

Analisis Implementasi Kalman Filter Untuk Peningkatan Akurasi Pendeteksian Pada Sistem Monitoring Area Terlarang Sepeda Motor Berbasis M2M

Analysis Implementation Kalman Filter for Improving Accuracy of the Detection at Monitoring System of Motorcycle Prohibited Area Based on M2M

Muhammad Ihsan¹, Novian Anggis Suwastika, S.T., M.T.², Aji Gautama Putrada, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹ihsanfaridd@gmail.com, ²anggis@telkomuniversity.ac.id, ³ajigps@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kebutuhan mobilitas yang tinggi pada masyarakat saat ini berbanding lurus dengan kebutuhan kendaraan sehingga dapat mengakibatkan kemacetan. Salah satu penyebab kemacetan adalah banyaknya pengendara yang parkir secara sembarangan di area larangan parkir. Oleh karena itu, diimplementasikan suatu sistem menggunakan *Global Positioning System* (GPS) yang dapat membantu petugas agar dapat mengetahui ketika terdapat kendaraan khususnya sepeda motor parkir di area larangan dengan memberikan notifikasi melalui ponsel petugas. Keakuratan dari GPS tidak begitu baik maka, diimplementasikan Kalman Filter agar dapat mengurangi kesalahan dari GPS. Kalman Filter dapat memberikan peningkatan akurasi sebesar 2,77 meter.

Kata Kunci: Sepeda Motor, Sistem Monitoring, Kalman Filter, GPS

Abstract

The high mobility needs in today's society is directly proportional to the needs of the vehicle can be a lull. One cause of congestion is the number of drivers who parked carelessly in the parking ban. Therefore, implemented a system using *Global Positioning System* (GPS) that can help officers to know when there are vehicles, especially motorcycles parked di area ban by providing notification via mobile phone officers. The accuracy of GPS is not so good then, it is implemented Kalman Filter in order to reduce errors from GPS. Kalman Filter can provide an increase of 2.77 meters.

Keywords: Motorcycles, Monitoring System, Kalman Filter, GPS

1. Pendahuluan

Kebutuhan mobilitas yang tinggi pada masyarakat saat ini berbanding lurus dengan kebutuhan kendaraan sehingga dapat mengakibatkan kemacetan. Salah satu penyebab kemacetan adalah banyaknya pengendara yang parkir secara sembarangan di area larangan parkir.

Pada permasalahan diatas dengan ini diimplementasikan suatu sistem membantu petugas agar dapat mengetahui ketika terdapat kendaraan khususnya sepeda motor parkir di area larangan dengan memberikan notifikasi melalui ponsel petugas. Sistem ini menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk mengetahui posisi sepeda motor ketika berada didalam maupun diluar area larangan parkir yang nantinya akan terhubung ke ponsel pintar petugas.

Implementasi GPS untuk mengetahui posisi sepeda motor telah banyak digunakan namun, keakuratan tidak begitu baik yaitu hanya selisih 11 meter serta komunikasi antar perangkat menggunakan SMS [15]. Oleh karena itu, pada sistem ini menggunakan Kalman Filter untuk meningkatkan akurasi GPS. Karena Kalman Filter itu sendiri dapat mengurangi kesalahan dari GPS [2]. Serta komunikasi antar perangkat menggunakan *Wifi*.

Sistem ini dirancang menggunakan sebuah mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengolahan data dari GPS serta mengirimkan data tersebut dengan menggunakan modul *Wifi* ke MQTT server kemudian diakses oleh petugas melalui ponsel pintar. Sistem ini nantinya akan disimpan dimotor agar dapat mendeteksi dan mengirimkan notifikasi kepada petugas ketika motor tersebut parkir di area terlarang.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian yang membahas tentang GPS dan Kalman Filter. Pada [2] melakukan penelitian tentang sebuah sistem pelacakan mobil menggunakan GPS dan GSM yang disimpan dimobil. GPS akan mendeteksi lokasi kendaraan berupa koordinat *Longitude* dan *Latitude* yang telah difilter menggunakan Kalman Filter. Pada [13] melakukan penelitian menggunakan Kalman Filter untuk estimasi clock offset dari satelit GPS. Pada [14] melakukan penelitian menggunakan Kalman Filter dengan memanfaatkan GPS sebagai sumber data posisi dan velocity.

