

**SISTEM PENENTUAN LOKASI DALAM RUANGAN  
MENGUNAKAN METODE *TRILATERATION* DAN  
*KALMAN FILTER***



**OLEH:**

**SARIANTO PRAGA SANJAYA**

**09011281621042**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**SISTEM PENENTUAN LOKASI DALAM RUANGAN  
MENGUNAKAN METODE *TRILATERATION* DAN  
*KALMAN FILTER***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat**

**Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**Oleh:**

**SARIANTO PRAGA SANJAYA**

**09011281621042**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SISTEM PENENTUAN LOKASI DALAM RUANGAN**  
**MENGGUNAKAN METODE *TRILATERATION* DAN *KALMAN***  
***FILTER***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat**  
**Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

Oleh:

**SARIANTO PRAGA SANJAYA**

**09011281621042**

**Indralaya, Mei 2021**

**a.n Pembimbing Skripsi**

**Ketua Jurusan,**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 19 Februari 2021

**Tim Penguji :**

1. **Ketua** : Ahmad Heriyanto, M.T.
2. **Sekretaris** : Muhammad Ali Buchari, M.T.
3. **Penguji** : Ahmad Fali Oklilas, M.T.

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

  
  
**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sarianto Praga Sanjaya  
NIM : 09011281621042  
Judul : Sistem Penentuan Lokasi dalam ruangan menggunakan metode *Trilateration* dan *Kalman Filter*

**Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 1 %**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, Mei 2021



**Sarianto Praga Sanjaya**  
**NIM. 09011281621042**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas segala karunia, berkat, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul "**Sistem penentuan lokasi dalam ruangan menggunakan Metode *Trilateration* dan *Kalman Filter***".

Dalam Tugas Akhir ini penulis menjelaskan bagaimana cara penentuan lokasi dalam ruangan dengan metode *trilateration* dan *kalman filter* disertai dengan data-data yang diperoleh penulis saat melakukan pengujian. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan menjadi bahan referensi bagi para akademisi lain yang tertarik mengenai bidang jaringan komputer, khususnya dibidang sistem penentuan lokasi.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan terimakasih kepada yang terhormat:

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dari berbagai pihak dengan memberikan saran, kritik dan semangat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu mendoakan, memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta motivasi dan semangat penulis.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

5. Bapak Ahmad Zarkasih, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
6. Bapak Deris Stiawan, M.T., Ph.D. dan Bapak Huda Ubaya, M.T., selaku pembimbing pengganti yang sempat membantu penyelesaian tugas akhir penulis.
7. Bapak Ahmad Heryanto, M.T., Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T, dan Bapak M. Ali Buchari, M.T., selaku Tim Penguji Tugas Akhir Penulis.
8. Seluruh teman-teman SK16 indralaya Khususnya Kelas SK16B.
9. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir bimbingan Alm. Dr. Reza Firsandaya Malik yaitu Edo, Redho, Ilham, Jerry, Nauval, Rizki, Vini dan Hisyam.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung ataupun tidak langsung sebagai sumbangan pemikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran dan penelitian.

Indralaya, Mei 2021

Penulis

# SISTEM PENENTUAN LOKASI DALAM RUANGAN MENGGUNAKAN METODE *TRILATERATION* DAN *KALMAN FILTER*

**Sarianto Praga Sanjaya (09011281621042)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [sariantops@gmail.com](mailto:sariantops@gmail.com)

## ABSTRAK

Dengan pesatnya berkembang teknologi informasi saat ini, kebutuhan akan layanan penentuan lokasi terus meningkat. *Global Positioning System* (GPS) telah menjadi layanan yang paling banyak digunakan dalam kehidupan setiap hari. Namun layanan GPS kurang baik dalam menentukan lokasi dalam ruangan. Penentuan lokasi berbasis *Wi-fi* dengan teknik RSS terbukti lebih baik dalam menentukan lokasi dalam ruangan. Pada penelitian ini telah diuji metode *trilateration* dan *kalman filter* untuk menentukan lokasi dalam ruangan. Sebanyak 100 data RSSI diambil didalam bangunan berdimensi 8x8m dengan tiga *transmitter* atau *access point*. Ada tiga skenario pengujian. Pada skenario satu yang menggunakan algoritma *trilateration* tanpa *kalman filter* mendapatkan akurasi MSE yang cukup baik yaitu 0,68 m dan standar deviasi 0,31. Pada skenario dua yang menggunakan algoritma *trilateration* dan *kalman filter* untuk memproses data RSSI mendapatkan akurasi MSE yang sedikit lebih baik yaitu 0,56 m dan standar deviasi 0,14. Pada skenario tiga menggunakan algoritma *trilateration* dan *kalman filter* untuk memproses data jarak hasil konversi RSSI ke nilai jarak mendapatkan akurasi MSE yang cukup baik yaitu 0,62 m dan standar deviasi 0,22. Dari hasil penelitian ini algoritma *trilateration* telah berhasil dalam menentukan lokasi dalam ruangan dan algoritma *kalman filter* mampu menstabilkan data dan meningkatkan akurasi.

