PENERAPAN SISTEM *INDOOR LOCALIZATION* MENGGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY* DENGAN TEKNIK *TRILATERATION* DI LABORATORIUM LG CORNER FTI UII

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1

Disusun oleh:

Avganesya Fradensa Utomo

14524025

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2020

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN SISTEM *INDOOR LOCALIZATION* MENGGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY* DENGAN TEKNIK *TRILATERATION* DI LABORATORIUM LG CORNER FTI UII

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Avganesya Fradensa Utomo
14524025

Yogyakarta, 24-Juli-2020

Menyetujui,

Pembimbing 1

Dzata Farahiyah, S.T.,M.Sc.
155220509

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENERAPAN SISTEM *INDOOR LOCALIZATION* MENGGUNAKAN *BLUETOOTH LOW ENERGY* DENGAN TEKNIK *TRILATERATION* DI LABORATORIUM LG CORNER FTI UII

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Avganesya Fradensa Utomo

14524025

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 14-Agustus-2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Dzata Farahiyah, S.T.,M.Sc, _____

Anggota Penguji 1: Firdaus, S.T., M.T., Ph.D., _____

Anggota Penguji 2: Almira Budiyanto ,S.Si., M.Eng., _____

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 26-Agustus-2020 Ketua

Program Studi Teknik Elektro

Yusuf Aziz Amrullah ,S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

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 yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 23 Juli 2020



Avganesya Fradensa Utomo

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah , puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah 'Azza Wa Jalla yang telah memberikan hidayah, petunjuk, dan kemudahan sehingga tugas akhir telah diselesaikan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Kemudian, sholawat serta salam tidak lupa kita ucapkan kepada Rasulullah Shallallahu'alaihi Wasallam yang telah menyampaikan risalah dan menjadi tauladan kepada umatnya.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bantuan dan dukungannya kepada :

1. Allah 'Azza Wa Jalla atas semua nikmat, hidayah, petunjuk, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua penulis, selaku keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
3. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dzata Farahiyah, S.T, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis melakukan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing selama penulis duduk di bangku kuliah.
6. Teman-teman ABD.corp Hardi, Hanif, Hasbian, Fathullah, Faiz dan Aulio yang juga memberikan dukungan, semangat, dan membantu dalam diskusi penyelesaian Skripsi ini.
7. Teman-teman TrahLor Nandika, Robby, Helmi, dan Kasyfil yang telah banyak memberikan semangat dan membantu penulis dalam mengerjakan Skripsi ini.
8. Teman - teman Teknik Elektro UII yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian dan penulisan laporan akhir.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.

Dalam laporan tugas akhir ini penulis menyadari masih banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu, pengetahuan, dan pengalaman, oleh karena itu penulis memohon maaf. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Singkatan	*Arti Singkatan*
BLE	*Bluetooth Low Energy*
dBm	*desibel-miliwatt*
NLOS	*Non Line Of Sight*
Wi-fi	*Wireless fidelity*
m	*meter*
cm	*centimeter*
GPS	*Global Positioning System*
IL	*Indoor Localization*
WLAN	*Wireless Local Area Network*
AP	*Access Point*
Tx	*Transmitter*
Rx	*Receiver*
RSSI	*Receive Signal Strength Indicator*

ABSTRAK

Saat ini teknologi *indoor localization* (IL) terus dikembangkan karena pada zaman ini kebutuhan bidang navigasi sangat dibutuhkan karena peminat yang sangat tinggi seperti ketika pengunjung menggunakan navigasi dengan GPS (Global Positioning Service) sedang berada di dalam ruangan yang terhalang oleh banyak proses pembangunan atau gedung – gedung bertingkat seperti di daerah perkotaan yang mengakibatkan terganggu kualitas sinyal yang diterima oleh *smartphone* sehingga nilai *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI) yang diterima kurang baik menyebabkan system navigasi menunjukkan akurasi yang tidak tepat. Untuk itu saat ini sedang dikembangkan teknologi *indoor localization* sebagai solusi mengatasi masalah tersebut karena memiliki akurasi yang lebih baik ketika pada kondisi didalam ruangan. Pada simulasi ini menggunakan metode penentuan posisi *trilateration*. Selain itu, simulasi ini menngunakan bantuan perangkat Android dan Cubeacon dengan modul *Bluetooth Low Energy* (BLE) sebagai alat komunikasi untuk menghindari konsumsi energi yang berlebihan dan untuk meningkatkan stabilitas kekuatan sinyal yang diterima. Pada pengujian terdapat penghalang seperti dinding dan perabotan elektronik yang mampu menyebabkan kekuatan sinyal RSSI menurun. Dalam simulasi ini dikerjakan didalam Laboratorium LG Corner FTI UII menggunakan Teknik *trilateration* serta perhitungan akurasi.