Penelitian yang membahas tentang GPS dan WSN. Pada [1] melakukan penelitian menggunakan GPS dengan konsep WSN yang terdiri dari node master dan node slave untuk mengukur tingkat konektivitas antara semua node. Pada [18] melakukan penelitian menggunakan GPS dengan WSN dengan Zigbee untuk mendeteksi medan dan mengirimkan ke pusat stasiun pemantauan. Pada [19] melakukan penelitian menggunakan GPS dengan Konsep WSN untuk memantau tahanan dipenjara ketika mencoba untuk melarikan diri.

Penelitian yang membahas tentang GPS, WSN, dan Kalman Filter. Pada [16] melakukan penelitian tentang GPS menerapkan konsep WSN dengan menggunakan Kalman Filter untuk pelacakan pergerakan objek. Pada [17] melakukan penelitian tentang GPS menerapkan konsep WSN dengan menggunakan Kalman Filter untuk memperkirakan posisi dari target yang bergerak yaitu percepatan. Pada [20] melakukan penelitian tentang GPS menerapkan konsep WSN menggunakan Kalman Filter untuk pengukuran sinyal Time Difference of Arrivals (TDOA) dari sinyal radio. GPS digunakan untuk mendeteksi UAV.

Pada Tugas Akhir ini akan menggunakan GPS dan Kalman Filter serta menerapkan WSN untuk pengiriman data GPS dan Kalman Filter melalui Wifi. Sistem ini akan disimpan dimotor.

2.2 Global Positioning System (GPS)

GPS adalah singkatan dari Global Positioning Sistem. GPS adalah sistem navigasi yang berbasis satelit yang mengorbit bumi [3].

2.2.1 GPS Module Neo Ublox Neo 6M

Modul GPS ublox Neo 6M merupakan modul GPS yang cocok digunakan untuk mobilitas tinggi. Adapun modul GPS yang digunakan adalah modul GPS Module Neo Ublox Neo 6M berikut fitur utama Ublox Neo 6M [4]:

- Indoor GPS: -162 dBm sensitivitas tracking
- Voltase: 3,3V □ 5V
- Temperatur operasi: - 40 □ 85_ C

Modul GPS berfungsi untuk mendapatkan lokasi sepeda motor berupa koordinat *Longitude* dan *Latitude*.

2.2.2 Koordinat GPS (*Latitude & Longitude*)

Diawali dengan 2 koordinat letak bumi dari angka depan *Latitude* (ketinggian) dan angka belakang *Longitude* (panjang) [5].

- *Latitude*: garis lintang mengarah dari khatulistiwa (0) ke kutub selatan, atau khatulistiwa ke kutub utara (sudut 0-90 dan 0 -90)
- *Longitude*: garis bujur adalah garis horizontal seperti dari khatulistiwa. Sudut 0 (Greenwich) ke arah Hawaii adalah 0-180, sedangkan kebalikannya dari 0 ke -180

2.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega2560. Dengan menggunakan Arduino Mega 2560 yang bersifat open source, pengguna dapat membuat berbagai macam project sesuai kebutuhan. Berikut spesifikasi dari Arduino Mega 2560 [6]:

- Mikrokontroler: Atmega2560
- Pin I/O digital: 54 (terdapat 15 pin untuk output PWM)
- Pin analog: 16
- Port hardware serial: 4 UART
- Flash Memory: 256 KB 8 KB digunakan untuk bootloader

2.3.1 Sumber Daya

Arduino Mega 2560 dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header

pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER [6].

2.3.2 Wifi Modul ESP 8266

ESP8266 adalah chip yang menawarkan solusi jaringan Wifi lengkap dan independen. Penggunaan modul ini sebagai media komunikasi melalui jaringan Wifi untuk mengirimkan data ke ponsel [7].

2.4 Google Maps

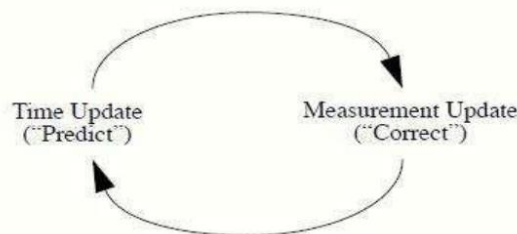
Google Maps adalah layanan pemetaan web yang dikembangkan oleh Google. Layanan ini memberikan citra satelit, peta jalan, panorama 360°, kondisi lalu lintas, dan perencanaan rute untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil, sepeda (versi beta), atau angkutan umum [8].

2.5 Sistem Notifikasi

Sistem Notifikasi merupakan sistem untuk memberitahukan ketika sepeda motor parkir didalm maupun diluar area terlarang. Secara umum notifikasi merupakan penyampaian informasi berupa notifikasi melalui ponsel petugas.

