

**SIMULASI SISTEM *INDOOR LOCALIZATION* DI LABORATORIUM
TELEKOMUNIKASI FTI UII DENGAN ALGORITMA *TRILATERATION*
MENGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY***

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Afrizar Fikri Reza

14 524 010

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI SISTEM *INDOOR LOCALIZATION* DI LABORATORIUM
TELEKOMUNIKASI FTI UII DENGAN ALGORITMA *TRILATERATION*
MENGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Elektro
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh:

Afrizar Fikri Reza

14 524 010
الجامعة الإسلامية
الاستاذ الأفندي

Yogyakarta, 5 Maret 2018

Menyetujui,

Pembimbing I

Dzata Farahiyah, S.T., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SIMULASI SISTEM *INDOOR LOCALIZATION* DI LABORATORIUM
TELEKOMUNIKASI FTI UH DENGAN ALGORITMA *TRILATERATION*
MENGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Afrizar Fikri Reza
14524010

Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Konsentrasi Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 27 Maret 2018

Tim Penguji,

Ketua

Dzata Farahiyah, S.T, M.Sc

Anggota I

Medilla Kusriyanto, S.T, M.Eng

Anggota II

Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd, M.Eng

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Hendra Setiawan S.T, M.T

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi skripsi terkait paten maka akan di diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 6 Maret 2018


METERAI
TEMPEL
9FB2CAFF009556308
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Afrizar Fikri Reza

MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

Allah Tidak Membebani Seseorang Melainkan Sesuai Kesanggupannya
(Q.S. Al-Baqarah :286)

Kama Tadiinu Tudaanu

“Sebagaimana Kamu Memperlakukan Maka Begitu Juga Kamu Akan Diperlakukan”
(HR. Ibnu ‘Adi, Arbain Tarbawi)

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga laporan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan penulisan laporan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan pada pendidikan Strata Satu Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, selain itu pembuatan laporan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca, peneliti selanjutnya.

Dalam penulisan laporan skripsi ini penulis menyadari bahwa selama pelaksanaan skripsi hingga penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan, dan bantuan baik material maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Allah Subhanahu Wata'ala**, atas semua karunia dan nikmat yang tak henti-hentinya selalu membimbing gerak langkah saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
2. **Kedua Orang Tua dan Keluarga**, terima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan untuk saya, baik moral maupun finansial yang selalu diberikan.
3. **Bapak Dr. Eng Hendra Setiawan S.T, M.T.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. **Bapak Sisdarmanto Adinandra, Ph.D**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. **Ibu Dzata Farahiyah S.T, M.Sc.**, selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mendampingi serta memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.
6. **Seluruh dosen dilingkup jurusan Teknik Elektro**, yang telah memberikan bimbingan dan ilmunya kepada penulis.
7. **Hesti Kurniawati S.Ak**, yang selalu memberikan semangat, dan dukungan sehingga penulis dapat menjalankan serta menyelesaikan Skripsi dengan baik.

8. **Teman-teman PASTEL 14**, yang selalu mendukung proses skripsi saya.
9. **Seluruh Mahasiswa TE14 UII**, yang selalu mendukung proses skripsi saya.
10. **Teman-teman KKN 149** yang pernah bersama-sama selama satu bulan di Bayan.
11. **Semua pihak** yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan, Peuntuk itu penulis memohon maaf apabila dalam penulisan laporan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan-kesalahan dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis baik dari segi pengalaman maupun pengetahuan sehingga penulisan laporan kerja praktik ini masih jauh dari kata sempurna.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>Singkatan</i>	<i>Arti Singkatan</i>
<i>BLE</i>	<i>Bluetooth Low Energy</i>
<i>LOS</i>	<i>Line Of Sight</i>
<i>NLOS</i>	<i>Non Line Of Sight</i>
<i>Labview</i>	<i>Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench</i>
<i>m</i>	<i>meter</i>
<i>cm</i>	<i>centimeter</i>
<i>GPS</i>	<i>Global Positioning System</i>
<i>IL</i>	<i>Indoor Localization</i>
<i>WLAN</i>	<i>Wireless Local Area Network</i>
<i>Wi-fi</i>	<i>Wireless fidelity</i>
<i>AP</i>	<i>Access Point</i>
<i>Tx</i>	<i>Transmitter</i>
<i>Rx</i>	<i>Receiver</i>
<i>RSSI</i>	<i>Receive Signal Strength Indicator</i>
<i>UUID</i>	<i>Universally Unique Identifier</i>

ABSTRAK

Teknologi *Positioning system* merupakan teknologi telekomunikasi yang berkembang cukup pesat. Selain perkembangan teknologi *positioning system*, berkembang juga infrastruktur seperti gedung-gedung bertingkat yang memiliki banyak ruangan, sehingga dapat menyulitkan pengunjung. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan suatu teknologi lokalisasi yang cocok digunakan di dalam suatu gedung, yaitu teknologi *indoor localization*. Teknologi *indoor localization* memiliki akurasi yang tinggi di dalam ruangan dengan menggunakan *bluetooth low energy* (BLE) sebagai *access point*. Permasalahan yang terjadi adalah ketika BLE diimplementasikan pada suatu ruangan yang memiliki penghalang cukup tebal seperti dinding, nilai *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI) akan menurun. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi navigasi di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII dalam kondisi *line of sight* menggunakan algoritma *trilateration*, serta melakukan pengukuran akurasi dari BLE. Pengukuran akurasi dilakukan dengan cara membandingkan BLE pada kondisi *line of sight* dan kondisi *real* melalui nilai RSSI. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai akurasi standar yaitu sebesar 1.1929864 meter.

Kata Kunci: *Indoor Localization, Labview, RSSI, BLE*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
MOTTO.....	iv
PRAKATA	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Studi Literatur.....	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Indoor Localization	5
2.2.2 Perancangan Jaringan Navigasi dengan <i>bluetooth low energy (BLE)</i>	6
2.2.3 <i>Bluetooth Low Energy</i>	6
2.2.4 Algoritma <i>Trilateration</i>	7
2.2.5 RSSI dan Jarak	7
2.2.6 Perhitungan Akurasi	8
BAB 3 METODOLOGI	10

3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	10
3.2 Perancangan Program.....	11
3.3 Perencanaan Lokasi Penelitian dan Penentuan Lokasi <i>Acces Point</i>	12
3.3 Metode <i>Active Beacon</i> dan Algoritma.....	12
3.4 Perancangan Simulasi <i>Indoor Localization</i>	14
3.4.1 Tampilan Halaman Pertama Simulasi	14
3.4.2 Tampilan Halaman ke 2 Simulasi.....	16
3.4.3 Tab Control.....	17
3.5 Pengambilan Data.....	17
BAB 4 PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Simulasi.....	19
4.2 Hasil Pengukuran Akurasi	20
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	10
Gambar 3. 2 Diagram Perancangan Program	11
Gambar 3. 3 Sketsa Ruang skala 1:100	12
Gambar 3. 4 Metode Pengukuran Trilateration	13
Gambar 3. 5 Diagram Alur Perancangan simulasi navigasi.....	14
Gambar 4. 1 Tampilan 1 Simulasi.....	19
Gambar 4. 2 Tampilan 2 Simulasi.....	20
Gambar 4. 3 Perbandingan Lokasi Sebenarnya dan Lokasi Estimasi	22

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pathloss Exponent untuk Berbagai Lingkungan [14].....	8
Tabel 3. 1 Pengambilan data Access Point.....	18
Tabel 4. 1 Akurasi Posisi Objek (smartphone) di Laboratorium Telekomunikasi (dalam meter)	21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebelum adanya teknologi navigasi, semua orang harus menggunakan peta, kompas, bahkan menggunakan sifat-sifat alam, seperti arah angin, cahaya matahari untuk mencari posisi atau lokasi suatu objek (*smartphone*). Pada tahun 1960 departemen pertahanan Amerika pertama kali meneliti dan mengembangkan teknologi navigasi 3 dimensi dengan cakupan global, mengetahui cuaca suatu wilayah dengan tingkat keakuratan yang sangat tinggi. Pada 1973 Amerika Serikat melakukan ujicoba satelit Navstar yang menjadi generasi pertama dari satelit *global positioning system* (GPS), tetapi teknologi GPS ini hanya digunakan untuk keperluan militer. Pada tahun 1983 GPS mulai digunakan oleh kalangan sipil secara internasional, karena GPS dirasa sangat diperlukan di berbagai aspek kehidupan, terutama untuk kalangan penerbangan dan kelautan. Seiring berjalannya waktu GPS menjadi teknologi yang sangat berguna bagi kehidupan untuk mencari lokasi suatu objek di atas bumi, cuaca di suatu daerah, navigasi dan lain-lain [1].

Selain Teknologi dalam hal *positioning system* yang berkembang, pembangunan gedung bertingkat yang memiliki banyak ruang juga semakin pesat, terkadang hal tersebut membuat seseorang merasa kesulitan dalam mencari dan menuju sebuah lokasi di dalam sebuah bangunan. Sistem navigasi diketahui dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut. Berkat teknologi *Global Positioning System* (GPS), navigasi saat ini sudah sangat maju untuk kasus di luar ruangan, tetapi belum terlalu maju untuk kasus di dalam ruangan [2].

