

**SKRIPSI**  
**SISTEM PEMETAAN PADA *UNMANNED GROUND VEHICLE***  
**MENGGUNAKAN *GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)***  
**BERBASIS *EXTENDED KALMAN FILTER***



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik**  
**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Universitas Sriwijaya**

**OLEH**  
**REKSI ANDIKA GUSTIO**  
**03041381621079**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SISTEM PEMETAAN PADA UNMANNED GROUND VEHICLE  
MENGUNAKAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)  
BERBASIS EXTENDED KALMAN FILTER**



**SKRIPSI**

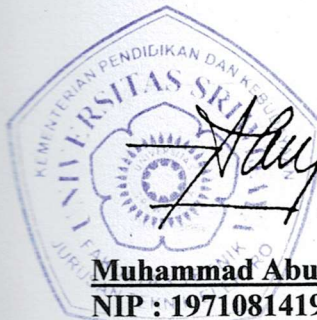
**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**REKSI ANDIKA GUSTIO  
03041381621079**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**


**Palembang, Desember 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP : 197108141999031005**

**Hera Hikmarika S.T., M.Eng.  
NIP : 197812072002122002**

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Hera Hikmarika S.T., M.Eng.

Tanggal : 28 / DESEMBER / 2020

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reksi Andika Gustio

NIM : 03041381621079

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 3 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Sistem Pemetaan Pada *Unmanned Ground Vehicle* Menggunakan *Global Positioning System (GPS)* Berbasis *Extended Kalman Filter*” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, Desember 2020



NIM. 03041381621079

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT serta sholawat dan salam agar selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ” Sistem Pemetaan Pada *Unmanned Ground Vehicle* Menggunakan *Global Positioning System (GPS)* Berbasis *Extended Kalman Filter*”.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng. selaku pembimbing utama tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. selaku pencetus dan memberikan bimbingan pada tugas akhir ini serta pengembang ide.
4. Dosen pembimbing akademik, bapak Ir. Antonius Hamdadi, M.S. yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Orang tua, saudara dan keluarga tercinta yang selalu mendukung, dan memberikan doa selama masa studi.
7. Abdurrahman Afif Ibrahim selaku rekan kerja dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Ichsanul Amal, M. Harun Alrasyid, M. Rafli Alhamdi dan teman-teman satu angkatan konsentrasi Teknik kendali dan Komputer yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini khususnya.
9. Dan pihak-pihak yang sangat membantu didalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Didalam penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan karena keterbatasan penyusun, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi evaluasi dan berguna untuk penyusun dimasa yang akan datang.

Palembang, Desember 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Reksi Andika Gustio', with a stylized, cursive script.

Reksi Andika Gustio

NIM. 03041381621079

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR RUMUS .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	2
1.5 Keaslian Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 <i>State of The Art</i> .....	4
2.2 <i>Global Positioning System</i> .....	6
2.2.1. <i>Space Segment</i> .....	7
2.2.2. <i>Control Segment</i> .....	8
2.2.3. <i>User Segment</i> .....	8
2.3 Persamaan Haversine .....	9
2.4 Filter Kalman.....	9
2.4.1. <i>Extended Kalman Filter</i> .....	9
2.5 <i>Bluetooth</i> .....	11