2.6 Kalman Filter

Kalman Filter adalah sekumpulan persamaan matematik yang menawarkan cara komputasi rekursif dan efisien untuk mengestimasi state dari sebuah proses, sedemikian rupa sehingga meminimumkan rata-rata dari kuadrat error. Filter ini sangat berguna dalam beberapa aspek: mendukung estimasi state yang telah lalu, saat ini, dan juga state masa depan, dan mampu bekerja meskipun sifat-sifat model sistem tidak diketahui [9]. Berikut proses Kalman Filter dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Proses Kalman Filter

Pada Kalman Filter dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahap prediksi (time update) dan tahap pembaruan (measurement update) terhadap data– data pengukuran untuk memperbaiki hasil estimasi. Tahap prediksi adalah suatu tahapan untuk mengubah suatu keadaan menjadi keadaan berikutnya dengan mengabaikan error yang ada.

Time update (Predict)

$$\text{Predict State} \quad x = x \quad (2.3)$$

$$\text{Predict error covariance} \quad p = p + q; \quad (2.4)$$

Measurements update (Correct)

$$\text{Update the estimate via k} \quad x = x + k*(\text{measurement} - x) \quad (2.5)$$

$$\text{Kalman gain} \quad k = p / (p+r) \quad (2.6)$$

$$\text{Update the error covariance} \quad p = (1 - k)* p \quad (2.7)$$

Keterangan:

x: Nilai yang di filter

p: Error estimasi

q: Noise yang diakibatkan dari proses

k: Kalman Gain

r: Noise dari sensor

Kalman Filter menerima inputan gain untuk meminimumkan kovariansi error. Kalman gain berupa

inputan high-gain dan low-gain, dimana high-gain dapat mendekati posisi sebenarnya karena menghasilkan lintasan perkiraan lebih responsif sementara low-gain dapat menghaluskan noise namun mengurangi responsifnya [22]. Oleh karena itu, semakin tinggi inputan nilai gain dari Kalman Filter maka semakin mendekati posisi sebenarnya.

2.7 Haversine Formula

Rumus Haversine / Haversine Formula merupakan persamaan yang umumnya digunakan dalam navigasi, karena dapat memberikan radius dengan 'lingkaranbesar' antara dua titik pada suatu bentuk bola berdasarkan data dari garis bujur dan garis lintang. Persamaan ini merupakan pengembangan dari rumus yang lebih umum dalam trigonometri bidang bola yaitu hukum haversines yang mana menghubungkan sisi dan sudut dari segitiga dalam bidang bola [10].

$$2r \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

2.8 Machine-to Machine Communication (M2M)

Definisi Machine-to-Machine adalah kategori dari bidang Information and Computing Technology (ICT) yang saat ini berkembang pesat dan mempunyai fokus pada pengendalian atau komunikasi jarak jauh antara manusia dengan mesin manusia menggunakan kabel atau nirkabel [11].

2.9 Machine-to Machine Communication (M2M)

WSN merupakan jaringan wireless alat yang digunakan sensor untuk memonitor fisik atau kondisi lingkungan sekitar, seperti lokasi, gerakan, dan lain-lain. Kemampuan sensor pada WSN secara luas membuat penggunaan WSN untuk melakukan monitoring banyak digunakan. WSN dapat digunakan dengan sensor sederhana yang memonitoring suatu fenomena sedangkan untuk yang kompleks maka setiap WSN akan mempunyai lebih dari satu sensor sehingga WSN ini akan dapat melakukan banyak monitoring suatu fenomena [21].

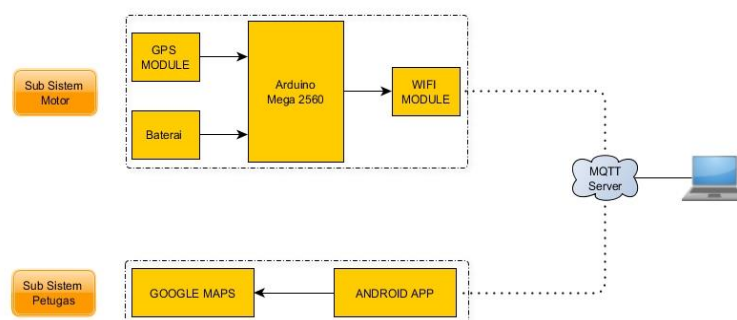
3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum

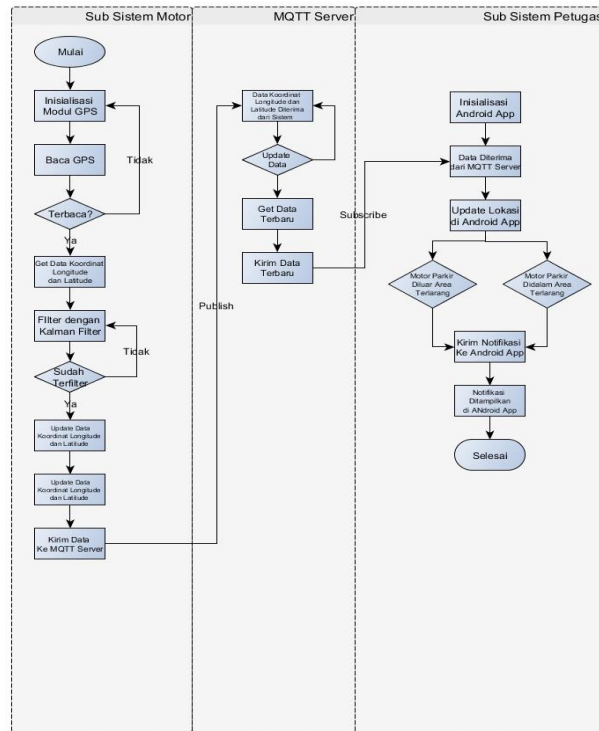
Pada Tugas Akhir ini dibuat sebuah sistem untuk memonitoring area terlarang sepeda motor. Sistem ini akan membantu petugas untuk mengetahui ketika ada sepeda motor parkir di area terlarang secara real time, kontinyu dan akurat.

Sistem akan melakukan pengambilan data lokasi dari sepeda motor setiap 5 detik menggunakan modul GPS. Lokasi yang didapat oleh modul GPS tersebut selanjutnya akan diproses menggunakan Kalman Filter. Dimana Kalman Filter untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan akurasi dari GPS [2]. Kemudian lokasi yang sudah diproses akan di kirimkan ke MQTT Server kemudian dari MQTT server akan di akses oleh petugas untuk mengirimkan lokasi sepeda motor serta memberikan notifikasi ketika motor parkir didalam maupun diluar area terlarang.

Sistem ini juga memberikan batas area terlarang. Apabila sepeda motor berada pada area yang sudah ditentukan untuk pendetesian, maka sistem akan mengirimkan notifikasi berisi lokasi atau tempat batas peringatan area terlarang motor tersebut ke petugas, sehingga petugas dapat memantau sepeda motor ketika parkir di area larangan.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

3.2 Skenario Pengujian

3.2.1 Pengujian Sistem GPS

Pengujian yang dilakukan dengan menghubungkan GPS dengan Arduino dimana sistem GPS akan mengambil data koordinat titik baca motor parkir di area terlarang maupun bukan area terlarang. pengujian akan dilakukan pada lokasi terbuka. Berikut pengujian Sistem GPS:

- Pengujian Kalman Filter pada GPS

Pengujian koordinat yang difilter dengan menggunakan Kalman Filter. Kalman Filter tersebut bertujuan untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan akurasi GPS [2]. Pengujian ini akan melakukan analisis nilai gain mana yang optimal untuk dijadikan parameter pada Kalman Filter.

- Pengujian Perbandingan GPS dengan Kalman Filter

Pengujian dilakukan dengan membandingkan akurasi koordinat GPS dengan koordinat Kalman Filter. Kemudian melihat lebih akurat mana antara GPS dengan Kalman Filter dengan cara dilakukan perhitungan selisih jarak dari koordinat yang didapat dengan menggunakan metode Haversine Formula yang dikali dengan radius 6371000 untuk mendapatkan error jarak dalam satuan meter.

3.2.2 Pengujian Monitoring Sistem Lokasi dan Notifikasi

Pengujian ini dilakukan pengiriman data oleh Arduino ke server MQTT. Berikut format data yang dikirim ke server MQTT dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 1. Format Data Server MQTT

<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	ID Plat Motor
------------------	-----------------	---------------

Pengujian ini juga dilakukan untuk mengirimkan notifikasi apabila terdapat sepeda motor ketika parkir di area terlarang dengan melihat validitas. Berikut sistem pengujian notifikasi dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2. Format Data Server MQTT

Pengujian Ke-	Posisi Motor	Koordinat	Pelanggaran Terdeteksi	Valid
1	Didalam	Long, Lat	Ya	Ya

