. (2020). PENGEMBANGAN VIDEO PEMBELAJARAN OPEN STREET MAP UNTUK PEMBUATAN PETA DIGITAL FORMAT SHAPEFILE MENGGUNAKAN SPATIAL MANAGER. *JPTS*, II(2), 190-196.