GPS mempunyai manfaat yang sangat besar pada sistem navigasi, namun sistem atau teknologi GPS ini memiliki akurasi yang rendah saat pengguna berada di dalam ruangan atau bangunan [2]. Maka dari itu dibutuhkan sistem *positioning system* lain yang lebih akurat untuk digunakan sebagai navigasi di dalam ruangan. Teknologi tersebut disebut dengan konsep *indoor localization* yang tidak memanfaatkan teknologi GPS.

Konsep *indoor localization* banyak menggunakan teknologi *Wireless Local Area Network* (WLAN) karena WLAN hampir tersedia dimanapun dan dapat terintegrasi *smartphone* dengan mudah [3]. Tetapi pada kenyatannya akses WLAN/*wifi* untuk *indoor localization* memiliki masalah pada pentransmisiian sinyal dikarenakan adanya partikel/ benda yang dapat mengganggu kinerja sinyal [4]. Penggunaan teknologi *wifi* dan *bluetooth* di dalam ruangan dikarenakan adanya keterbatasan akses suatu sinyal yang tidak dapat dijangkau oleh teknologi GPS apabila user sudah berada di dalam ruangan tertutup seperti ruangan bawah tanah, koridor gedung, dan lain

sebagainya, sehingga harus dipasang *access point* berbasis *wifi* dan *bluetooth* agar lebih akurat pemetaannya [5].

Access Point berbasis *wifi* dan *bluetooth* memiliki kuat sinyal yang berbeda beda. Kuat sinyal yang akan diterima oleh *receiver* (RX) tergantung pada arah propagasi sinyalnya, besar kecilnya suatu sinyal yang dipancarkan oleh *transmitter* (TX) tergantung pada lokasi pemancar di suatu gedung karena suatu sinyal dapat dipantulkan apabila melewati kaca, diserap apabila melewati dinding, karpet. Sehingga semakin banyak penghalang pada TX dan RX mengakibatkan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) semakin kecil [6]. Hal tersebut membuat peneliti ingin membuat simulasi *indoor localization* serta mengetahui tingkat akurasi suatu BLE di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII menggunakan *bluetooth low energy* (BLE) dan *smartphone*. Penggunaan BLE dan *smartphone* dalam *indoor localization* diharapkan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mensimulasikan *indoor localization* menggunakan labview dengan algoritma *trilateration* di Laboratorium Telekomunikasi FTI UII?
2. Bagaimana tingkat akurasi posisi suatu objek (*smartphone*) di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII dengan algoritma *Trilateration* menggunakan *bluetooth low energi* (BLE) sebagai *hardware* pendukungnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penulisan skripsi ini:

1. Mengetahui posisi suatu objek (*smartphone*) menggunakan *software Labview* di Laboratorium Telekomunikasi FTI UII.
2. Mengetahui tingkat akurasi *bluetooth low energy* (BLE) di dalam laboratorium Telekomunikasi FTI UI

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan solusi bagi pendeteksian lokasi di gedung laboratorium Telekomunikasi FTI UII.

2. Sebagai langkah awal untuk mengimplementasikan *Indoor Localization* di Laboratorium FTI UII.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Area penelitian adalah Laboratorium Telekomunikasi FTI UII.
2. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *Trilateration*.
3. Simulasi dilakukan untuk mendeteksi posisi objek (*smartphone*) menggunakan *bluetooth low energy* (BLE) dalam kondisi *line of sight* (LOS).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang perancangan, metode sebuah jaringan navigasi di dalam gedung serta pembahasannya secara detail sudah banyak dilakukan seperti yang dilakukan oleh Taman Ginting dan Widyawan pada tahun 2012 lalu tentang WLAN *Fingerprint* untuk mengetahui letak suatu user atau objek (*smartphone*) di dalam gedung yang banyak memiliki koridor. Penelitian ini melakukan tentang perancangan jaringan navigasi di dalam gedung JTETI kampus UGM Yogyakarta. [7]

Adapun proses yang dilakukan agar mendapat hasil yang diinginkan adalah dengan 3 tahap. Tahap pertama pada tahap fase *offline* dilakukan pengukuran nilai *Received Signal Strength* (RSS) menggunakan 5 *access point* yang sudah dipasang di beberapa titik untuk mendapatkan data yang selanjutnya akan diolah dengan metode fingerprint menggunakan 2 algoritma (kNN dan Naive Bayes). Tahap kedua dilakukan visualisasi RSS yang menghasilkan 86.980 record data dari 5 *access point* yang terpasang di beberapa titik yang sudah ditentukan sebelumnya. Selanjutnya pada fase *on-line* peneliti melakukan pengujian nilai RSS menggunakan algoritma kNN dan Naive Bayes secara real time. Dari tahap-tahap yang sudah dilakukan, maka peneliti menyimpulkan bahwa navigasi dalam gedung dapat memanfaatkan teknologi WLAN yang berbasis *Institute Electrical and Electronics Engineering* (IEEE 802.11), dan algoritma Naive Bayes dinilai lebih baik dibandingkan dengan algoritma kNN. [7]

Penelitian yang lain dilakukan oleh Yuan, dan A.Chrismanto yaitu melakukan pengujian metode-metode yang dapat digunakan untuk navigasi di dalam gedung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui metode yang cocok untuk membuat rancangan jaringan navigasi di kampus UKDW berbasis sinyal wifi. Peneliti menggunakan 5 perbandingan metode klasifikasi yaitu SVM, Naive Bayes, kNN, *trilateration* dan J48. Untuk mendapatkan perbandingan metode klasifikasi tersebut, maka penelitian dilakukan dalam 3 tahap. Pertama peneliti membentuk dataset yang terdiri dari penyempurnaan aplikasi berbasis android, melakukan mengumpulkan data-data, pembersihan data yang tidak digunakan, lalu memberikan label dan mengkonversi format data. Setelah tahap pertama selesai maka dilakukan pengujian dengan *software* Weka. Perangkat lunak tersebut digunakan untuk membandingkan 5 metode klasifikasi yang sudah ditentukan sebelumnya. Dari proses pengujian tersebut maka peneliti melakukan analisa serta menyimpulkan bahwa kNN menghasilkan tingkat akurasi 83,58% dengan parameter yang sama di gedung UKDW.[8]

Kemudian penelitian dilakukan oleh A. R. Mustafa, H. Ginardi, dan F.X. Arunanto tentang pemetaan untuk mengetahui arah dalam mencari lokasi di dalam gedung menggunakan kompas digital dan sinyal wifi yang di aplikasikan dengan *smartphone* pada tahun 2016. Peneliti melakukan perancangan sistem dengan android yang berbasis Sqlite. Sistem lokalisasi ini dipilih karena lokasi pengguna dapat di akses melalui *http request*, dan digunakan sebagai titik awal untuk mencari tujuan yang diinginkan sehingga memudahkan seorang konsumen untuk menggunakannya. Dalam proses pencarian tujuan yang diinginkan, digunakanlah algoritma A*. Peneliti menyimpulkan bahwa sistem yang sudah dibuat sebelumnya n memiliki akurasi yang tinggi yaitu 88.953% dan dapat dijalankan dengan baik serta memiliki kemampuan mencari rute terpendek. [5]

Dari ke 3 penelitian yang sudah ada sebelumnya dapat dilihat bahwa metode Naive Bayes, dan metode kNN adalah 2 metode yang memiliki tingkat keakurasian tinggi yaitu diatas 80% dan tingkat keakuratan yang cukup tinggi tersebut dapat membantu proses perancangan navigasi di dalam gedung yang memiliki banyak ruang atau koridor.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Indoor Localization

Indoor Localization system adalah sebuah teknologi yang hampir sama penggunaannya dengan *GPS* hanya saja teknologi ini tidak menggunakan sistem komunikasi satelit dikarenakan sebuah sinyal internet atau satelit tidak bisa digunakan dengan baik didalam gedung dan dapat menimbulkan kesalahan informasi jika tetap digunakan [2]. *Indoor Localization* merupakan sebuah teknologi untuk mengetahui suatu objek (*smartphone*) di dalam suatu ruangan. Untuk mengetahui lokasi *smartphone* sebuah *access point* diletakkan di koordinat tertentu yang sudah ditentukan. Dalam pembuatan teknologi *indoor localization*, dapat dilakukan dengan membuat jaringan infrastruktur nirkabel. Pembuatan jaringan nirkabel untuk *indoor localization* ini berfungsi untuk melakukan pengendalian terhadap kualitas sinyal hasil penginderaan lokasi serta untuk melacak lokasi objek (*smartphone*). Selain memiliki manfaat, infrastruktur nirkabel juga memiliki kelemahan yaitu memerlukan algoritma untuk mengurangi rendahnya akurasi sebuah sistem. [9]

2.2.2 Perancangan Jaringan Navigasi dengan *bluetooth low energy (BLE)*

Indoor Localization merupakan sebuah kemajuan teknologi yang juga bagian dari *internet of things*, teknologi ini dapat memudahkan seseorang untuk dalam mencari suatu lokasi di dalam gedung. Untuk melakukan sistem navigasi maka dibutuhkan suatu alat. Alat tersebut yaitu *bluetooth low energy (BLE)* yang menjadi media untuk mencari suatu ruangan atau navigasi di suatu gedung. BLE merupakan perangkat yang dapat diintegrasikan dengan *smartphone*.