2	Diluar	Long, Lat	Ya	Tidak
3	Didalam	Long, Lat	Tidak	Tidak

3.3 Pengujian dan Analisis Sistem

3.3.1 Analisis Pengujian Kalman Filter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai gain yang optimal yang digunakan pada parameter Kalman Filter. Pengujian ini membandingkan koordinat dari Google Maps dengan Koordinat Kalman Filter dengan nilai gain berbeda yang sudah ditentukan. Nantinya akan menghasilkan error dari selisih jarak antara Google Maps dengan Kalman Filter dalam skala meter. Berikut tabel hasil pengujian dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian Kalman Filter Gain 2.5

No	Google Maps		Kalman Filter (2.5)		Error (Meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.97311	107.639994	-6.973079681	107.6399994	3.496319771
2	-6.97311	107.639994	-6.973083496	107.6399994	3.086322546
3	-6.97311	107.639994	-6.97307682	107.6399918	3.711531162
4	-6.97311	107.639994	-6.973077774	107.6399994	3.702516556
5	-6.97311	107.639994	-6.973081112	107.6399994	3.34215641
6	-6.97311	107.639994	-6.973074913	107.6399918	3.923618507
7	-6.97311	107.639994	-6.973083019	107.640007	3.45981741
8	-6.97311	107.639994	-6.973085403	107.640007	3.230815411
9	-6.97311	107.639994	-6.973081589	107.6399918	3.181312561
10	-6.97311	107.639994	-6.973079681	107.6399994	3.496319771

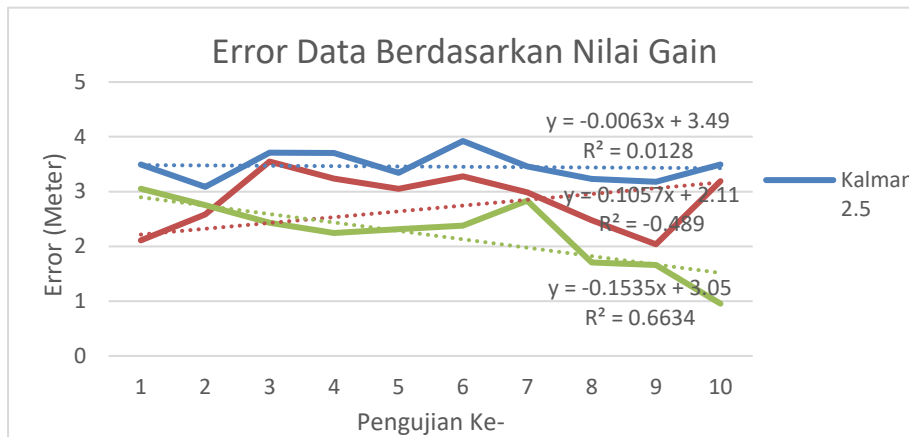
Tabel 4. Hasil Pengujian Kalman Filter Gain 10

No	Google Maps		Kalman Filter (10)		Error (Meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.97311	107.639994	-6.973121643	107.640007	2.110848188
2	-6.97311	107.639994	-6.973092556	107.640007	2.585547447
3	-6.97311	107.639994	-6.973079205	107.6399841	3.547804117
4	-6.97311	107.639994	-6.973082066	107.6399841	3.239643812
5	-6.97311	107.639994	-6.973133087	107.640007	3.051825523
6	-6.97311	107.639994	-6.973135471	107.640007	3.276180029
7	-6.97311	107.639994	-6.973135948	107.6399994	2.98444252
8	-6.97311	107.639994	-6.97313118	107.6399994	2.480283022
9	-6.97311	107.639994	-6.973126888	107.6399994	2.037880182
10	-6.97311	107.639994	-6.973082542	107.6399994	3.18847394

Tabel 5. Hasil Pengujian Kalman Filter Gain 25

No	Google Maps		Kalman Filter (25)		Error (Meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.97311	107.639994	-6.973087311	107.6399765	3.05182552
2	-6.97311	107.639994	-6.973090649	107.6399765	2.74994326
3	-6.97311	107.639994	-6.973094463	107.6399765	2.42855668
4	-6.97311	107.639994	-6.973096848	107.6399765	2.24509144
5	-6.97311	107.639994	-6.973124504	107.6399765	2.31658101
6	-6.97311	107.639994	-6.973130226	107.6399841	2.38081026
7	-6.97311	107.639994	-6.97308588	107.6399994	2.83219528
8	-6.97311	107.639994	-6.973096848	107.6399994	1.70679941

9	-6.97311	107.639994	-6.973123074	107.6399841	1.66088591
10	-6.97311	107.639994	-6.973101616	107.6399918	0.95439377