2.6	<i>Unmanned Ground Vehicle</i> .....	11
2.6	MATLAB .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....		13
3.1.	Studi Literatur .....	13
3.2.	Perancangan Sistem.....	14
3.3.	Pengujian Sistem dan Pengambilan Data .....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		18
4.1.	Perancangan Alat .....	18
4.2.	Pengambilan Data.....	18
4.3.	Pengolahan Data .....	20
4.4.	Pengujian Sistem.....	21
4.4.1.	Pengujian menggunakan Nilai <i>Weight</i> 0,001 .....	22
4.4.2.	Pengujian menggunakan Nilai <i>Weight</i> 0,01 .....	24
4.4.3.	Pengujian menggunakan Nilai <i>Weight</i> 0,1 .....	26
4.4.4.	Pengujian menggunakan Nilai <i>Weight</i> 1 .....	28
4.4.5.	Pengujian menggunakan Metode Filter Kalman .....	30
4.5.	Analisa Hasil Pengujian Sistem.....	31
4.6.	Perbandingan Antara Data EKF dengan Data KF .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		37
5.1.	Kesimpulan .....	37
5.2.	Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil penelitian menggunakan Orion EasyTrac .....	4
Gambar 2.2 Hasil penelitian ditampilkan di aplikasi <i>Google Earth</i> .....	5
Gambar 2.3 Hasil penelitian ditampilkan di <i>Mobile Terminal</i> .....	5
Gambar 2.4 Hasil penelitian ditampilkan di aplikasi berbasis <i>Google Maps</i> ..	6
Gambar 2.5 Orbit dari satelit GPS .....	7
Gambar 2.6 Lokasi stasiun pemantauan pada sistem GPS .....	8
Gambar 2.7 Diagram alir algoritma <i>Extended Kalman Filter</i> .....	10
Gambar 2.8 <i>Unmanned Ground Vehicle</i> .....	12
Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian .....	13
Gambar 3.2 Diagram alir sistem pemetaan posisi <i>Unmanned Ground Vehicle</i> menggunakan GPS berbasis Filter Kalman .....	15
Gambar 4.1 Rangkaian elektronika sistem pemetaan .....	18
Gambar 4.2 Grafik data koordinat dari sistem pemetaan .....	20
Gambar 4.3 Grafik data koordinat prediksi dan koreksi menggunakan <i>weight</i> 0,001 .....	22
Gambar 4.4 Perbedaan grafik antara data GPS dengan data yang sudah difilter menggunakan <i>weight</i> 0,001 .....	23
Gambar 4.5 Tampilan koordinat pada sistem pemetaan dengan <i>weight</i> 0,001	23
Gambar 4.6 Grafik data koordinat prediksi dan koreksi menggunakan <i>weight</i> 0,01 .....	24
Gambar 4.7 Perbedaan grafik antara data GPS dengan data yang sudah difilter menggunakan <i>weight</i> 0,01 .....	25
Gambar 4.8 Tampilan koordinat pada sistem pemetaan dengan <i>weight</i> 0,01 ..	25
Gambar 4.9 Grafik data koordinat prediksi dan koreksi menggunakan <i>weight</i> 0,1 .....	26
Gambar 4.10 Perbedaan grafik antara data GPS dengan data yang sudah difilter menggunakan <i>weight</i> 0,1 .....	27
Gambar 4.11 Tampilan koordinat pada sistem pemetaan dengan <i>weight</i> 0,1 ..	27

Gambar 4.12 Grafik data koordinat prediksi dan koreksi menggunakan <i>weight</i> 1.....	28
Gambar 4.13 Perbedaan grafik antara data GPS dengan data yang sudah difilter menggunakan <i>weight</i> 1.....	29
Gambar 4.14 Tampilan koordinat pada sistem pemetaan dengan <i>weight</i> 1.....	29
Gambar 4.15 Grafik data koordinat menggunakan metode Filter Kalman.....	30
Gambar 4.16 Grafik data EKF dan data KF menggunakan nilai <i>weight</i> terbaik .....	31
Gambar 4.17 Grafik data koordinat EKF dan data koordinat KF .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data koordinat dari GPS yang dipasang di UGV .....	19
Tabel 4.2 Data kecepatan berdasarkan data GPS .....	20
Tabel 4.3 Data koordinat Extended Kalman Filter.....	31
Tabel 4.4 Jarak antara data EKF dengan data GPS .....	32
Tabel 4.5 Perbandingan antara data EKF dengan data KF .....	35

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1.....	9
Rumus 2.2.....	9
Rumus 2.3.....	9
Rumus 2.4.....	9
Rumus 2.5.....	9
Rumus 2.6.....	9

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Pengambilan Data GPS.....	41
Lampiran 2. Program Sistem Pemetaan.....	44