Perangkat BLE ini bisa digunakan di dalam ruangan ataupun di luar ruangan, tetapi *bluetooth low energy (BLE)* memiliki jarak pancar tertentu sesuai dengan jenis nya. Jarak pancar terjauh yang dapat dicapai oleh *bluetooth low energy (BLE)* yaitu 100 meter dengan syarat tidak adanya Penghalang pada saat proses pemancaran dilakukan [10]. Penghalang seperti dinding, kaca, air, besi dan beberapa material lainnya dapat mengurangi daya pancar yang dapat dilakukan oleh BLE, serta dapat mengubah arah daya pancar sinyalnya.

2.2.3 *Bluetooth Low Energy*

Bluetooth low energy (BLE) merupakan teknologi terbaru dari *bluetooth* yang lebih cerdas dari versi sebelumnya dan sering disebut juga sebagai *smart bluetooth*. BLE awalnya dirancang oleh nokia dengan core 4.0 untuk membuat standar radio yang memiliki konsumsi daya yang cukup rendah, biaya rendah, instalasi yang mudah, dan *bandwidth* yang cukup rendah.

Bluetooth low energy pada perangkat ini memiliki fitur serta keuntungan yang cukup banyak. spesifikasi yang cukup banyak, yaitu

- Baterai yang digunakan oleh BLE dapat bertahan selama 2 tahun tanpa harus melakukan pengisian atau *charger* baterai karena daya yang dikeluarkan sangat kecil sehingga hemat daya.
- Bluetooth yang biasanya hanya dapat menjangkau jarak 20 meter saja, dengan menggunakan *bluetooth low energy* maka daya pancarnya dapat menjangkau hingga 100 meter, yang berarti 5x lebih jauh dari *bluetooth* biasa.
- BLE ini dapat bekerja dengan sinyal *wifi* dikarenakan frekuensi yang dimiliki BLE sangat adaptif terhadap frekuensi hopping yang ada disekitarnya selama sinyal yang lain dapat dijangkau oleh BLE.
- BLE bekerja pada frekuensi 2.4 Ghz.
- Mudah untuk diaplikasikan serta lisensi untuk menggunakan teknologi ini didapatkan secara gratis [11].

2.2.4 Algoritma *Trilateration*

Trilateration adalah sebuah metode atau algoritma untuk menentukan posisi sebuah objek (*smartphone*) berdasarkan pengukuran jarak secara simultan dari 3 buah *access point* yang terletak di sekitar lokasi. Seperti pada teknik trigonometri, bahwa jika suatu objek (*smartphone*) diamati dan bergerak, koordinat objek (*smartphone*) tersebut dapat dihitung walaupun objek (*smartphone*) tersebut bergerak secara acak. Posisi objek (*smartphone*) dapat dimisalkan koordinat (x,y) dapat dideteksi dengan mengukur jarak objek (*smartphone*) dari 3 *access point* tersebut. Prinsip dasar dari *trilateration* yaitu:

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = r_i^2 \quad (i = 1,2,3) \quad (2.1)$$

dengan nilai:

- r_i merupakan jarak yang terukur oleh titik ke-i pada posisi x_i, y_i , sampai objek (*smartphone*) pada posisi x, y.
- x dan y merupakan koordinat letak suatu objek (*smartphone*)
- x_i dan y_i merupakan koordinat letak *access point*.

Untuk menentukan suatu koordinat posisi dalam 3 sumbu atau poros maka dapat digunakan persamaan 3 bola, dimana tiap titik akan memancarkan sinyal dan otomatis akan saling bersinggungan, apabila 3 pancaran sinyal tersebut menyentuh objek (*smartphone*) maka akan memunculkan data letak posisi objek (*smartphone*) yang dituliskan dalam x,y. [12]

2.2.5 RSSI dan Jarak

Receive Signal Strength Indicator (RSSI) adalah sebuah ukuran untuk mengetahui kuat sinyal yang dipancarkan oleh suatu pemancar *bluetooth low energy* dan diterima oleh objek (*smartphone*). Teknologi *indoor localization* biasanya menggunakan nilai RSSI untuk menentukan jarak. [13]

Dengan menggunakan nilai RSSI, maka jarak antara *transceiver* dan *receiver* dapat diperoleh. Hubungan antara RSSI dan jarak dapat diperoleh dari rumus[13] :

$$RSSI[dBm] = A - 10 * n * \log_{10}(d) \quad (2.2)$$

$$d(m) = 10^{\frac{(A-RSSI)}{10n}} \quad (2.3)$$

dengan nilai:

- A adalah kekuatan atau daya pancar sinyal yang diterima oleh *smartphone* dalam jarak 1 meter dengan satuan dBm.
- d adalah jarak antara *transmitter* dan *receiver* dalam meter.
- RSSI adalah kuat sinyal yang dipancarkan oleh *receiver* dalam satuan dBm.
- n merupakan *pathloss* yang memiliki kondisi berbeda pada setiap lingkungan [14]

Tabel 2. 1 *Pathloss Exponent* untuk Berbagai Lingkungan [14]

<i>Environment</i>	<i>Path Loss Exponent, n</i>
<i>Free Space</i>	2
<i>Urban area cellular radio</i>	2.7 up to 3.5
<i>Shadowed urban cellular radio</i>	3 up to 5
<i>In building Line-of-Sight</i>	1.6 up to 1.8
<i>Obstructed in factories</i>	2 up to 3

2.2.6 Perhitungan Akurasi

Dalam sebuah perancangan sistem navigasi dalam ruangan atau sering disebut dengan *indoor localization* akurasi merupakan hal yang sangat penting. Akurasi atau *location error* adalah rata-rata dari jarak AP ke objek (*smartphone*) sebenarnya dikurangi dengan jarak AP ke objek (*smartphone*) estimasi. Semakin kecil nilai dari penyimpangan akurasi, maka sistem akan semakin baik tingkat akurasinya. [15]

Penghitungan akurasi dengan jarak *euclidean* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2} \quad (2.4)$$

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2}}{n} \quad (2.5)$$

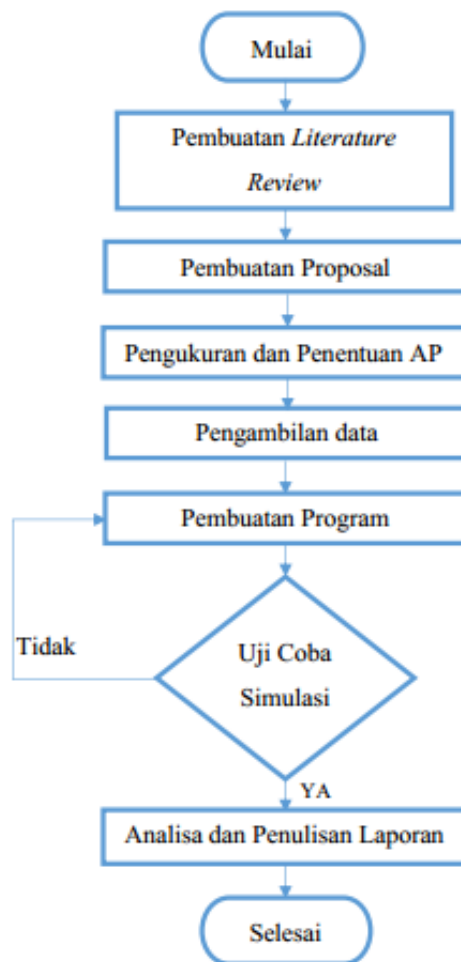
dengan nilai:

- d : jarak *euclidean*
- (x,y) : lokasi objek (*smartphone*) sebenarnya
- (x',y') : lokasi objek (*smartphone*) estimasi
- n : banyaknya data yang diuji

BAB 3 METODOLOGI

3.1 *Flowchart* Penelitian

Perancangan sistem pada penelitian kali ini dilalui dalam beberapa tahapan demi tahapan, hal tersebut ditampilkan melalui diagram alir sebagaimana pada Gambar 3.1



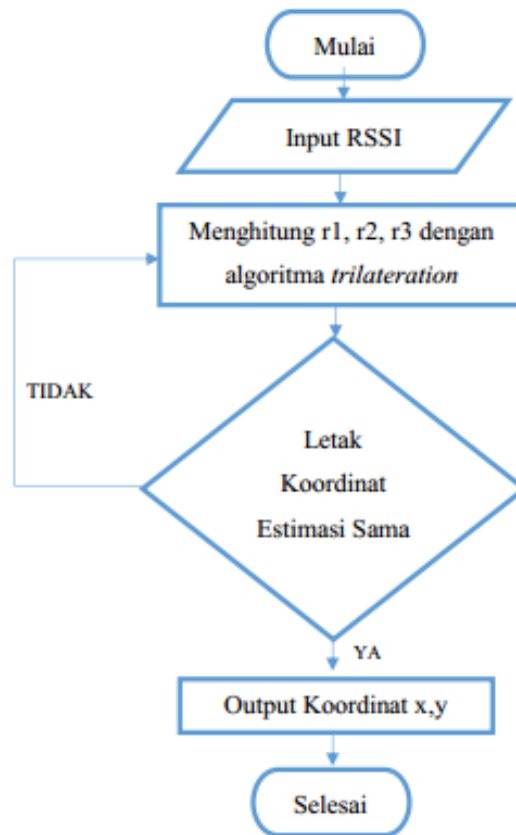
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 diatas, alur penelitian yang dilakukan oleh penyusun di mulai dari:

1. Pembuatan *literature review* yang dibuat berdasarkan dari jurnal penelitian yang sudah pernah dilakukan terlebih dahulu,
2. Pembuatan proposal sebelum melakukan penelitian,
3. Pembuatan sistem program simulasi dan dilakukan uji coba simulasi serta melakukan pengukuran akurasi, jika sudah benar maka melakukan penyusunan laporan, jika belum maka mengulangi membuat program,
4. Jika laporan sudah disusun maka selesai.