Gambar 4. Perbandingan Error Data Berdasarkan Nilai Gain

3.3.2 Analisis Pengujian Perbandingan Koordinat GPS dengan Kalman Filter

Berdasarkan pengujian Kalman Filter, maka selanjutnya dilakukan perbandingan data tanpa Kalman Filter. Tujuannya adalah untuk melihat hasil pengujian mana yang lebih akurat antara data koordinat GPS atau data koordinat dari Kalman Filter. Berikut tabel gambar hasil pengujian dibawah ini:

Tabel 6. Perbandingan Koordinat Google Maps dengan Kalman Filter

No	Google Maps		Kalman Filter		Error (Meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.9731	107.63998	-6.9730906	107.6399918	1.990198135
2	-6.9731	107.63998	-6.9730983	107.6399918	1.697451591
3	-6.9731	107.63998	-6.9730864	107.6399765	1.537634277
4	-6.9731	107.63998	-6.9731073	107.6399841	1.158290505
5	-6.9731	107.63998	-6.9730921	107.6399765	0.901371765

Tabel 7. Perbandingan Koordinat Google Maps dengan GPS

No	Google Maps		GPS		Error (Meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.9731	107.63998	-6.9730778	107.6399689	2.630455017
2	-6.9731	107.63998	-6.9730749	107.6399612	3.276180029
3	-6.9731	107.63998	-6.9730768	107.6399689	2.731129169
4	-6.9731	107.63998	-6.973084	107.6399689	1.989717388
5	-6.9731	107.63998	-6.9730721	107.6399765	3.128290415

Tabel 8. Perbandingan Koordinat GPS dengan Kalman Filter

No	GPS		Kalman Filter		Error (Meter)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.9730778	107.6399689	-6.9730906	107.6399918	2.903665259
2	-6.9730749	107.6399612	-6.9730983	107.6399918	4.253871781
3	-6.9730768	107.6399689	-6.9730864	107.6399765	1.354116789
4	-6.973084	107.6399689	-6.9731073	107.6399841	3.096179882
5	-6.9730721	107.6399765	-6.9730921	107.6399765	2.226911915
Rata-Rata Selisih					2.766949126



Gambar 5. Koordinat Google Maps, Kalman Filter, dan GPS

3.3.3 Analisis Pengujian Monitoring Sistem Lokasi dan Notifikasi

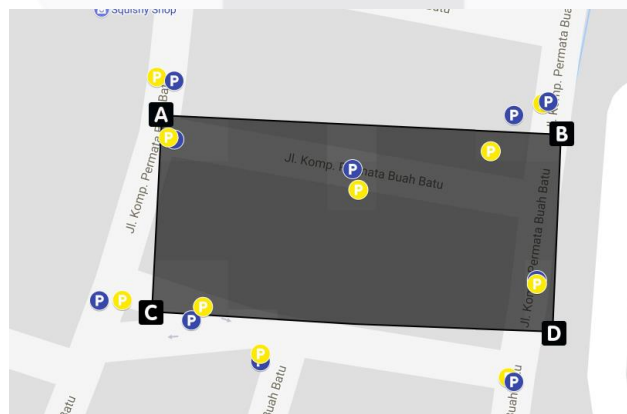
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan melakukan pembaruan lokasi posisi motor ketika parkir didalam maupun diluar area terlarang melalui MQTT Server. Berikut hasil dari pembaruan lokasi berdasarkan pengiriman data ke MQTT server dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:

Received messages

Topic	Message
Location	-6.9730463, 107.6399800/D_15_DD
Location	-6.9730644, 107.6399800/D_15_DD
Location	-6.9730573, 107.6399700/D_15_DD
Location	-6.9730535, 107.6399500/D_15_DD
Location	-6.9730787, 107.6399500/D_15_DD
Location	-6.9730601, 107.6399700/D_15_DD
Location	-6.9730487, 107.6399500/D_15_DD
Location	-6.9730129, 107.6399300/D_15_DD

Gambar 6. Data yang Masuk di MQTT Server

Dalam pengujian ini juga dilakukan apabila motor parkir didalam maupun diluar area terlarang maka sistem akan memberikan notifikasi ke aplikasi ponsel petugas. Serta dilakukan pengujian notifikasi koordinat Kalman Filter dan GPS. Berikut adalah wilayah pengujiannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 7. Wilayah Pengujian Pengiriman Notifikasi