**Kata Kunci :** *trilateration*, *kalman filter*, penentuan lokasi, RSS, *Wi-fi*

Ketua Jurusan Sistem Komputer



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
NIP. 196612032006041001

Indralaya, Mei 2021  
a.n Pembimbing Tugas Akhir  
Ketua Jurusan,

**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
NIP. 196612032006041001



# **INDOOR POSITIONING SYSTEM USING TRILATERATION AND KALMAN FILTER METHOD**

**Sarianto Praga Sanjaya (09011281621042)**

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya  
University*

*Email : [sariantops@gmail.com](mailto:sariantops@gmail.com)*

## **ABSTRACT**

*With the rapid development of information technology today, the need for location determination services continues to increase. Global Positioning System (GPS) has become the most widely used service in everyday life. However, GPS services are not very good at determining indoor locations. Wifi-based location determination using the RSS technique has proven to be better at determining indoor locations. In this study, the trilateration and Kalman filter methods were tested to determine the indoor location. A total of 100 RSSI data are retrieved in a building with dimensions of 8x8m with three transmitters or access points. There are three test scenarios. In scenario one, using the trilateration algorithm without the Kalman filter, the MSE accuracy is quite good, namely 0,68 m and a standard deviation of 0,31. In scenario two, using the trilateration algorithm and Kalman filter to process RSSI data, the MSE accuracy is slightly better, namely 0,56 m and a standard deviation of 0,14. In the third scenario using the trilateration algorithm and the Kalman filter to process the distance data from the RSSI conversion to the distance value, the MSE accuracy is quite good, namely 0,62 m and a standard deviation of 0,22. From the results of this study, the trilateration algorithm has success at determining indoor locations and the Kalman filter algorithm was able to stabilize data and improved the accuracy.*

**Keywords:** *trilateration, kalman filter, location determination, RSS, Wi-fi*

**Head of Department Computer Engineering**



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

**Indralaya, Mei 2021**

**p.p. Supervisor  
Head of Department,**

**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pernyataan .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vii
<i>Abstract</i> .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xviii
Bab I. Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Perumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5

Bab II. Tinjauan Pustaka .....	7
2.1. Pendahuluan .....	7
2.1.1. <i>Time Of Arrival</i> (TOA) .....	7
2.1.2. <i>Time Different Of Arrival</i> (TDOA) .....	7
2.1.3. <i>Angle Of Arrival</i> (AOA) .....	8
2.1.4. <i>Received Signal Strength</i> (RSS) .....	8
2.2. Sistem Penentuan Lokasi Berbasis Wi-Fi .....	8
2.2.1. <i>Trilateration</i> .....	9
2.2.2. <i>Fingerprint</i> .....	9
2.2.3. <i>Triangulation</i> .....	9
2.3. <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI).....	9
2.4. Algoritma <i>Trilateration</i> .....	12
2.5. Algoritma <i>Kalman Filter</i> .....	13
2.6. Teknologi Cloud Computing.....	16
2.6.1. <i>Aplikasi Google colab</i> .....	17
 Bab III. Metodologi Penelitian .....	 18
3.1. Pendahuluan .....	18
3.2. Kerangka Kerja .....	18
3.3. Perancangan Pengambilan Data .....	20
3.3.1. Denah Lokasi Pengambilan data.....	20
3.3.2. Perangkat yang digunakan.....	21