Kata Kunci:*Trilateration, RSSI, Bluetooth Low Energy, Indooor Localization*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN v
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Studi Literatur 4
2.2 Tinjauan Teori 5
2.2.1 Teknik Trilateration 5
2.2.2 Perhitungan Akurasi 6
2.2.3 BLE. 7
2.2.4 RSSI 7
2.2.5 Standar Deviasi 8
BAB 3 METODOLOGI 9
3.1 Alat dan Bahan 9
3.2 Diagram alir Penelitian 9

3.2.1 Studi Literatur 10
3.2.2 Mengukur Luas Ruangan & Menentukan AP 10
3.2.3 Pengambilan Data 12
3.2.4 Simulasi & Menghitung Rumus 12
3.2.5 Analisa & Laporan 14
3.3 Perancangan Sistem/Simulasi/Metode Analisis 14
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 15
4.1 Hasil Pengambilan Data 15
4.2 Hasil Penghitungan Teknik Trilateration 16
4.3 Hasil Penghitungan Akurasi 17
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 19
5.1 Kesimpulan 19
5.2 Saran 19
DAFTAR PUSTAKA 20
LAMPIRAN 1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teknik Trilateration 6
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian 10
Gambar 3. 2 Cubeacon card 11
Gambar 3.3 Peta Lokasi Pengujian 11
Gambar 3. 4 Diagram Alur Perancangan 14

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tampilan Kasus 1 1
Tabel 2 Perhitungan Trilateration kasus 1 1
Tabel 3 Perhitungan Persentase Akurasi kasus 1 1
Tabel 4 Tampilan kasus 2 2
Tabel 5 Perhitungan Trilateration kasus 2 2
Tabel 6 Perhitungan Persentase Akurasi kasus 2 2
Tabel 7 keseluruhan data sampel RSSI pada Lab LG Corner FTI UII 3
Tabel 2. 1 Pathloss exponent kondisi lingkungan 8
Tabel 4.1 Hasil pengambilan data kasus 1 pada tabel excel 16
Tabel 4.2 Hasil pengambilan data kasus 2 pada tabel excel 16
Tabel 4.3 kasus 1 perhitungan akurasi 17
Tabel 4.4 kasus 2 perhitungan akurasi 17

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu layanan teknologi yang digunakan masyarakat khususnya pengguna ponsel saat ini masih terus dikembangkan untuk meminimalkan beban pekerjaan manusia khususnya untuk menentukan posisi didalam ruangan dengan berbagai macam teknologi, salah satunya GPS yang telah banyak digunakan di zaman modern ini. Salah satu langkah awal adanya layanan GPS (*Global Positioning System*) adalah saat dimulainya perlombaan ruang angkasa di setiap negara maju, kemudian pada tahun 1957 negara Russia meluncurkan Sputnik I untuk penelitian luar angkasa, sampai pada akhir tahun 1973 Departemen Pertahanan Amerika Serikat setuju dengan melakukan uji coba satelit Navstar untuk kebutuhan militer yang kemudian menjadi generasi awal dari sebuah satelit GPS. Hingga pada tahun 1983 GPS mulai disiapkan untuk melayani kebutuhan sipil secara global terutama digunakan untuk kepentingan kelautan dan penerbangan, Kemudian tahun 1994 GPS Navstar telah dikembangkan lagi fungsi yang lebih luas agar dapat digunakan untuk bahan penelitian, pertanian, nakhoda pelayaran, sport, militer, pendaki gunung, pilot, pengemudi, dan masih ada banyak lagi fungsi dari alat ini [1].

Karena penggunaan navigasi ini sangat tergantung pada satelit, maka menjadi sangat penting adanya sinyal satelit, namun alat navigasi dengan basis satelit ini tidak mampu beroperasi secara maksimal ketika terjadi gangguan pada sinyal satelit. Ada berbagai macam kondisi yang dapat menurunkan kekuatan sinyal satelit, yaitu berada di tengah hutan yang lebat, di dalam air, benda di sekitar mengeluarkan gelombang elektromagnetik, terutama berada didalam gedung dan diantara 2 buah gedung yang tinggi maka sinyal akan memantul sehingga perhitungan alat navigasi menjadi kacau dan menampilkan posisi yang tidak akurat [1]. Agar tidak mengalami kejadian seperti itu khususnya saat berada di dalam bangunan maka sangatlah diperlukan *positioning system* yang berbeda tentunya dengan keakuratan yang dapat bekerja secara maksimal untuk dapat digunakan ber navigasi di dalam ruangan atau gedung. Teknologi yang dimaksud adalah dengan konsep *indoor localization* tanpa menggunakan teknologi GPS. .