Tabel 9. Koordinat Wilayah Area Terlarang

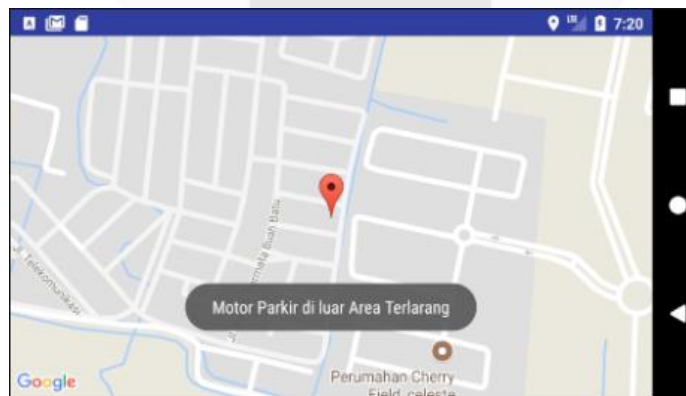
Titik	Latitude	Longitude
A	-6.97303	107.63937
B	-6.97306	107.64007
C	-6.97337	107.63935
D	-6.97341	107.64005

Tabel 10. Pengujian Notifikasi Koordinat GPS

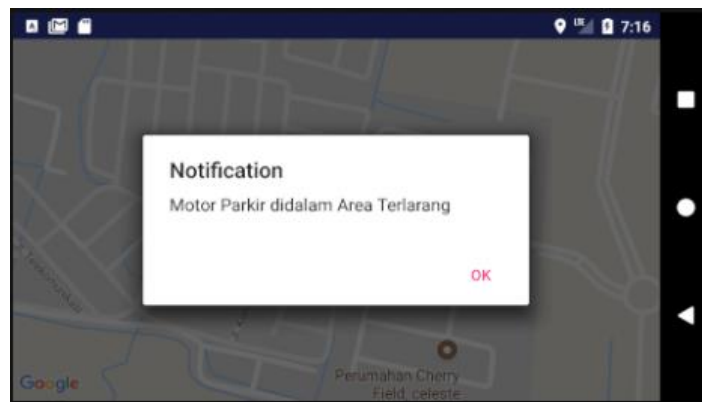
Pengujian	Posisi Motor	Koordinat GPS	Pelanggaran Terdeteksi	Valid
1	Didalam	-6.97303, 107.63999	TIDAK	TIDAK
2	Didalam	-6.97332, 107.64003	YA	YA
3	Diluar	-6.97349, 107.63999	TIDAK	YA
4	Diluar	-6.97346, 107.63954	TIDAK	YA
5	Didalam	-6.97339, 107.63942	TIDAK	TIDAK
6	Diluar	-6.97335, 107.63927	TIDAK	YA
7	Didalam	-6.97307, 107.6394	YA	YA
8	Diluar	-6.97297, 107.6394	TIDAK	YA
9	Didalam	-6.97312, 107.6397	YA	YA
10	Diluar	-6.97301, 107.64004	TIDAK	YA
Persentase				80%

Tabel 11. Pengujian Notifikasi Koordinat Kalman Filter

Pengujian	Posisi Motor	Koordinat Kalman Filter	Pelanggaran Terdeteksi	Valid
1	Didalam	-6.97309, 107.63995	YA	YA
2	Didalam	-6.97332, 107.64003	YA	YA
3	Diluar	-6.97348, 107.63997	TIDAK	YA
4	Diluar	-6.97344, 107.63954	TIDAK	YA
5	Didalam	-6.97336, 107.63945	YA	YA
6	Diluar	-6.97335, 107.63931	TIDAK	YA
7	Didalam	-6.97307, 107.63939	YA	YA
8	Diluar	-6.97297, 107.63936	TIDAK	YA
9	Didalam	-6.97316, 107.63972	YA	YA
10	Diluar	-6.97301, 107.64004	TIDAK	YA
Persentase				100%



Gambar 8. Notifikasi Ketika Parkir Diluar Area Terlarang



Gambar 9. Notifikasi Ketika Parkir Didalam Area Terlarang

4. Kesimpulan dan Saran

4.1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan sistem dan pengujian yang telah dilakukan, didapat kesimpulan yaitu:

- Sistem dapat mendeteksi sepeda motor ketika parkir didalam dan diluar area terlarang serta memberikan notifikasi ke ponsel petugas.
- Penggunaan Kalman Filter mampu memberikan akurasi lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi koordinat sepeda motor meningkat sekitar 2,77 meter, dibandingkan dengan koordinat tanpa Kalman Filter.
- Sistem dapat memantau sepeda motor dan memberikan notifikasi kepada petugas secara tepat ketika sepeda motor parkir didalam maupun diluar area larangan parkir yang sudah ditentukan, Kalman Filter memiliki persentase keberhasilan lebih besar yaitu 100% dibandingkan dengan tanpa Kalman Filter yaitu 80%.