3.3.2. Perangkat Keras <i>Access Point</i> .....	22
3.3.2. Perangkat Keras <i>Receiver</i> .....	22
3.3.2. Perangkat Lunak Perekam Data RSSI.....	22
3.4. Perancangan Program .....	23
3.4.1. Skenario Penelitian 1.....	25
3.4.2. Skenario Penelitian 2.....	26
3.4.3. Skenario Penelitian 3.....	27
3.4.3. <i>Mean Square Error</i> (MSE) .....	28
3.4.3. Standar Deviasi .....	28
3.5. Pengambilan Data.....	29
3.6. Algoritma <i>Trilateration</i> .....	31
3.6.1. Permodelan <i>Trilateration</i> .....	31
3.7. Algoritma <i>Kalman Filter</i> .....	34
3.7.1. Permodelan <i>Liniear Kalman Filter</i> .....	34
 Bab IV. Pengujian dan Analisa.....	 38
4.1 Pendahuluan.....	38
4.2 Analisa Data RSSI.....	38
4.2.1. Data <i>Raw</i> RSSI.....	38
4.2.2. <i>Raw</i> RSSI ke Jarak.....	42
4.2.3. <i>Kalman Filter</i> ke <i>Raw</i> RSSI.....	46
4.2.4. <i>Kalman Filter</i> ke <i>Raw</i> Jarak.....	51

4.3 Analisa Hasil Perhitungan Lokasi.....	54
4.3.1. Skenario Penelitian 1.....	54
4.3.2. Skenario Penelitian 2.....	62
4.3.3. Skenario Penelitian 3.....	68
4.4 Percobaan Optimasi <i>Kalman Filter</i> .....	73
4.5 Percobaan Pada Lokasi Berbeda.....	75
4.5.1. Lokasi koordinat (1,2).....	76
4.5.2. Lokasi koordinat (5,6.5).....	77
4.6 Analisa Perbandingan Hasil Sistem Penentuan Lokasi.....	79
Bab V. Kesimpulan dan Saran.....	83
5.1 Kesimpulan .....	83
5.2 Saran .....	84

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Algoritma <i>Trilateration</i> .....	12
Gambar 2.2 Contoh Jenis Diagram <i>Filter</i> .....	14
Gambar 2.3 Diagram Proses Algoritma <i>Kalman Filter</i> .....	15
Gambar 2.4 Berbagai Layanan Google Colab .....	17
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian .....	19
Gambar 3.2 Denah Lokasi Pengambilan Data .....	20
Gambar 3.3 Ilustrasi Perangkat yang digunakan .....	21
Gambar 3.4 Tampilan Awal Aplikasi <i>Netsurveyor</i> .....	23
Gambar 3.5 Aplikasi <i>Google Colab</i> .....	24
Gambar 3.6 Bagan Alur Skenario Penelitian 1.....	25
Gambar 3.7 Bagan Alur Skenario Penelitian 2.....	26
Gambar 3.8 Bagan Alur Skenario Penelitian 3.....	27
Gambar 3.9 Denah Lokasi <i>Receiver</i> .....	30
Gambar 3.10 Data RSSI <i>Netsurveyor</i> .....	31
Gambar 3.11 Permodelan algoritma <i>Trilateration</i> .....	32
Gambar 3.12 Model <i>Linier Kalman Filter</i> .....	35
Gambar 4.1 Grafik Data <i>Raw RSSI</i> .....	40
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan <i>Raw RSSI</i> .....	42