Teknologi (WLAN) *Wireless Local Area Network* sudah banyak digunakan pada konsep *indoor localization* karena banyak lokasi yang telah menyediakan WLAN dan dengan mudah terkoneksi dengan smartphone [2] . Tetapi diantara bermacam macam teknologi yang digunakan, bluetooth adalah teknologi yang memerlukan biaya dan infrastruktur yang minim. Perangkat bluetooth sudah banyak tersedia secara luas dan terintegrasi dengan berbagai perangkat elektronik.

Saat ini teknologi *bluetooth* telah berkembang mencapai generasi 4.0 atau disebut (BLE) *Bluetooth Low Energi* [3].

BLE memiliki perbedaan dengan generasi sebelumnya yaitu dirancang menggunakan baterai dengan konsumsi daya yang rendah dan jangkauan ditingkatkan menjadi lebih luas. Terdapat beberapa jenis BLE jika biasanya menyatu dengan perangkat elektronik ada juga yang diproduksi secara terpisah. Salah satu startup yang mengembangkan teknologi BLE adalah cubeacon. Sebuah modul cubeacon dapat memberi bermacam informasi seperti *Received Signal Strenght Indikator* (RSSI), T_x *Power* (kuat daya yang dipancarkan), dan *distance* (jarak) yang diterima oleh perangkat *mobile.*

Selama proses perkembangan navigasi pada BLE memiliki beberapa algoritma untuk meningkatkan kinerja seperti Trilatertion bekerja dengan cara menghitung nilai kalkulasi jarak atau posisi sebuah obyek didalam ruangan dengan nilai (*Received Signal Strength Indication*) RSSI yang diterima sebuah receiver. Akan tetapi kuat sinyal yang dierima tidak selalu stabil dikarenakan kondisi lingkunan yang dipengaruhi *noise*. Sehingga diperoleh nilai RSSI yang kurang akurat. Untuk mengurangi masalah tersebut maka perlu ditambahkan perhitungan akurasi untuk mendapatkan hasil yang baik [4]. Hal tersebut menarik peneliti ingin membuat simulasi *indoor localization* menggunakan Trilateration ditambahkan perhitungan akurasi. Dengan sebab kuat sinyal dari BLE kurang stabil, pengujian dilakukan didalam Laboratorium LG Coner FTI UII menggunakan BLE dan smartphone. Diharapkan penggunaan *smartphone* dan BLE *indoor localization* memiliki level akurasi yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan Masalah pada penelitian ini adalah:

1. Memilih BLE yang terdekat menggunakan nilai RSSI didalam Laboratorium LG Corner FTI UII
2. Bagaimana tingkat akurasi BLE (*Bluetooth Low Energy*) menggunakan teknik Trilateration didalam gedung Laboratorium LG Corner FTI UII?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah berisi suatu hal yang membatasi lingkup penelitian.

1. BLE (*Bluetooth Low Energy*) yang digunakan berjumlah 4 cubeacon.
2. Menggunakan teknik *Trilateration.*
3. Lokasi pengujian berada didalam gedung Laboratorium LG Corner FTI UII.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan penulisan dari skripsi ini:

1. Membandingkan nilai ketepatan estimasi posisi sinyal BLE (*Bluetooth Low Energy*) menggunakan teknik *Trilateration.*
2. Mengetahui tingkat akurasi estimasi posisi di Laboratorium LG Corner FTI UII menggunakan BLE (*Bluetooth Low Energy*).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menjadi salah satu solusi navigasi di dalam gedung Laboratorium FTI UII
2. Mampu memaksimalkan kuat sinyal BLE (*Bluetooth Low Energy*) didalam ruangan
3. Sebagai langkah awal dalam penggunaan *Indoor Localization* pada teknologi BLE (*Bluetooth Low Energy*).

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Berdasarkan penelitian yang telah di rangkum oleh [5] melakukan analisis tentang *Arsitektur Sistem Penentuan Posisi di Dalam Ruangan* pada tahun 2018 penelitian ini menyajikan tentang berbagai macam metode mengenai Teknik dan teknologi lokalisasi dalam ruangan dan juga beberapa parameter dalam *Positioning System*. Menurut nya, parameter untuk menentukan evaluasi terhadap sebuah system dibutuhkan pembanding seperti presisi, akurasi dan biaya, seperti akurasi bekerja dengan cara membandingkan antara lokasi estimasi dan lokasi sebenarnya sedangkan presisi menyatakan tingkat prediksi suksesnya yang berdasarkan pada tingkat akurasi yang ditentukan. Presisi melukiskan konsistensi kerja pada system.