3.2 Perancangan Program

Perancangan sebuah program pada penelitian ini melalui beberapa tahap yang ditampilkan pada gambar 3.2 di bawah ini



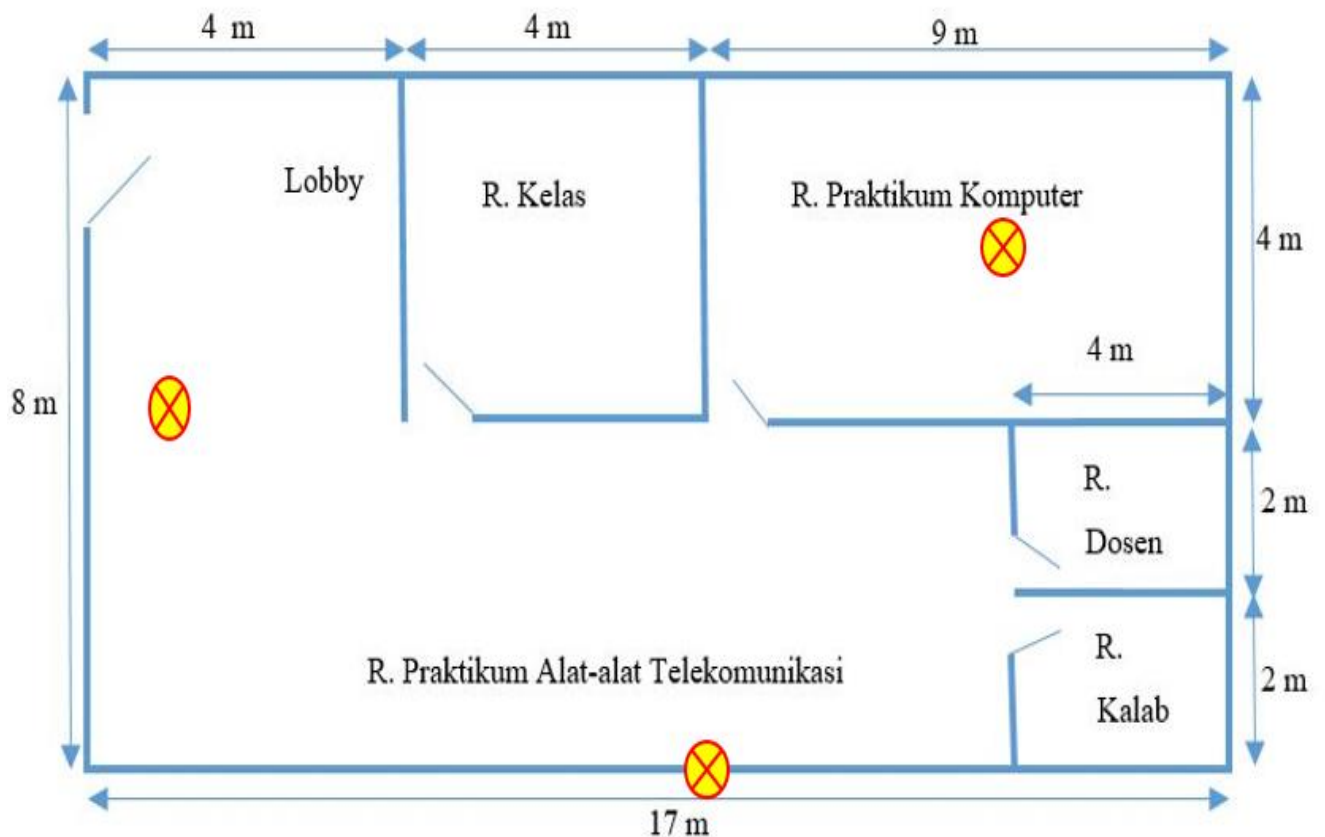
Gambar 3. 2 Diagram Perancangan Program

Berdasarkan gambar 3.2 diatas, alur pembuatan sistem yang dilakukan oleh penyusun di mulai dari:

1. Memasukkan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI yang diperoleh dari proses perhitungan
2. Menghitung jarak AP ke posisi objek (*smartphone*) dengan persamaan rumus algoritma *trilateration*
3. Apabila dihasilkan letak koordinat estimasi yang benar maka dilanjutkan, apabila salah maka mengkaji atau mengoreksi ulang perubahan persamaan rumus algoritma *trilateration*
4. Setelah didapatkan hasil yang benar, maka koordinat estimasi posisi objek (*smartphone*) akan dimunculkan sebagai *output*
5. Selesai

3.3 Perencanaan Lokasi Penelitian dan Penentuan Lokasi *Access Point*

Di bawah ini merupakan gambar lokasi penelitian dan letak *access point* yang dipilih oleh peneliti



Gambar 3. 3 Sketsa Ruangan skala 1:100

Perencanaan lokasi penelitian merupakan langkah pertama dan langkah terpenting untuk melakukan sebuah penelitian. Tahap ini berfungsi untuk membuat peta sistem navigasi yang akan dirancang. Gambar 3.3 di atas merupakan lokasi yang dijadikan tempat perancangan jaringan navigasi yaitu Laboratorium Telekomunikasi FTI UII.

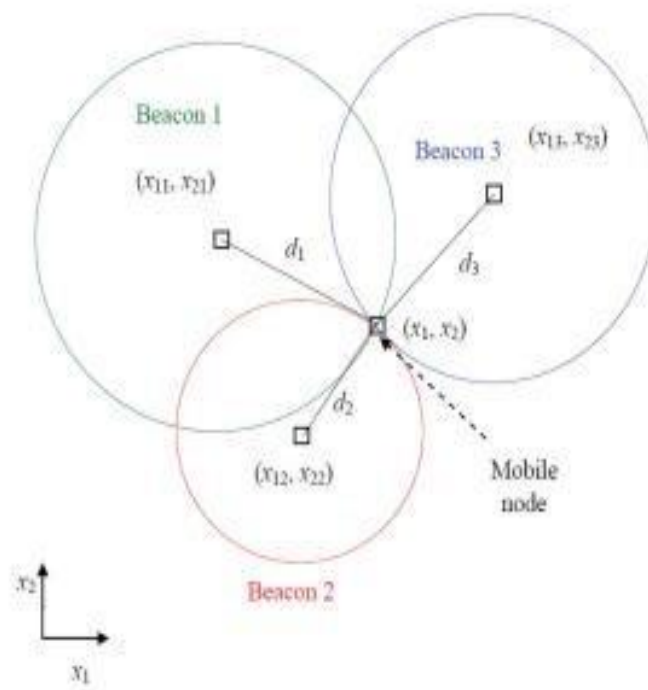
Langkah selanjutnya menentukan lokasi AP (lingkaran bertanda silang warna merah). AP yang digunakan sebanyak 3 buah dan dipasang di lokasi koordinat yang berbeda. AP sangat mempengaruhi kinerja sistem navigasi, karena dengan pancaran sinyal yang kuat, kita dapat memastikan bahwa sinyal yang diterima oleh pengguna dapat dibaca dengan baik.[10]

3.3 Metode *Active Beacon* dan Algoritma

Metode *active beacon* sudah sejak lama digunakan untuk membantu mencari objek atau mengetahui posisi suatu objek seperti pesawat dan kapal laut. Dengan proses yang tidak panjang, metode ini dapat menemukan suatu object dengan posisi yang akurat [16]. Cara kerja dari metode

ini yaitu setiap AP yang sudah dipasang sebelumnya memancarkan sinyal yang kemudian diterima oleh sistem penerima. Sinyal yang telah diterima akan diukur besar kekuatannya oleh RSSI. Pengukuran ini menghasilkan estimasi jarak antara pemancar dan penerima yang kemudian diolah menggunakan suatu metode yang disebut *Trilateration*.

Metode *Trilateration* akan menentukan dimana lokasi suatu objek (*smartphone*) atau penerima menggunakan perhitungan lingkaran [12]. Contohnya jika 3 buah BLE yang memberikan sinyal informasi melalui pancaran sinyalnya kepada 1 buah *smartphone* di suatu titik, maka metode ini akan melakukan perhitungan titik potong dari ke 3 BLE yang masing-masing memiliki jarak yang berbeda karena berada pada lokasi yang tidak sama. Titik potong yang telah didapatkan tersebut berisi informasi posisi suatu penerima.