Gambar 4.3 Grafik Data <i>Raw</i> Jarak .....	43
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan <i>Raw</i> Jarak .....	46
Gambar 4.5 Perbandingan <i>Raw</i> RSSI vs KF RSSI.....	48
Gambar 4.6 Grafik perbandingan <i>Raw</i> Jarak vs KF Jarak.....	50
Gambar 4.7 Perbandingan <i>Raw</i> Jarak vs KF2 Jarak.....	53
Gambar 4.8 <i>Mean Square Error</i> (MSE) Skenario Penelitian 1.....	55
Gambar 4.9 Posisi Estimasi terhadap Posisi Asli Skenario Penelitian 1.....	56
Gambar 4.10 Hasil <i>Trilateration</i> Skenario Penelitian 1.....	57
Gambar 4.11 Kondisi ideal <i>Trilateration</i> .....	58
Gambar 4.12 Kondisi non-ideal <i>Trilateration</i> .....	59
Gambar 4.13 Koordinat Estimasi x dan y Skenario Penelitian 1.....	60
Gambar 4.14 Akurasi tertinggi dan terendah .....	61
Gambar 4.15 MSE Skenario 1 vs Skenario 2.....	63
Gambar 4.16 Koordinat Estimasi Skenario 1 vs Skenario 2.....	63
Gambar 4.17 Hasil <i>Trilateration</i> Skenario Penelitian 2.....	64
Gambar 4.18 Koordinat x dan y Skenario Penelitian 2.....	66
Gambar 4.19 Akurasi tertinggi dan terendah Skenario penelitian 2.....	67
Gambar 4.20 MSE Skenario 1 vs Skenario 3.....	69
Gambar 4.21 KoordinatEstimasi Skenario 1 vs Skenario 3.....	69
Gambar 4.22 Hasil <i>Trilateration</i> Skenario Penelitian 3.....	70
Gambar 4.23 Koordinat x dan y Skenario Penelitian 3.....	71
Gambar 4.24 Akurasi tertinggi dan terendah skenario penelitian 3.....	72

Gambar 4.25 MSE Optimasi Skenario penelitian dua.....	74
Gambar 4.26 MSE Optimasi Skenario penelitian tiga.....	75
Gambar 4.27 MSE <i>Raw</i> vs KF.....	76
Gambar 4.28 Posisi Asli dan Estimasi <i>Raw</i> vs KF.....	77
Gambar 4.29 MSE <i>Raw</i> vs KF.....	78
Gambar 4.30 Posisi Asli dan Estimasi <i>Raw</i> vs KF.....	78
Gambar 4.31 Perbandingan Lokasi Koordinat <i>Receiver</i> .....	80
Gambar 4.32 Grafik perbandingan Hasil Sistem Penentuan Lokasi .....	82



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 <i>Path loss exponent</i> diberbagai lingkungan .....	12
Tabel 2.1 Spesifikasi Perangkat <i>Access Point</i> .....	22
Tabel 4.1 Data <i>Raw</i> RSSI .....	39
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil <i>Raw</i> RSSI .....	41
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Jarak .....	45
Tabel 4.4 Perbandingan Data <i>Raw</i> RSSI dan KF RSSI.....	46
Tabel 4.5 Perbandingan hasil KF RSSI.....	47
Tabel 4.6 Perbandingan <i>Raw</i> Jarak vs KF Jarak.....	49
Tabel 4.7 Perbandingan hasil KF Jarak.....	49
Tabel 4.8 Perbandingan <i>Raw</i> jarak vs KF2 Jarak.....	51
Tabel 4.9 Perbandingan hasil KF2 Jarak.....	52
Tabel 4.10 Akurasi <i>Mean Square Error</i> (MSE) .....	54
Tabel 4.11 Hasil perhitungan Koordinat x dan y .....	60
Tabel 4.12 MSE Skenario Penelitian 2 .....	62
Tabel 4.13 Koordinat estimasi x dan y skenario penelitian 2.....	65
Tabel 4.14 MSE Skenario Penelitian 3.....	68
Tabel 4.15 Hasil perhitungan Koordinat x dan y skenario penelitian 3.....	71
Tabel 4.16 Perbandingan MSE Optimasi 2.....	73

Tabel 4.17 Perbandingan MSE Optimasi 3.....	74
Tabel 4.18 Perbandingan Akurasi Koordinat (5,2), (1,2) dan (5,6.5).....	79
Tabel 4.19 Perbandingan Hasil Sistem Penentuan Lokasi.....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1.</b> Program <i>Trilateration</i> .....	1-A
<b>LAMPIRAN 2.</b> Program <i>Kalman Filter</i> .....	2-A
<b>LAMPIRAN 3.</b> Tabel Data RSSI.....	3-A
<b>LAMPIRAN 4.</b> Dokumentasi Penelitian .....	4-A
<b>LAMPIRAN 5.</b> Perhitungan <i>Trilateration</i> .....	5-A
<b>LAMPIRAN 6.</b> Perhitungan <i>Kalman Filter</i> .....	6-A

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi saat ini, kebutuhan akan layanan penentuan lokasi atau *Location Based Service* (LBS) terus meningkat. *Global Positioning System* (GPS) telah menjadi layanan yang paling banyak digunakan dalam kehidupan setiap hari. GPS merupakan sistem penentuan lokasi berbasis satelit yang memberikan waktu dan posisi akurat. Namun GPS kurang baik dalam menentukan posisi dalam ruangan. Sinyal GPS akan terganggu dengan struktur bangunan sehingga menyebabkan pelemahan koneksi dan berdampak pada pengurangan akurasi posisi. Untuk itu sistem penentuan lokasi dalam ruangan dibutuhkan[1].