## ABSTRAK

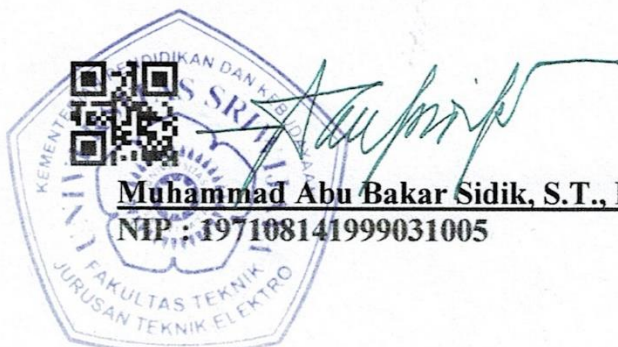
### **SISTEM PEMETAAN PADA *UNMANNED GROUND VEHICLE* MENGUNAKAN *GLOBAL POSITIONING SYSTEM* (GPS) BERBASIS *EXTENDED KALMAN FILTER***

(Reksi Andika Gustio, 03041381621079, 2020, 37 halaman)

Dalam pengoperasian *Unmanned Ground Vehicle* (UGV) perlu diawasi kemana arah kendaraan ini akan melaju, namun apabila mengawasi UGV di tempat setiap saat sampai menyelesaikan tugasnya akan menghabiskan waktu. Dengan pemasangan sistem pemetaan menggunakan GPS untuk menyimpan posisi dimana kendaraan itu berada setiap saat secara otomatis tanpa harus menghabiskan waktu untuk mengawasi pergerakan UGV. Untuk menampilkan posisi dimana objek itu berada maka data koordinat perlu diproses dengan metode Filter Kalman, salah satunya adalah *Extended Kalman Filter*. Dalam penelitian ini metode *Extended Kalman Filter* berfungsi memetakan posisi objek dan mengurangi *noise* yang datang dari data GPS kemudian hasil pemetaan ditampilkan secara grafis. Hasil pemetaan menggunakan metode *Extended Kalman Filter* ini memperoleh hasil yang baik dengan rata-rata perbedaan jarak data GPS dengan data koordinat yang telah difilter sejauh 0,646 meter dan 0,993 meter untuk data yang dipengaruhi oleh *noise* yang berarti metode ini dapat mengurangi *noise* serta mempertahankan posisi koordinat dari data GPS.

**Kata kunci:** *Filter Kalman, Extended Kalman Filter, Sistem Pemetaan, UGV, GPS.*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP : 197108141999031005

Palembang, Desember 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama

**Hera Hikmarika S.T., M.Eng.**  
NIP : 197812072002122002

## ABSTRACT

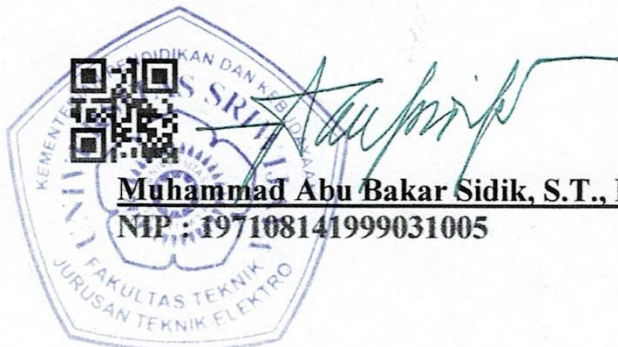
### MAPPING SYSTEM ON UNMANNED GROUND VEHICLE USING GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) BASED ON EXTENDED KALMAN FILTER

(Reksi Andika Gustio, 03041381621079, 2020, 37 pages)

*In the operation of the Unmanned Ground Vehicle (UGV), it is necessary to monitor where the direction of this vehicle is going, but if you supervise the UGV on the spot at any time until completing its task it will waste time. With the installation of a mapping system using GPS to automatically save the position where the vehicle is at any time without having to spend time monitoring the movement of the UGV. To display the position where the object is, the coordinate data needs to be processed with the Kalman Filter method, one of which is the Extended Kalman Filter. In this research, the Extended Kalman Filter method is used to map the position of the object and reduce the noise that comes from GPS data and then the mapping results are displayed graphically. Mapping results using the Extended Kalman Filter method obtained good results with an average difference in the distance between GPS data and coordinate data that has been filtered as far as 0.646 meters and 0.993 meters for data affected by noise, which means that this method can reduce noise and maintain the coordinate position of GPS data.*