4.1.2 Saran

Adapun saran dari Tugas Akhir untuk penelitian selanjutnya yaitu:

- Menambahkan algoritma filter yang lain untuk peningkatan akurasi GPS agar dapat membandingkan algoritma mana yang lebih efisien dan akurat untuk GPS.
- Menggunakan *Power Supply* yang lebih efisien.
- Menambahkan database pada *server* yang berisi lokasi area terlarang sepeda motor.
- Menggunakan konsep multi thread agar sistem dapat berjalan dengan urutan yang cepat (multitasking) dalam satu program.

Daftar Pustaka:

- [1] Wang, L., & Quingzheng, Xu. Real Time GPS-Free Localization Algorithm for Wireless Sensor Network. *ISSN*, 1424-8220.
- [2] Al-Khedher, M. A. (Dec 2011). Hybrid GPS-GSM Localization of Automobile. *International Journal of Computer Science & Information Technology*, Vol 3, No 6.
- [3] (2006). In E. D. Kaplan, & C. J. Hegarty, *Understanding GPS*.
- [4] u-blox. (2011). In Zuercherstrasse, *NEO-6 u-blox 6 GPS Modules Data Sheet*.
- [5] *Mailing Address Obengware*. (2017, april 2). Retrieved from Koordinat GPS dengan Latitude dan Longitude: <http://obengplus.com/artikel/articles/161/1/Membaca-Koordinat-GPS-dengan-Latitude-dan-Longitude.html>
- [6] *Arduino*. (2017, April 5). Retrieved from Arduino Mega 2560: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>
- [7] *Sparkfun*. (2017, April 5). Retrieved from Wifi Module -ESP8266: <https://www.sparkfun.com/products/13678>
- [8] Techcrunch. (2017, April 5). Retrieved from *Google Maps*: <https://techcrunch.com/2016/11/08/google-to-shut-down-map-maker-its-crowdsourced-map-editing-tool/>
- [9] KALMAN, R. E. (1960). A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Transactions of the ASME—Journal of Basic Engineering*, 82 (Series D): 35-45.

- [10] *Openride*. (2017, April 24). Retrieved from *Haversine Formula*: <http://openride.xeneris.net/svn-public/branches/samlauth/>
- [11] Brazell, J., Donoha, B., Dexheimer, J., Hanneman, J., & Langdon, R. (2005). M2M: The Wireless Revolution, A Technology Forecast. *Texas State Technical College*.
- [12] *ETSI*. (2017, April 7). Retrieved from ETSI TS 102690: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600_102699/102690/02.01.01_60/ts_102690v00101p.pdf
- [13] Hauschild, A., & Montenbruck, O. Kalman-Filter-based GPS clock estimation for near real-time positioning. *GPS Solut*, 13:173-182.
- [14] Dittrich, P., & Chudy, P. (2011). Application of Kalman Filter to Oversampled data from Global Position System for Flight Path Reconstruction. *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*, ISSN-2277-1956.
- [15] Surya, R, A., Ariyanto, E., & Prabowo, S. (2016). Smart Alarm for Motorcycle Using GPS and Arduino Mega 2560. *Telkom University, Bandung*.
- [16] Vadivukkarasi, R, K., & Kumar, R., & Joe, M. (2015). A Real Time RSSI Based Novel Algorithm to Improve Indoor Localization Accuracy For Target Tracking in Wireless Sensor Network. *ARN Journal of Engineering and Applied Science*. Vol. 10, No. 16.
- [17] Mahfouz, S., Mourad-Cehade, F., Honeine, P., Snoussi, H, & Farah, J. Target Tracking Using Machine Learning and Kalman Filter in Wireless Sensor Network.
- [18] Satyanarayana, G, V., & Mazaruddin, SD. (2013). Wireless Sensor Based Remoted System for Agriculture Using ZigBee and GPS. *CAC2S*.
- [19] Patil, B, A., Chapalkar, S., Dhamne, D, N & Patel, M, N. (2014). Monitoring System for Prisoner with GPS using Wireless Sensor Network. *International Journal of Computer Applications*. Volume 91-13.
- [20] Mahfouz, S., Mourad-Cehade, F., Honeine, P., Snoussi, H, & Farah, J. Target Tracking Using Machine Learning and Kalman Filter in Wireless Sensor Network.
- [21] Georgoulas, Wireless Sensor Network Management and Functionality: An Overview Dimitrios; Blow, Keith. *Wireless Sensor Network*1. 4 (Nov 2009): 257-267.
- [22] Kalman Filter. (2018, Januari). Retrieved from:https://www.academia.edu/30108249/Kalman_filter