Teknologi *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) dengan teknik *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) merupakan metode yang dikenal dalam memberikan layanan Sistem Penentuan Lokasi[2]. Metode penentuan lokasi berbasis RSSI telah menjadi hal yang biasa dalam sebuah sistem penentuan lokasi, dengan keuntungan dalam biaya, cakupan yang luas dan tanpa tambahan atau modifikasi pada perangkat yang dibutuhkan. Secara umum metode tersebut terbagi menjadi dua kategori : Metode *Trilateration* dan *Fingerprint*. Algoritma dari *Trilateration* didasarkan pada prinsip *distance intersection* sedangkan metode *fingerprint* berdasarkan pada penggunaan *database* dan algoritma geometrik atau probabilistik yang dispesifikasi untuk menghitung lokasi titik yang tidak diketahui[3].

Banyak penelitian telah dilakukan dalam sistem penentuan lokasi sebuah objek dalam ruangan diantaranya yaitu menurut penelitian Endi Kumara, Mardiah dan Reza Firsandaya Malik tentang Sistem Estimasi Posisi Objek Pada Gedung Bertingkat dengan Teknik RSS *Fingerprint* menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) *Classifier* dan Sistem Estimasi Posisi Berbasis WLAN

menggunakan Klasifikasi *Fuzzy Knearest Neighbor* (FK-NN)[4][5], menunjukkan bahwa Sistem estimasi posisi objek memiliki tingkat akurasi yang baik yaitu mencapai 90% dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) *Classifier* sedangkan akurasi terbaik untuk *Fuzzy Knearest Neighbor* (FK-NN) yaitu dengan rata-rata 1,2m. Pada penelitian tersebut dinyatakan juga bahwa Sistem Penentuan Posisi yang menggunakan *RSS Fingerprint* dapat bekerja dengan RSS akan tetapi nilai dari setiap *RSS Access Point* harus dalam kondisi stabil, karena ketidakstabilan pada data RSS akan sangat mempengaruhi akurasi. Menurut penelitian Prinita Ayuningtias, Nanda Hasyim Marfianshar, Reza Firsandaya Malik, dan Firdaus tentang Estimasi Posisi pada Gedung Bertingkat Menggunakan Metode *Fingerprint* Berdasarkan *Deep Neural Network* dan Sistem Estimasi Posisi di dalam Gedung Bertingkat menggunakan Metode *Fingerprint* Berbasis *Support Vector Machine* (SVM)[6][7], diketahui bahwa dari tiga skenario percobaan menggunakan *Deep Neural Network* memiliki akurasi terbaik sebesar 99,23% dan dalam penelitian tersebut dinyatakan bahwa *database* dapat mempengaruhi hasil dari akurasi yang akan didapatkan. Sedangkan untuk *Support Vector Machine* (SVM) memiliki akurasi terbaik sebesar 98%. Kemudian menurut penelitian El Ashry et al. (2019) yang menggunakan metode *Trilateration* dan *Fingerprint* berbasis nilai RSSI dari *access point*. Pada penelitian tersebut hasil dari dua metode dibandingkan dan didapatkan hasil bahwa metode *fingerprint* dengan akurasi 2.8m memiliki hasil yang lebih baik dari *trilateration* dengan akurasi 5.5m[8].

Meskipun *Fingerprint* jauh lebih baik daripada *Trilateration* dalam hal akurasi, masalah ketidakcocokan antara tahap *offline* dan *online* serta pengelolaan *database* yang kurang adalah dua tantangan utama untuk menerapkan pendekatan *fingerprint* untuk lokalisasi dalam ruangan[9]. Dan juga masalah ketidakstabilan dari RSS yang sangat mempengaruhi nilai akurasi. Hal tersebutlah yang melatarbelakangi Sistem Penentuan Lokasi sebuah objek dalam ruangan pada penelitian ini.