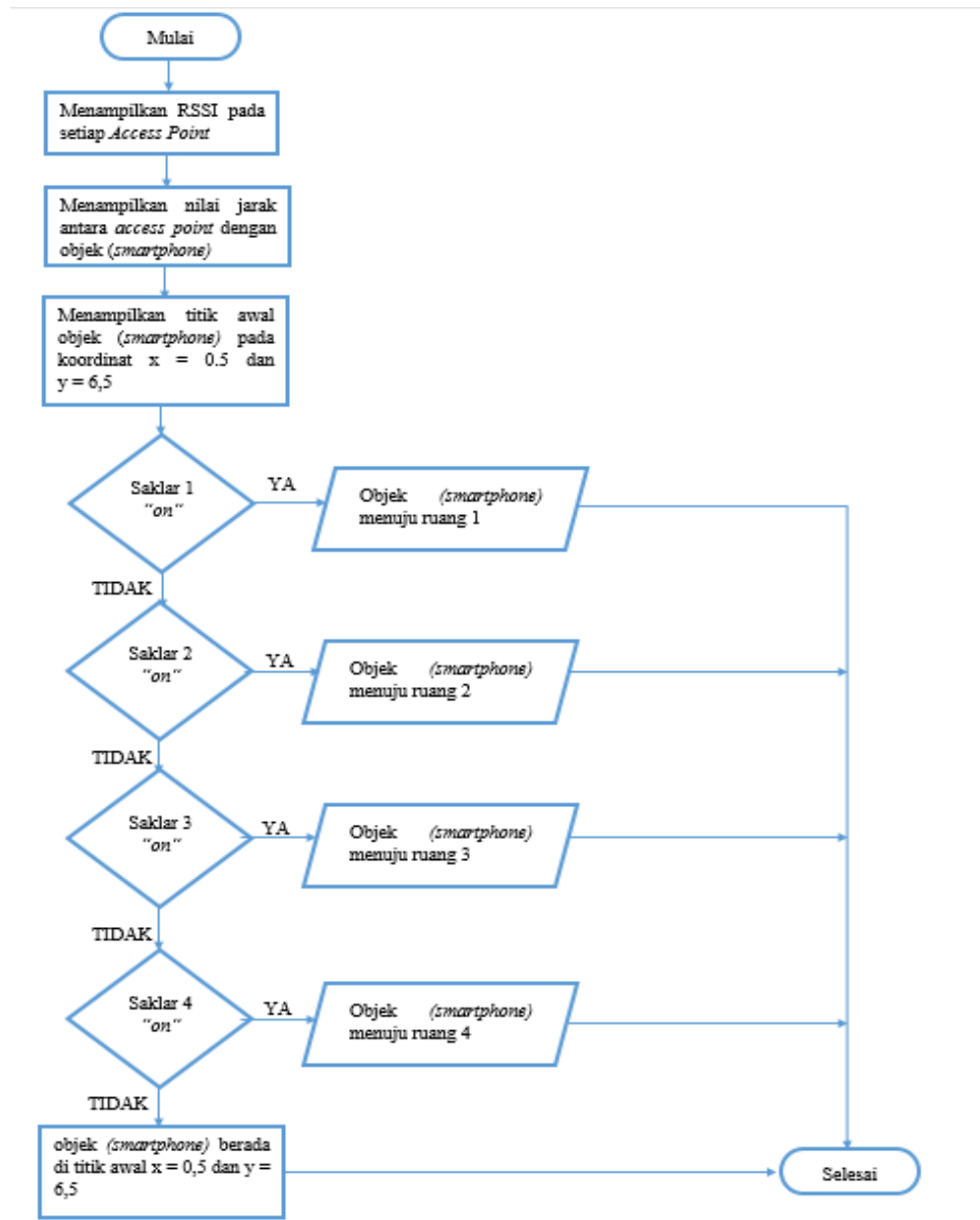
Gambar 3. 4 Metode Pengukuran *Trilateration*

Dari persamaan 2.1 diatas maka dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan titik lokasi suatu user maka dibutuhkan informasi dari 3 AP tersebut dan dengan syarat ke 3 AP tersebut harus aktif. Informasi yang didapat dari ke 3 AP yang aktif tersebut adalah kuat pancaran sinyal pemancar atau sering disebut dengan RSSI.

3.4 Perancangan Simulasi *Indoor Localization*

3.4.1 Tampilan Halaman Pertama Simulasi

Proses simulasi navigasi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini



Gambar 3. 5 Diagram Alur Perancangan simulasi navigasi

Rangkaian diatas merupakan rangkaian yang berada pada tampilan pertama simulasi menggunakan *labview*. Pada gambar 3.5 terlihat bahwa simulasi navigasi dilakukan dari titik awal menuju ke 4 ruangan yang ada di dalam laboratorium yaitu:

1. Ruang 1 untuk ruang belajar laboratorium
2. Ruang 2 untuk ruang praktikum komputer

3. Ruang 3 untuk ruang dosen telekomunikasi Teknik Elektro FTI UII
4. Ruang 4 untuk ruang Kepala Laboratorium Telekomunikasi.

Perancangan dimulai dari pintu masuk laboratorium menuju ke ruangan masing-masing sesuai dengan perintah, apabila “ruang 1” dalam keadaan *on*, maka navigasi akan berjalan menuju ruang 1 begitu pula untuk kondisi ruang 2, ruang 3 dan ruang 4 dalam keadaan *on*. Jika “ruang 2” *on* dan “ruang 1” *on*, maka sistem navigasi akan tetap berjalan menuju “ruang 1”, hal ini juga berlaku pada kondisi ruang 3 dan 4.

Proses navigasi pada simulasi ini terdiri dari 5 kondisi yang akan dijelaskan lebih detail sebagai berikut:

1. Apabila semua kondisi saklar ruang 1 hingga ruang 4 dalam keadaan *off*, maka posisi akan berada pada koordinat ($x = 0,5$; $y = 6,5$), yaitu kondisi awal objek (*smartphone*) yang berada di dekat pintu masuk.
2. Apabila saklar ruang 1 *on* maka menunjukkan objek (*smartphone*) akan bergerak menuju ruang 1. Proses navigasi yang dimulai dari koordinat $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju ke ruang 1 dengan jarak 0,5 meter setiap perpindahan. Dimulai dari $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju koordinat $x = 1,5$ dan $y = 3$ lalu berjalan mendatar hingga $x = 4,5$ dan $y = 3$ kemudian berjalan vertikal menuju $x = 4,5$ dan $y = 6,5$.
3. Apabila saklar ruang 2 *on* maka menunjukkan objek (*smartphone*) akan bergerak menuju ruang 2. Proses navigasi yang dimulai dari koordinat $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju ke ruang 2 dengan jarak 0,5 meter setiap perpindahan. Dimulai dari $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju koordinat $x = 1,5$ dan $y = 3$ lalu berjalan mendatar hingga $x = 8,5$ dan $y = 3$ kemudian berjalan vertikal menuju $x = 8,5$ dan $y = 6,5$.
4. Apabila saklar ruang 3 *on* maka menunjukkan objek (*smartphone*) akan bergerak menuju ruang 3. Proses navigasi yang dimulai dari koordinat $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju ke ruang 3 dengan jarak 0,5 meter setiap perpindahan. Dimulai dari $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju koordinat $x = 1,5$ dan $y = 3$ lalu berjalan mendatar hingga $x = 12$ dan $y = 3$ kemudian berjalan vertikal menuju $x = 12$ dan $y = 2,25$, selanjutnya berjalan mendatar menuju koordinat $x = 14$, dan $y = 2,25$.
5. Apabila saklar ruang 4 *on* maka menunjukkan objek (*smartphone*) akan bergerak menuju ruang 4. Proses navigasi yang dimulai dari koordinat $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju ke ruang 4 dengan jarak 0,5 meter setiap perpindahan. Dimulai dari $x = 1,5$ dan $y = 6,5$ menuju koordinat $x = 1,5$ dan $y = 3$ lalu berjalan mendatar hingga $x = 12$ dan $y = 3$ kemudian berjalan vertikal menuju $x = 12$ dan $y = 1,7$, selanjutnya berjalan mendatar menuju koordinat $x = 14$, dan $y = 1,7$.

Proses Navigasi pada simulasi ini didasari oleh persamaan rumus 2.1 dan persamaan rumus 2.2. Rumus tersebut menggunakan algoritma *trilateration* yang akan menampilkan besarnya RSSI pada saat objek (*smartphone*) berada di suatu ruangan. Peletakan access point berada pada koordinat (1,4) untuk *Universally Unique Identifier* (UUID) 233, (8,0) untuk UUID 239, dan (13,6) untuk UUID 247. Pengambilan letak AP berdasarkan pada penelitian- penelitian sebelumnya yang meletakkan AP pada 3 lokasi yang cukup berjauhan [4].