**Kata kunci:** *Kalman Filter, Extended Kalman Filter, Mapping System, UGV, GPS.*

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP : 197108141999031005**

**Palembang, Desember 2020  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama**

**Hera Hikmarika S.T., M.Eng.**  
**NIP : 197812072002122002**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi, di bidang transportasi darat telah memiliki teknologi kendaraan tanpa awak, kendaraan tanpa awak ini mengganti tenaga manusia dengan elektronik untuk kendalinya, teknologi ini disebut dengan *Unmanned System* dengan dasar sistem *Artificial Intelligence*, karena teknologi ini diterapkan di transportasi darat maka kendaraan tanpa awak ini disebut dengan *Unmanned Ground Vehicle*.

Kendaraan tanpa awak ini melakukan berbagai tugas dalam kasus ini melakukan tugas di bidang agronomi, maka dari itu kendaraan diletakkan di permukaan bukan jalan raya seperti kebun, hutan, dataran tinggi atau dataran rendah. Dalam mengoperasikan kendaraan tanpa awak, kendaraan ini harus diawasi kemana arah kendaraan ini melaju, namun akan menghabiskan waktu apabila mengawasi kendaraan tanpa awak di tempat setiap saat sampai menyelesaikan tugasnya. Maka dari itu kendaraan ini dirancang sistem pemetaan berbasis *Global Positioning System (GPS)* untuk menyimpan posisi dimana kendaraan itu berada setiap saat.

Teknologi *Global Positioning System* ini mampu menentukan koordinat geografis dengan cara komunikasi dengan satelit untuk mendapatkan data garis lintang dan garis bujur dimana GPS itu berada, ketika kendaraan tanpa awak dipasang modul GPS maka saat kendaraan itu bergerak akan didapatkan posisi dimana letak garis lintang dan garis bujur kendaraan itu berada dengan interval yang ditentukan. Data yang didapatkan tersebut dikirim ke mikroprosesor yang kemudian akan dikirim ke komputer yang akan memetakan posisi pergerakan UGV melalui *Bluetooth* sebagai pertukaran informasi.

Dalam beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya untuk menerapkan GPS seperti penelitian yang dilakukan oleh I. Almomani[1] untuk memetakan posisi kendaraan dan mengirim informasi kecepatan kendaraan melalui *Short Message Service (SMS)* sebagai media komunikasinya, sama dengan penelitian



oleh N. Chadil[2] yang menerapkan GPS ke armada truk untuk melacak kegiatan logistik. Penelitian lainnya seperti Y. Jie[3] menggunakan GPS untuk mengawasi lokasi geografis dari kapal sedangkan penelitian oleh K. Sudheera[4] menggunakan GPS untuk merekam dan menyimpan data yang kemudian akan dianalisa dengan jarak waktu tertentu.

Dari uraian tersebut, topik dari penelitian ini adalah tentang sistem pemetaan pada *Unmanned Ground Vehicle* menggunakan GPS berbasis *Extended Kalman Filter*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut dijelaskan bahwa kendaraan tanpa awak perlu diawasi dari jauh dalam menjalankan tugasnya dengan cara memetakan posisi kendaraan tersebut karena kendaraan ini beroperasi di daerah berumput.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memetakan posisi *Unmanned Ground Vehicle* dengan GPS diluar jalur yang ditentukan.
2. Untuk membandingkan jalur pergerakan *Unmanned Ground Vehicle* dari data GPS dengan data yang difilter menggunakan Filter Kalman.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Batasan dari penelitian ini agar tugas akhir dapat dilaksanakan adalah:

1. Ruang lingkup untuk penelitian akan dilakukan daerah berumput.
2. Mikroprosesor yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.
3. Modul GPS yang digunakan adalah UBLOX Neo-6m.
4. Modul *Bluetooth* yang digunakan adalah HC-05.
5. Filter Kalman akan diimplementasikan menggunakan MATLAB.