*Trilateration* adalah salah satu algoritma yang paling banyak digunakan dalam penentuan posisi, yang menentukan posisi sebuah target berdasarkan titik

potong (*intersection point*) yang terbentuk dari tiga jarak posisi lingkaran *access point*[10]. Algoritma *trilateration* dalam menentukan posisi sangat dipengaruhi oleh nilai sinyal dari RSSI. Kekuatan sinyal RSSI berkurang sesuai dengan peningkatan jarak propagasi selama proses transmisi[11]. Banyak faktor yang mempengaruhi nilai sinyal dari RSSI seperti *multi-path fading*, *noise* dan parameter lingkungan lainnya. Hal ini mengurangi akurasi dan stabilitas jarak yang diestimasi[12].

*Kalman Filter* adalah salah satu teknik penyaringan (*filter*) yang dapat memanipulasi sinyal *noise* yang dikumpulkan dari nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI)[9]. Didapat dari hasil penelitian [9], [13], [2] *kalman filter* terbukti dapat meningkatkan nilai akurasi dan mengurangi nilai *error* dalam proses penentuan posisi.

Pada Penelitian ini akan diterapkan metode *Trilateration* dalam penentuan lokasi sebuah objek dalam ruangan dan akan digunakan metode *Kalman Filter* untuk meningkatkan hasil akurasi penentuan lokasi objek yang lebih baik serta sistem yang akan dibuat diimplementasikan menggunakan teknologi *Cloud Computing* yaitu dengan aplikasi *Google Colab*.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat Sistem Penentuan Lokasi sebuah objek dalam ruangan dengan menggunakan Algoritma *Trilateration*.
2. Menerapkan Algoritma *Kalman Filter* pada Sistem Penentuan Lokasi sebuah objek dalam ruangan.
3. Mengevaluasi peran Algoritma *Kalman Filter* terhadap akurasi pada Sistem Penentuan lokasi sebuah objek dalam ruangan.

## 1.3 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana tingkat akurasi dari algoritma *Trilateration* dalam Sistem Penentuan Lokasi sebuah objek dalam ruangan ?

2. Bagaimana peran algoritma *kalman filter* dalam peningkatan akurasi dari sistem penentuan lokasi sebuah objek dalam ruangan ?

#### 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, akan dilakukan pembatasan masalah agar penelitian ini tetap terarah.

1. Penelitian ini menggunakan data RSSI dari tiga *Access Point* yang diambil dalam ruangan.
2. Penelitian ini menggunakan Algoritma *Trilateration* dalam penentuan lokasi sebuah objek dan Algoritma *Kalman Filter* untuk memanipulasi data dari RSSI.
3. Penelitian ini menggunakan perhitungan *Mean Square Error* (MSE) untuk menentukan akurasi.
4. Sistem yang dibuat dalam penelitian ini tidak secara *realtime*.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Pertama (Studi Pustaka/literatur)

Tahap pertama akan dilakukan proses pencarian literatur mengenai sistem penentuan posisi dalam ruangan, metode *Trilateration* dan *kalman filter*.
2. Tahap Kedua (Perancangan)

Pada tahap kedua akan dilakukan perancangan sistem yang akan dibuat berdasarkan perumusan masalah yang didapat pada penelitian. Pada tahap ini akan dilakukan perancangan pengambilan data RSSI.
3. Tahap Ketiga (Pengambilan Data)

Pada tahap ketiga akan dilakukan pengambilan data RSSI Wi-fi didalam ruangan.
4. Tahap Keempat (Pengujian)

Pada tahap keempat akan dilakukan pengujian terhadap rancangan yang dibuat berdasarkan data RSSI yang didapat.

5. Tahap Kelima (Analisis)

Pada tahap kelima akan dilakukan analisa terhadap data yang telah diolah dengan algoritma dan program yang dibuat.

6. Tahap Keenam (Kesimpulan dan Saran)

Pada tahap keenam akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisa dan studi literature serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini akan melewati beberapa tahap sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang menjelaskan tentang teori yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang penjelasan bagaimana penelitian ini akan dilakukan mulai dari memproses data dari RSSI hingga perancangan sistem penentuan lokasi.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

Bab ini berisi tentang hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini.