3.4.2 Tampilan Halaman ke 2 Simulasi

Tampilan halaman ke 2 simulasi yang dibuat oleh peneliti menggunakan RSSI sebagai *input* dan koordinat x,y sebagai *output* yang kemudian akan memperlihatkan jarak objek (*smartphone*) terhadap *Access Point*. Setelah *Access Point* didapat, maka proses selanjutnya adalah jarak tersebut digunakan untuk mencari koordinat dari objek (*smartphone*) berdasarkan dari Jarak *smartphone* dan 3 *access point*. Rumus yang digunakan dalam kondisi ini adalah penjabaran persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = r_1^2 \quad (3.1)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = r_2^2 \quad (3.2)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = r_3^2 \quad (3.3)$$

Setelah itu dilakukan penjabaran dari ke 3 rumus diatas:

$$x^2 - 2x_1x + x_1^2 + y^2 - 2y_1y + y_1^2 = r_1^2 \quad (3.4)$$

$$x^2 - 2x_2x + x_2^2 + y^2 - 2y_2y + y_2^2 = r_2^2 \quad (3.5)$$

$$x^2 - 2x_3x + x_3^2 + y^2 - 2y_3y + y_3^2 = r_3^2 \quad (3.6)$$

Melakukan pengurangan persamaan kedua dari yang pertama dan mengurangi persamaan ketiga dari yang kedua

$$(-2x_1 + 2x_2)x + (-2y_1 + 2y_2)y = r_1^2 - r_2^2 - x_1^2 + x_2^2 - y_1^2 + y_2^2 \quad (3.7)$$

$$(-2x_2 + 2x_3)x + (-2y_2 + 2y_3)y = r_2^2 - r_3^2 - x_2^2 + x_3^2 - y_2^2 + y_3^2 \quad (3.8)$$

Maka didapatkan 2 sistem berikut:

$$Gx + By = C \quad (3.9)$$

$$Dx + Ey = F \quad (3.10)$$

Maka solusi untuk nilai x dan y adalah:

$$x = \frac{CE - FB}{EG - BD} \quad (3.11)$$

$$y = \frac{CD - GF}{BD - GE} \quad (3.12)$$

dengan nilai:

- x_1, y_1 : letak koordinat *access point* UUID 233
- x_2, y_2 : letak koordinat *access point* UUID 239
- x_3, y_3 : letak koordinat *access point* UUID 247
- r_1 : Jarak antara UUID 233 dengan *smartphone*
- r_2 : Jarak antara UUID 239 dengan *smartphone*
- r_3 : Jarak antara UUID 247 dengan *smartphone*
- x, y : letak koordinat *smartphone*
- G : konstanta x pada persamaan 3.7
- B : konstanta y pada persamaan 3.7
- C : hasil substitusi persamaan 3.1 dengan 3.2
- D : konstanta x pada persamaan 3.8
- E : konstanta y pada persamaan 3.8
- F : hasil substitusi persamaan 3.2 dengan 3.3

Persamaan dari algoritma *trilateration* yang sudah dilakukan transformasi rumus seperti pada poin 3.4.2 akan menampilkan RSSI sebagai *input* dan koordinat x, y sebagai *output*.

3.4.3 Tab Control

Tab control merupakan sistem yang digunakan untuk mengubah tampilan simulasi *labview*. Apabila kondisi *true* maka akan ditampilkan tampilan pertama, dan apabila kondisi *false* maka akan ditampilkan tampilan ke 2. Untuk mengubah tampilan penulis menggunakan *push button*.

3.5 Pengambilan Data

Pengukuran jarak *bluetooth low energy* dengan objek (*smartphone*) menggunakan *meterline* agar jarak antara 2 BLE dan objek (*smartphone*) menjadi lebih presisi. Pengukuran dilakukan 10 kali setiap meter agar data yang di dapatkan valid. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Pengambilan data Access Point

RSSI (pengukuran)				RSSI (pengukuran)			
Jarak (m)	UUID 233	UUID 239	UUID 247	Jarak (m)	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-68.6	-68.5	-68.3	11	-88.2	-89.8	-89.6
2	-73.7	-73.3	-72	12	-89.4	-90	-90
3	-77.4	-77.2	-76.5	13	-90.1	-90.5	-90.3
4	-80	-79.4	-79.3	14	-90.6	-90.9	-90.8
5	-81.6	-81.4	-81.6	15	-91	-91.4	-91.7
6	-80	-81	-82.9	16	-91.7	-91.9	-92.3
7	-82.6	-85.2	-84.2	17	-92.6	-92.8	-92.7
8	-86.2	-86	-87.3	18	-93	-93.1	-93.1
9	-87.1	-87.1	-88	19	-93.5	-93.7	-93.6
10	-88.9	-88.6	-89.5	20	-94	-94	-93.9

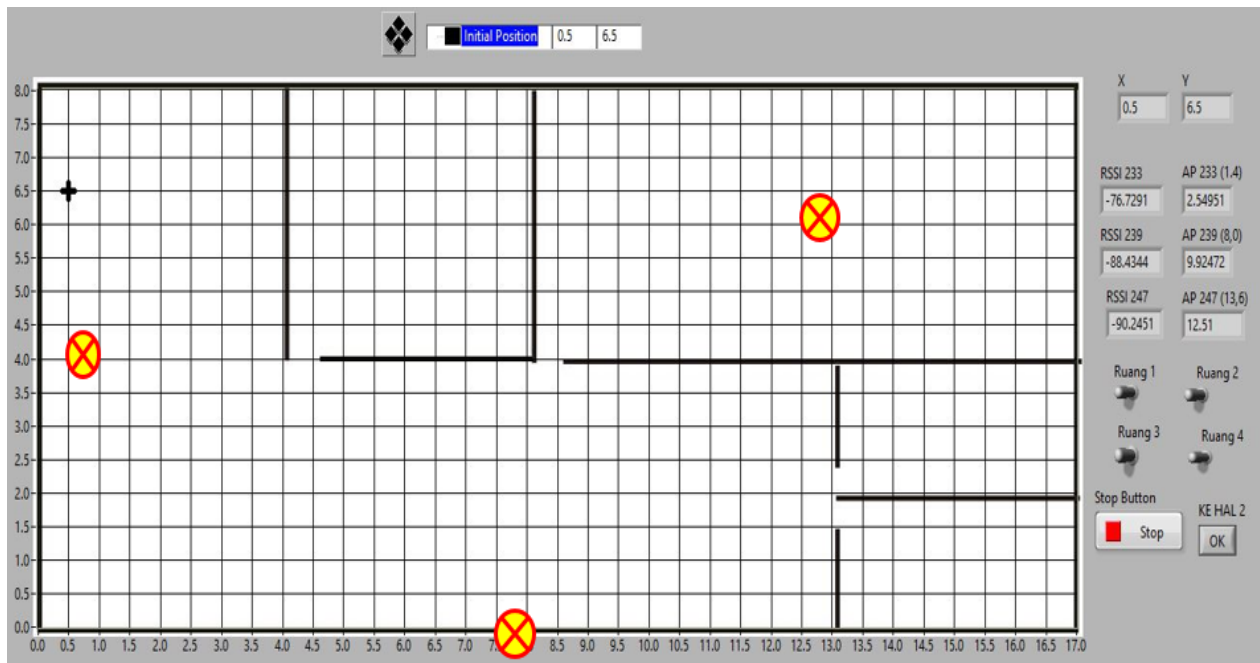
Selain pengukuran peneliti juga melakukan perhitungan RSSI menggunakan persamaan 2.2 dan mendapatkan hasil yang berbeda di setiap meter dikarenakan RSSI yang didapat dari perhitungan menggunakan kondisi *line of sight* sedangkan RSSI pengukuran menggunakan kondisi yang ada pada saat dilakukan pengukuran.

BAB 4

PENGUJIAN, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi

Gambar dibawah ini merupakan hasil tampilan halaman pertama sistem simulasi navigasi.



Gambar 4. 1 Tampilan 1 Simulasi

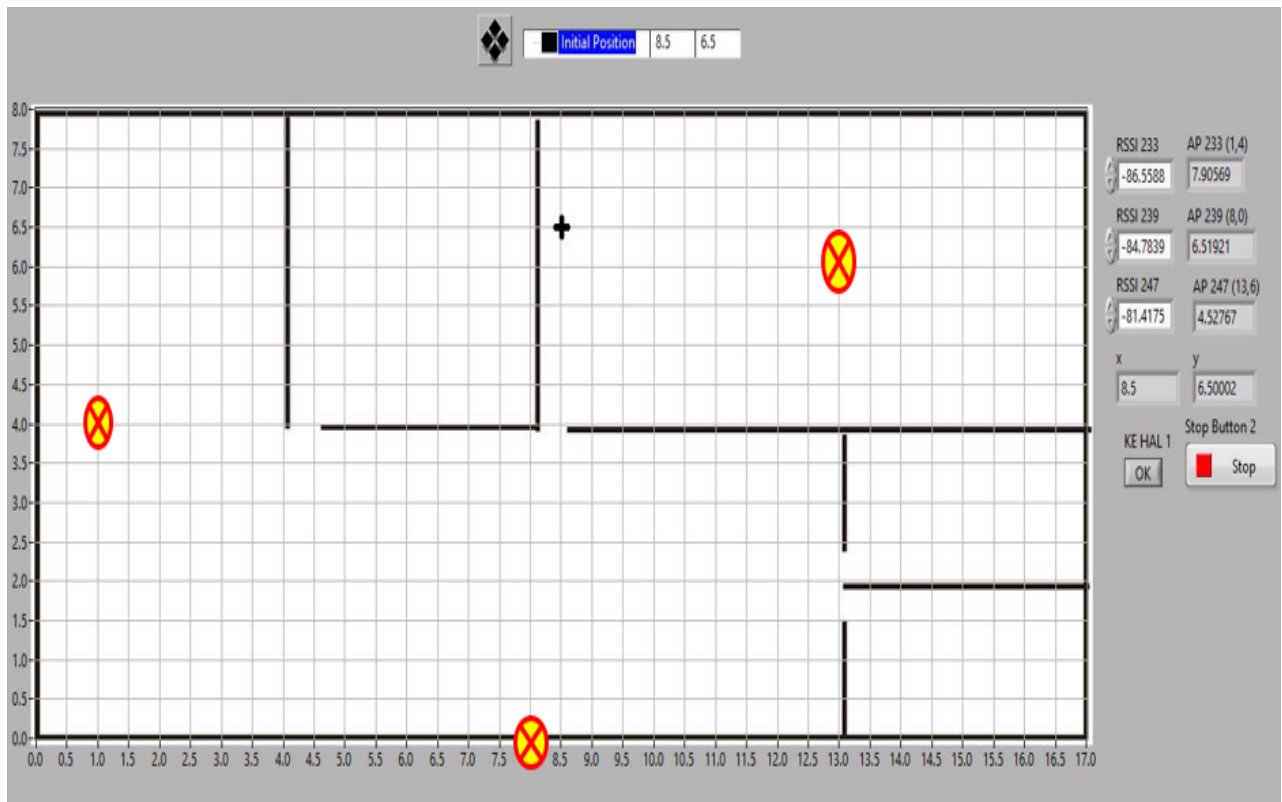
Simulasi yang dilakukan di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII, menghasilkan tampilan seperti gambar diatas, kondisi yang diambil yaitu kondisi *line of sight*. Kondisi *line of sight* yang dimaksud adalah kondisi pada saat *line of sight (los)* sehingga dinding, kaca, dan penghalang lainnya tidak memengaruhi kualitas RSSI yang dipancarkan langsung dari BLE menuju *smartphone*. Simulasi memperlihatkan letak suatu objek (*smartphone*) berada pada suatu ruangan. Simulasi ini menampilkan koordinat-koordinat objek (*smartphone*) dengan skala lokasi 1:100 yang berarti setiap 1cm mewakili 1meter.