Pada tahun 2016, Farid Orujoy dan Rytis Maskeliunas dalam penelitiannya mengenai *Comparative Analysis of the Indoor Positioning Algorithms using Bluetooth Low Energi Beacons* membahas tentang algoritma pemosisisan dalam ruangan berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima dari beacons Bluetooth Low Energi, penelitian ini dilakukan karena menurut paper ini penggunaan navigasi GPS di dalam sebuah gedung atau stasiun bawah tanah mendapat sinyal GPS yang lemah membuatnya tidak dapat digunakan untuk navigasi GPS di dalam ruangan. Selain itu untuk menggunakan hotspot Wi-Fi untuk mendeteksi lokasi di sebuah ruangan akan kurang stabil, mengingat fakta bahwa dinding merupakan hambatan yang mempengaruhi kuat sinyal Wi-Fi [6].

Penelitian lainnya dilakukan oleh Dickinson, Patrick Cielniak, Gregorz Szymanezyk, Olivier Mannion, Mike pada tahun 2016 meneliti tentang *Indoor Positioning of Shopers Using a Network of Bluetooth Low Energi Beacons* dalam makalah mereka melakukan percobaan pada pemosisian indoor untuk pengguna (pembeli), menggunakan jaringan beacon Bluetooth Low Energi (BLE) yang ditempatkan disebuah toko. Tujuannya adalah secara akurat menentukan bagian produk mana yang berbatasan dengan pengguna saat melintasi toko, menggunakan pembacaan RSSI dari beberapa beacon yang diukur secara asinkron pada perangkat seluler biasa [7].

2.2 Tinjauan Teori

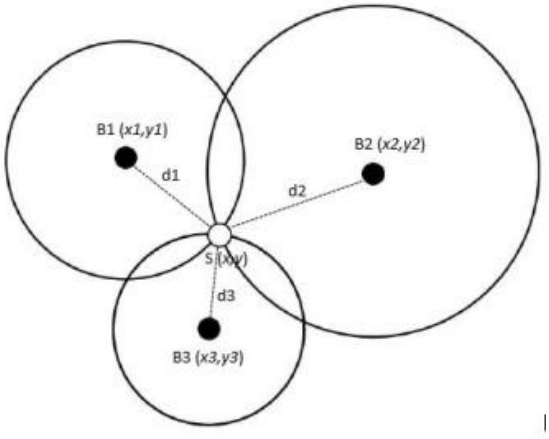
2.2.1 Teknik Trilateration

Trilateration adalah metode penentuan posisi sebuah objek dengan pengukuran jarak secara simultan [8]. Untuk menentukan posisi dan jarak biasanya mengacu pada algoritma *Multilateration*, *Trilateration* dan *Lateration* untuk penerapan teknik lokalisai *indoor*. Teknik *Trilateration* dalam menentukan posisi suatu objek dengan cara mengukur jarak dari beberapa titik referensi. Dalam *Trilateration*, "tri" mengartikan bahwa menggunakan metode ini diperlukan tiga titik lokasi yang telah diketahui untuk menentukan posisi dalam ruangan. Tujuan utamanya adalah untuk penghitungan jarak antara titik akses (AP) dan perangkat seluler [9]. Prinsip dasar dari *trilateration* dapat dinyatakan pada persamaan berikut yaitu:

$$di^2 = (xi - x')^2 + (yi - y')^2 \ (i = 1,2,3) \tag{2.1}$$

Dimana d_i merupakan jarak yang terukur oleh titik ke-i pada posisi (x_i, y_i) sampai objek benda pada posisi (x, y). Jadi, x dan y adalah koordinat lokasi *smartphone*. Posisi (x, y) dari objek benda dapat diukur dengan adanya 3 pengukuran jarak d_i (i = 1, 2, 3). x_i dan y_i adalah koordinat lokasi titik akses (AP) [10].

Pada teknik trilaterasi diperlukan tiga node referensi untuk mengetahui estimasi posisi sebuah titik yang berada di bagian tengah-tengah perpotongan dari 3 lingkaran dengan titik pusat (x_i,y_i) dan memiliki jarak d_i terhadap titik potong. teknik trilaterasi dapat dinyatakan pada Gambar 2.1. Titik tengah hasil perpotongan ketiga *transmitter* adalah posisi *receiver* [11].