### **BAB V KESIMPULAN**



Bab ini berisi tentang penarikan kesimpulan dari hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Sohan, M. Ali, F. Fairouz, A. I. Rahman, A. Chakrabarty, and R. Kabir, "Indoor Positioning Techniques using RSSI from Wireless Devices," *22nd Int. Conf. Comput. Inf. Technol.*, pp. 18–20, 2019.
- [2] A. Mackey, P. Spachos, and K. N. Plataniotis, "Enhanced indoor navigation system with beacons and kalman filters," *2018 IEEE Glob. Conf. Signal Inf. Process. Glob. 2018 - Proc.*, no. November, pp. 947–950, 2019, doi: 10.1109/GlobalSIP.2018.8646581.
- [3] W. Xue, W. Qiu, X. Hua, and K. Yu, "Improved Wi-Fi RSSI Measurement for Indoor Localization," *IEEE Sens. J.*, vol. 17, no. 7, pp. 2224–2230, 2017, doi: 10.1109/JSEN.2017.2660522.
- [4] K. Endi and M. Reza Firsandaya, "Sistem Estimasi Posisi Objek pada Gedung bertingkat dengan teknik RSS Fingerprint menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) Classifier," *Tugas Akhir, Univ. Sriwij.*, 2020.
- [5] Mardiah and M. Reza Firsandaya, "Sistem estimasi posisi berbasis wlan menggunakan klasifikasi fuzzy k- nearest neighbor (fk-nn)," *Tugas Akhir, Univ. Sriwij.*, 2018.
- [6] A. Prinita, M. Reza Firsandaya, and Firdaus, "Estimasi posisi pada gedung bertingkat menggunakan metode fingerprint berdasarkan deep neural network," *Tugas Akhir, Univ. Sriwij.*, 2019.
- [7] N. H. Marfianshar and M. Reza Firsandaya, "Sistem estimasi posisi didalam gedung bertingkat menggunakan metode fingerprint berdasarkan support vector machine (svm)," *Tugas Akhir, Univ. Sriwij.*, pp. 7–40, 2019.
- [8] A. E. M. El Ashry and B. I. Sheta, "Wi-Fi based indoor localization using trilateration and fingerprinting methods," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 610, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/610/1/012072.

- [9] N. Fariz, N. Jamil, M. M. Din, M. E. Rusli, Z. Sharudin, and M. A. Mohamed, "An improved indoor location technique using Kalman Filter," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–4, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.14.11141.
- [10] T. Li, S. Ai, S. Tateno, and Y. Hachiya, "Comparison of Multilateration Methods Using RSSI for Indoor Positioning System," *2019 58th Annu. Conf. Soc. Instrum. Control Eng. Japan, SICE 2019*, pp. 371–375, 2019, doi: 10.23919/SICE.2019.8859906.
- [11] Y. Bae, "Robust localization for robot and IoT using RSSI," *Energies*, vol. 12, no. 11, 2019, doi: 10.3390/en12112212.
- [12] L. Gui, M. Yang, P. Fang, and S. Yang, "RSS-based indoor localisation using MDCF," *IET Wirel. Sens. Syst. Res.*, vol. 7, no. September 2016, pp. 98–104, 2017, doi: 10.1049/iet-wss.2016.0085.
- [13] Y. Sung, "RSSi-based distance estimation framework using a kalman filter for sustainable indoor computing environments," *Sustain.*, vol. 8, no. 11, 2016, doi: 10.3390/su8111136.
- [14] Z. Zeng, L. Wang, and S. Liu, "An introduction for the indoor localization systems and the position estimation algorithms," *Proc. 3rd World Conf. Smart Trends Syst. Secur. Sustain. Worlds4 2019*, pp. 64–69, 2019, doi: 10.1109/WorldS4.2019.8904011.
- [15] X. Fang and L. Chen, "An optimal multi-channel trilateration localization algorithm by radio-multipath multi-objective evolution in rss-ranging-based wireless sensor networks," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 6, 2020, doi: 10.3390/s20061798.
- [16] A. El-Naggar, A. Wassal, and K. Sharaf, "Indoor positioning using WiFi RSSI trilateration and INS sensor fusion system simulation," *SSIP 2019 Proc. 2019 2nd Int. Conf. Sensors, Signal Image Process.*, no. c, pp. 21–26, 2019, doi: 10.1145/3365245.3365261.