RSSI yang ditampilkan pada gambar diatas menggunakan perhitungan rumus dan tidak berdasarkan pada proses pengukuran secara *real*. Tampilan AP 233, AP 239, AP247 merupakan tampilan jarak antara AP dengan suatu objek (*smartphone*) dalam satuan cm.

4 saklar yang terdapat pada tampilan diatas merupakan saklar *on off* untuk melakukan sistem navigasi menuju ruangan tertentu. *Push button* berfungsi untuk memindah tab atau halaman simulasi menuju sistem ke 2.

Sistem dan perhitungan yang digunakan berdasarkan jurnal yang sudah dibaca oleh peneliti sehingga didapatkan hasil seperti gambar diatas. Perancangan menggunakan *labview* ini dilakukan

tanpa menggunakan sistem pengendalian sehingga apabila suatu objek (*smartphone*) diletakkan dalam koordinat yang acak, dan dilakukan pengaktifan tombol ruang maka akan terlihat bahwa *tracking* dimulai dari koordinat ($x=0,5$ dan $y = 6,5$).



Gambar 4. 2 Tampilan 2 Simulasi

Pada tampilan ke 2 ini, peneliti menggunakan RSSI sebagai suatu input untuk mencari sebuah lokasi koordinat suatu objek (*smartphone*). Saat nilai 3 RSSI pada tiap AP dimasukkan maka akan menampilkan jarak AP dan koordinat objek (*smartphone*).

4.2 Hasil Pengukuran Akurasi

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan oleh peneliti diketahui bahwa algoritma *trilateration*, dengan grid 1m x 1m memberikan estimasi posisi suatu objek (*smartphone*) dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Untuk mengetahui kemampuan *BLE* dalam mengestimasi posisi suatu objek (*smartphone*) di dalam wilayahnya, maka dilakukan 10 kali pengujian pada setiap sampel koordinat yang digunakan untuk menguji tingkat akurasi posisi objek (*smartphone*) di dalam Laboratorium Telekomunikasi. Dari seluruh pengujian yang sudah dilakukan diketahui bahwa sistem 100% mampu mengestimasi bahwa objek (*smartphone*) berada di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII.

Untuk mengetahui besarnya akurasi posisi objek (*smartphone*) dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII maka dapat dilihat dari tabel dibawah ini (rincian uji coba terdapat pada lampiran):

Tabel 4. 1 Akurasi Posisi Objek (*smartphone*) di Laboratorium Telekomunikasi (dalam meter)

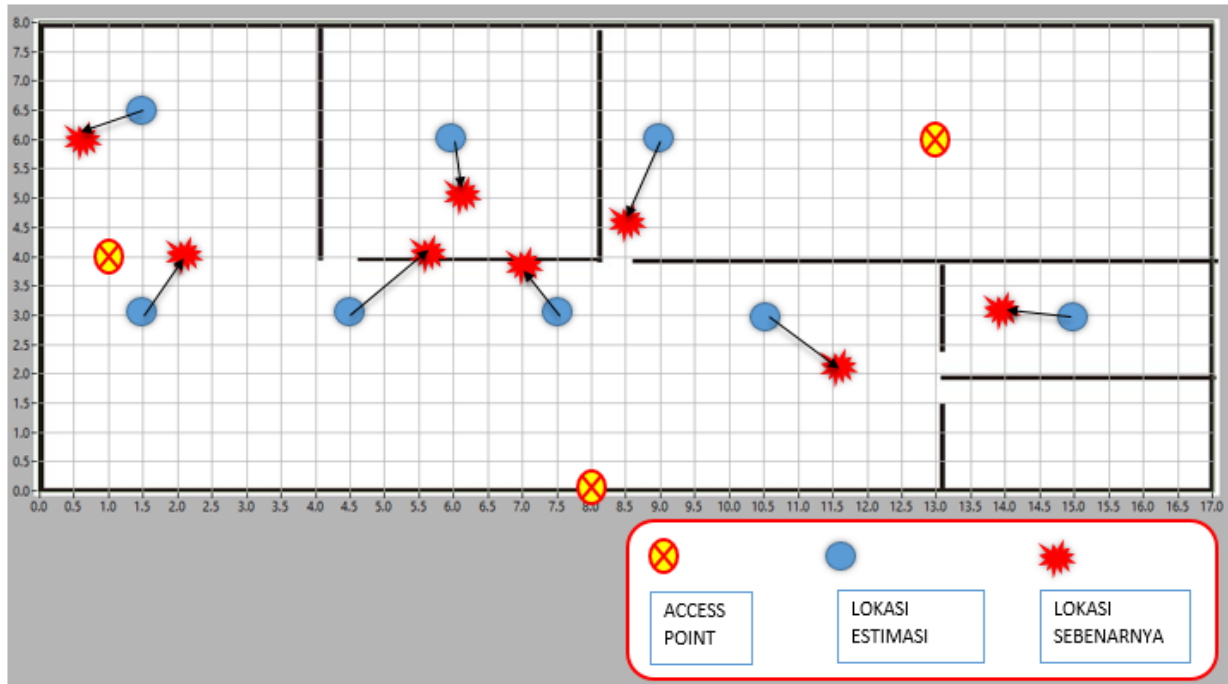
koordinat x Lokasi Objek (Smartphone) Sebenarnya	koordinat y Lokasi Objek (Smartphone) Sebenarnya	koordinat x' Lokasi Objek (Smartphone) Estimasi	koordinat y' Lokasi Objek (Smartphone) Estimasi	x-x'	y-y'	Jarak euclidean (Jarak Lokasi Sebenarnya dengan Lokasi Estimasi)
8.48444	4.55512	9	6	-0.5156	-1.4449	1.53410571
6.17921	5.2632	6	6	0.17921	-0.7368	0.758281257
13.9567	3.09148	15	3	-1.0433	0.09148	1.047302955
0.676096	6.28777	1.5	6.5	-0.8239	-0.2122	0.850799256
2.05614	4.25958	1.5	3	0.55614	1.25958	1.376892689
5.5892	4.30682	4.5	3	1.0892	1.30682	1.701215787
7.10143	3.78557	7.5	3	-0.3986	0.78557	0.880896288
11.5576	2.09125	10.5	3	1.0576	-0.9088	1.394397477
Akurasi						1.192986427

Pada tabel diatas terlihat bahwa jarak *euclidean* masing-masing koordinat memiliki nilai yang berbeda-beda. Jarak *euclidean* terkecil terjadi pada lokasi sebenarnya (6.17921, 5.2632) terhadap lokasi estimasi (6,6) yaitu sebesar 0.7582813 meter. Sedangkan jarak *euclidean* terbesar terjadi pada lokasi sebenarnya (7.10143, 3.78557) terhadap lokasi estimasi (7.5, 3) yaitu sebesar 1.7012158. Perbedaan jarak *euclidean* yang terjadi setiap lokasi dikarenakan adanya kondisi *non line of sight (nlos)* di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII, dimana sinyal dapat mengalami pemantulan, penyerapan, serta dihamburkan sehingga nilai RSSI tidak langsung dipancarkan menuju objek (*smartphone*) yang menerima pancaran sinyal dari BLE. Hal ini sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh Wildan Yoga Swara bahwa terjadinya refleksi, refraksi difraksi, dan hamburan dapat mempengaruhi perbedaan koordinat lokasi objek (*smartphone*) [6]. Sehingga pada penelitian ini perbandingan akurasi BLE dalam kondisi *line of sight (los)* dan kondisi *real (nlos)* yaitu sebesar 1.1929864 meter.