### 1.5 Keaslian Penelitian

Dari beberapa penelitian yang menggunakan GPS salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh I. Almomani[1] untuk mengawasi kecepatan mobil dan mengirim data melalui SMS dan ditampilkan melalui *website* yang dibuat menggunakan *Java 2 Enterprise Edition (J2EE)*. Sistem ini mampu menampilkan beberapa kendaraan namun tidak mampu memetakan pergerakannya.

Penelitian oleh N. Chadil[2] yang menggunakan GPS untuk melacak posisi armada truk yang datanya dikirim melalui GPRS yang kemudian ditampilkan melalui *website* yang berdasarkan dari *Google Maps* atau aplikasi *Google Earth*, penelitian ini masih dilakukan di tempat yang memiliki jalanan.

Y. Jie[3] menggunakan GPS untuk pengambilan data garis bujur dan garis lintang dari posisi kapal, data itu kemudian dikirim melalui GPRS secara *real-time* dan ditampilkan data koordinat tersebut di layar, sistem ini tidak mampu memetakan posisi dari kapal, hanya menunjukkan data koordinat saja.

K. Sudheera[4] menggunakan GPS untuk mengumpulkan data koordinat dengan jarak waktu tertentu yang disimpan didalam kartu memori yang kemudian akan dianalisa di aplikasi yang menampilkan peta global.

Berdasarkan dari beberapa penelitian tersebut, dikembangkan sistem pelacakan menggunakan GPS untuk melacak posisi yang umumnya berada di jalan raya, pada penelitian ini akan memetakan posisi kendaraan di tempat yang bukan di jalan raya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. Almomani, N. Y. Alkhalil, E. M. Ahmad, and R. M. Jodeh, "Ubiquitous GPS vehicle tracking and management system," *2011 IEEE Jordan Conf. Appl. Electr. Eng. Comput. Technol. AEECT 2011*, 2011.
- [2] N. Chadil, A. Russameesawang, and P. Keeratiwintakorn, "Real-time tracking management system using GPS, GPRS and Google Earth," *5th Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Telecommun. Inf. Technol. ECTI-CON 2008*, vol. 1, pp. 393–396, 2008.
- [3] Y. Jie, Z. Changzheng, Z. Qingnian, and Z. Zhizhong, "A real-time boat surveillance system using GPRS," *IEEE Asia-Pacific Conf. Circuits Syst. Proceedings, APCCAS*, pp. 1683–1686, 2006.
- [4] K. L. K. Sudheera, G. G. N. Sandamali, W. N. D. C. Sandaruwan, and N. D. Jayasundere, "Offline tracking system for deep sea going vessels using GPS and GPRS," *2015 8th Int. Conf. Ubi-Media Comput. UMEDIA 2015 - Conf. Proceedings*, pp. 55–60, 2015.
- [5] R. Hughes, "The Global Positioning System," 2008. [Online]. Available: <https://www.gps.gov/systems/gps/>. [Accessed: 08-Jan-2020].
- [6] S. Chakraborty, "Application of remote sensing and geographical information system in groundwater study," *Groundwater Development and Management: Issues and Challenges in South Asia*, 2018. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/yourmohsin/gps-45874324>. [Accessed: 09-Jan-2020].
- [7] duniainternet, "Rumus Haversine," *Duniainternet*, 2016. [Online]. Available: <https://duniainternet27.blogspot.com/2016/04/rumus-haversin.html>. [Accessed: 09-Jan-2020].
- [8] S. Srin, "The Kalman Filter: An algorithm for making sense of fused sensor insight." [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/kalman-filter-an-algorithm-for-making-sense-from-the-insights-of-various-sensors-fused->

together-ddf67597f35e. [Accessed: 10-Jan-2020].

- [9] M. Pinola, “Bluetooth Basics.” [Online]. Available: <https://www.lifewire.com/what-is-bluetooth-2377412>. [Accessed: 13-Apr-2020].
- [10] Anonim, “Unmanned Ground Vehicle.” [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_ground\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_ground_vehicle). [Accessed: 27-Nov-2019].
- [11] D. Houcque, “Introduction to MATLAB for Engineering Students,” 2005.