- [17] A. Bose and H. F. Chuan, "A practical path loss model for indoor WiFi positioning enhancement," *2007 6th Int. Conf. Information, Commun. Signal Process. ICICS*, pp. 0–4, 2007, doi: 10.1109/ICICS.2007.4449717.
- [18] N. A. Azmi, S. Samsul, Y. Yamada, M. F. Mohd Yakub, M. I. Mohd Ismail, and R. A. Dziyauddin, "A Survey of Localization using RSSI and TDoA Techniques in Wireless Sensor Network: System Architecture," *2018 2nd Int. Conf. Telemat. Futur. Gener. Networks, TAFGEN 2018*, pp. 131–136, 2018, doi: 10.1109/TAFGEN.2018.8580464.
- [19] B. Guan and X. Li, "An RSSI-based wireless sensor network localization algorithm with error checking and correction," *Int. J. Online Eng.*, vol. 13, no. 12, pp. 52–66, 2017, doi: 10.3991/ijoe.v13i12.7892.
- [20] J. Du, J. F. Diouris, and Y. Wang, "A RSSI-based parameter tracking strategy for constrained position localization," *EURASIP J. Adv. Signal Process.*, vol. 2017, no. 1, p. 77, 2017, doi: 10.1186/s13634-017-0512-x.
- [21] A. Carlsson, G. Filip, and A. Carlsson, "User Configurable Indoor Positioning System using WiFi Trilateration and Fingerprinting," *Sj alvst andigt Arb. i informationsteknologi*, 2017.
- [22] E. Goldoni, A. Savioli, M. Risi, and P. Gamba, "Experimental analysis of RSSI-based indoor localization with IEEE 802.15.4," *2010 Eur. Wirel. Conf. EW 2010*, no. September 2018, pp. 71–77, 2010, doi: 10.1109/EW.2010.5483396.
- [23] I. Marin, M. I. Bocicor, and A. J. Molnar, "Indoor localisation with intelligent luminaires for home monitoring," *ENASE 2019 - Proc. 14th Int. Conf. Eval. Nov. Approaches to Softw. Eng.*, no. January, pp. 464–471, 2019, doi: 10.5220/0007751304640471.
- [24] M. A. Amanaf, D. W. Brigitta, and R. D. Ainul, "Skema Penentuan Posisi Lingkungan Indoor untuk Aplikasi Monitoring Lokasi Dosen Berbasis Multilaterasi," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 3, p. 266, 2019, doi: 10.22146/jnteti.v8i3.522.

- [25] R. T. Haryanto, D. Sujana, S. Hidayat, H. Suryantoro, and V. I. Sugara, "Android Smartphone Location Detection on Indoor Using Trilateration Method and Kalman Filter," *Int. J. Comput. Tech.*, vol. 5, no. October, 2018.
- [26] Y. Pei, S. Biswas, D. S. Fussell, and K. Pingali, "An elementary introduction to Kalman filtering," *Commun. ACM*, vol. 62, no. 11, pp. 122–133, 2019, doi: 10.1145/3363294.
- [27] M. B. Rhudy, R. A. Salguero, and K. Holappa, "A Kalman Filtering Tutorial for Undergraduate Students," *Int. J. Comput. Sci. Eng. Surv.*, vol. 08, no. 01, pp. 01–18, 2017, doi: 10.5121/ijcses.2017.8101.
- [28] W. S. Putra, "Implementasi Algoritma 2 Step Kalman Filter Untuk Mengurangi Noise Pada Estimasi Data Accelerometer," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 3, pp. 142–151, 2019.
- [29] L. Yi, L. Tao, and S. Jun, "RSSI localization method for mine underground based on RSSI hybrid filtering algorithm," *2017 9th IEEE Int. Conf. Commun. Softw. Networks, ICCSN 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 327–332, 2017, doi: 10.1109/ICCSN.2017.8230129.
- [30] P. R. Palos-Sanchez, F. J. Arenas-Marquez, and M. Aguayo-Camacho, "Cloud Computing (SaaS) Adoption as a Strategic Technology: Results of an Empirical Study," *Mob. Inf. Syst.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/2536040.