Perbandingan akurasi BLE dalam kondisi *line of sight* dan kondisi *real* yaitu sebesar 1.1929864 meter. Perbedaan ini terjadi karena banyak faktor lingkungan yang terdapat didalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII. Tingkat akurasi 1.19 meter menurut penelitian Anggeriko, Hari Ginardi, dan Fajar Baskoro tahun 2016 tentang *Indoor Localization* adalah tingkat akurasi yang standar [17]. Tingkat akurasi dibagi menjadi 3 bagian:

- Apabila akurasi kurang 1 Meter maka BLE memiliki tingkat akurasi yang baik.
- Apabila akurasi antara 1 hingga 2 meter, maka BLE memiliki tingkat akurasi yang standar.
- Apabila akurasi lebih dari 2 meter maka BLE memiliki tingkat akurasi yang buruk

Gambar dibawah ini menampilkan koordinat lokasi sebenarnya dan lokasi estimasi dimana simbol berwarna biru merupakan lokasi objek (*smartphone*) pada kondisi sebenarnya dan simbol merah merupakan lokasi objek (*smartphone*) pada kondisi estimasi.



Gambar 4. 3 Perbandingan Lokasi Sebenarnya dan Lokasi Estimasi

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan BLE harus memerhatikan kondisi lingkungan, karena penghalang dan kondisi lingkungan dapat mempengaruhi kinerja BLE.
2. Jarak baca BLE di dalam ruangan Laboratorium Telekomunikasi cukup baik, yaitu seluruh sisi ruangan dapat dijangkau sinyal BLE.
3. Algoritma *trilateration*, dapat membaca dengan cukup baik objek (*smartphone*) di dalam Laboratorium Telekomunikasi FTI UII dan memiliki estimasi dengan tingkat akurasi yang standar yaitu 1.1929864 meter.

5.2 Saran

1. Mengecek selalu komponen alat yang akan digunakan agar mengurangi nilai *error* pada saat pengukuran
2. Untuk peneliti selanjutnya agar meningkatkan performa simulasi agar proses navigasi berjalan dengan cara mencari rute terdekat menggunakan sistem *fuzzy*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. D. Kaplan and C. J. Hegarty, *Understanding GPS*. 2005.
- [2] H. Fredrick, “Why Doesn’t GPS Work Inside a Building? | Science - Opposing Views,” *Opposing Views*, 2013. .
- [3] X. He, S. Badiei, D. Aloji, and J. Li, “WiFi iLocate: WiFi based indoor localization for smartphone,” *Wirel. Telecommun. Symp.*, 2014.
- [4] S. Chan and G. Sohn, “Indoor Localization Using Wi-Fi Based Fingerprinting and Trilateration Techniques for Lbs Applications,” *ISPRS - Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. XXXVIII-4/, pp. 1–5, 2012.
- [5] A. R. Musthafa, R. V. H. Ginardi, and F. X. Arunanto, “Sistem Navigasi Indoor Menggunakan Sinyal Wi-fi dan Kompas Digital Berbasis Integrasi dengan Smartphone untuk Studi Kasus pada Gedung Bertingkat,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 2–6, 2016.
- [6] W. Y. Swara, “Perancangan dan Implementasi Sistem Indoor Localization Berbasis Wireless Sensor Network dengan Perangkat Zigbee,” *Telkom Univ.*, pp. 1–7, 2016.
- [7] S. S. K. Taman Ginting, Widyawan, “Wlan Fingerprint Untuk Prediksi Lokasi Objek Dalam Gedung,” *J. Teknol.*, vol. 5, pp. 143–148, 2012.
- [8] Y. Lukito and A. R. Chrismanto, “Perbandingan Metode-Metode Klasifikasi Klasifikasi untuk Indoor Positioning System,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. AUGUST 2015, pp. 123–131, 2015.
- [9] Sutarti, “Deteksi Lokasi Objek Dalam Gedung Berbasis IEEE 802.11 Menggunakan Metode K-NN,” *J. PROSISKO*, vol. 3, no. 2, pp. 61–67, 2016.
- [10] M. Amir, “Datasheet Cb10025RW,” in *Cubeacon Developer Kit*, no. 123, 2015, pp. 1–9.
- [11] R. Heydon and N. Hunn, *Bluetooth Low Energy*. 2013.
- [12] J. Green and K.-A. Matthews, *4th Robotics and Mechatronics Conference of South Africa ROBMECH 2011*, vol. 59, no. 1–4. 2011.
- [13] T. I. N. Ahmad Deny Andika, Poltak Sihombing, “Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI,” *Univ. Sumatera Utara, Sumatera*, vol. 66, no. 4, pp. 1–6, 2011.
- [14] P. E. N. Surabaya, “Pengukuran Jarak Antar Node Menggunakan X-Bee,” *Prakt. Jar. Telekomun.*, no. 4, pp. 4–8.
- [15] H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee, and J. Liu, “Survey of wireless indoor positioning techniques and systems,” *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews*, vol. 37, no. 6. pp. 1067–1080, 2007.

- [16] J. Borenstein, H. R. Everett, and L. Feng, “Where am I? Sensors and methods for mobile robot positioning,” *Univ. Michigan*, vol. 119, p. 120, 1996.
- [17] A. Aryasena, R. V. H. Ginardi, and F. Baskoro, “Perancangan Indoor Localization Menggunakan Bluetooth Untuk Pelacakan Posisi Benda di Dalam Ruangan,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 326–330, 2016.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Percobaan Nilai RSSI di koordinat x=9 dan y=6

Percobaan koordinat x=9 dan y=6			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-86	-84	-80
2	-85	-76	-81
3	-84	-85	-81
4	-85	-79	-82
5	-86	-81	-85
6	-85	-84	-82
7	-87	-84	-81
8	-86	-83	-83
9	-89	-81	-80
10	-88	-80	-83
rata-rata	-86.1	-81.7	-81.8
Hasil x= 8.48444 dan y= 4.55512			

Lampiran 2: Percobaan Nilai RSSI di koordinat x= 6 dan y=6

Percobaan koordinat x=6 dan y=6			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-86	-84	-86
2	-85	-83	-87
3	-82	-88	-89
4	-83	-86	-88
5	-84	-86	-87
6	-82	-85	-85
7	-87	-82	-82
8	-86	-85	-86
9	-81	-80	-83
10	-86	-85	-84
rata-rata	-84.2	-84.4	-85.7
Hasil x= 6.17921 dan y= 5.2632)			

Lampiran 3 : Percobaan Nilai RSSI di koordinat $x=15$ dan $y= 3$

Percobaan koordinat $x=15$ dan $y=3$			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-90	-85	-80
2	-91	-85	-78
3	-91	-84	-82
4	-91	-86	-79
5	-92	-85	-80
6	-92	-87	-78
7	-91	-86	-82
8	-91	-85	-81
9	-89	-84	-77
10	-92	-88	-82
rata-rata	-91	-85.5	-79.9
Hasil $x= 13.9567$ dan $y= 3.09148$)			

Lampiran 4: Percobaan Nilai RSSI di koordinat $x=1.5$ dan $y= 3$

Percobaan koordinat $x=1,5$ dan $y=3$			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-70	-92	-88
2	-68	-85	-92
3	-64	-90	-90
4	-69	-79	-86
5	-71	-83	-85
6	-70	-84	-90
7	-68	-83	-94
8	-76	-81	-88
9	-76	-91	-91
10	-69	-90	-88
rata-rata	-70.1	-85.8	-89.2
Hasil $x= 2.05614$ dan $y= 4.25958$)			

Lampiran 5: Percobaan Nilai RSSI di koordinat $x=4,5$ dan $y=3$

Percobaan koordinat $x=4,5$ dan $y=3$			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-84	-73	-86
2	-76	-85	-85
3	-85	-86	-90
4	-80	-86	-80
5	-84	-79	-84
6	-78	-76	-88
7	-81	-87	-85
8	-73	-78	-88
9	-86	-79	-84
10	-79	-84	-85
rata-rata	-80.6	-81.3	-85.5
Hasil $x= 5.5892$ dan $y= 4.30682$)			

Lampiran 6: Percobaan Nilai RSSI di koordinat $x=7,5$ dan $y=3$

Percobaan koordinat $x=7,5$ dan $y=3$			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-84	-77	-81
2	-80	-78	-83
3	-74	-78	-78
4	-86	-79	-81
5	-86	-78	-88
6	-89	-81	-86
7	-87	-77	-90
8	-84	-80	-92
9	-83	-80	-78
10	-86	-84	-82
rata-rata	-83.9	-79.2	-83.9
Hasil $x= 7.10143$ dan $y= 3.78557$)			

Lampiran 7: Percobaan Nilai RSSI di koordinat x=10,5 dan y=3

Percobaan koordinat x=10,5 dan y=3			
No	UUID 233	UUID 239	UUID 247
1	-87	-86	-82
2	-84	-84	-76
3	-88	-80	-86
4	-80	-79	-83
5	-95	-81	-72
6	-96	-85	-84
7	-90	-73	-80
8	-94	-72	-85
9	-93	-80	-75
10	-84	-80	-76
rata-rata	-89.1	-80	-79.9
Hasil x= 11.5576 dan y=2.09125)			