Gambar 2.1 Teknik Trilateration[12]

x_i y_i = koordinat titik *pemancar*

xy = koordinat titik *penerima*

d_i = jarak *pemancar* dengan *penerima*

2.2.2 Perhitungan Akurasi

Pada proses perancangan sistem navigasi *indoor localization* dibutuhkan perhitungan akurasi karena pada proses ini merupakan suatu komponen yang penting. Akurasi yaitu pendekatan hasil analisa dengan nilai sesungguhnya yang mewujudkan kecocokan data dan berhubungan dengan kesalahan bias atau sistematik. Untuk menghitungnya dengan mengulang pada sebuahtitik untuk mendapatkan nilai yang terbaik [13].

- Perhitungan akurasi (ketepatan) [10]

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2}}{n} \quad (2.1)$$

(x,y) : lokasi objek *(smartphone)* sebenarnya

(x',y') : lokasi objek *(smartphone)* estimasi

n : banyaknya data yang diuji

2.2.3 BLE.

Bluetooth Low Energi adalah teknologi baru yang telah dirancang lebih canggih dari versi sebelumnya dan disebut sebagai *smart bluetooth.* Awal kehadiran BLE (*Bluetooth Low Energy*) merupakan hasil dari rancangan Nokia yang menggunakan core 4.0 untuk menghasilkan penggunaan daya yang rendah, memudahkan dalam instalasi, membutuhkan biaya yang minim dan menggunakan bandwidth yang rendah. Dalam perkembangannya BLE memiliki banyak keuntungan seperti baterai yang digunakan dapat bertahan dalam waktu 2 tahun tanpa perlu melakukan isi daya, dapat bekerja sama dengan sinyal wifi, BLE dapat menjangkau jarak 100 meter, frekuensi yang digunakan 2.4 Ghz dan lisensi yang didapatkan gratis [14].

2.2.4 RSSI

Teknologi RSSI adalah teknologi penentuan posisi dan jarak sebuah perangkat dimana pesan dapat dibuat, diterima, atau ditransmisikan yang digunakan untuk menghitung lokasi sebuah node oleh proses perambatan gelombang radio dari antena pemancar sampai ke antena penerima frekuensi radio. Terutama untuk memperkirakan jarak antara node yang akan diukur dan beberapa anchor node dengan tingkat atenuasi sinyal, dan kemudian memperkirakan koordinat node yang akan diukur berdasarkan jarak yang dihitung. Dalam praktiknya, pembelokan gelombang ketika melewati celah sempit atau penghalang gelombang radio dipengaruhi oleh banyak jalur, sehingga mengurangi akurasi lokalisasi [15].

Berikut perhitungan RSSI dan jarak adalah [16] :

$$RSSI = A - 10 * n * log10(d) \quad (2.2)$$

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

keterangan:

- A adalah daya pancar sinyal yang diterima oleh *smartphone* dengan jarak 1 meter menggunakan satuan dBm (*desibel-miliwatt*).
- *d* adalah jarak antara sinyal pengirim dan sinyal penerima dalam meter.
- RSSI adalah daya pancar sinyal oleh *receiver* (Rx) dalam satuan dBm.
- n adalah *pathloss* yang didapatkan dari kondisi berbeda setiap lingkungan [10]

Tabel 2. 1 Pathloss exponent kondisi lingkungan [10]

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

2.2.5 Standar Deviasi

Adalah nilai dari kumpulan data yang berwujud angka (data kuantitatif) atau yamg tidak berwujud angka (data kualitatif) yang digunakan untuk mendapat nilai sebaran data dalam sampel, dan mendapatkan nilai titik data individu seberapa dekat dengan rata rata nilai yang dicontohkan. Standar deviasai adalah akar kuadrat dari perhitungan nilai rata rata semua titik data. Rata rata adalah nilai dari jumlah semua kumpulan data dibagi dengan total titik data. Berikutnya penyimpangan dari rata rata titik data didapatkan dengan mengurangkan nilai dari mean atau rata rata berikutnya dihitung kuadrat dari setiap titik data, dan dicari penyimpangan yang didapatkan dari menghitung kuadrat nilai rata rata.

BAB 3
METODOLOGI

Bagian ini menjelaskan perancangan sistem yang digunakan, cara mengimplementasikan rancangan dan cara pengujian sistem (indikator kinerja dan cara mengukurnya). Penjelasan ini bisa terdiri dari beberapa bab yang saling terkait.

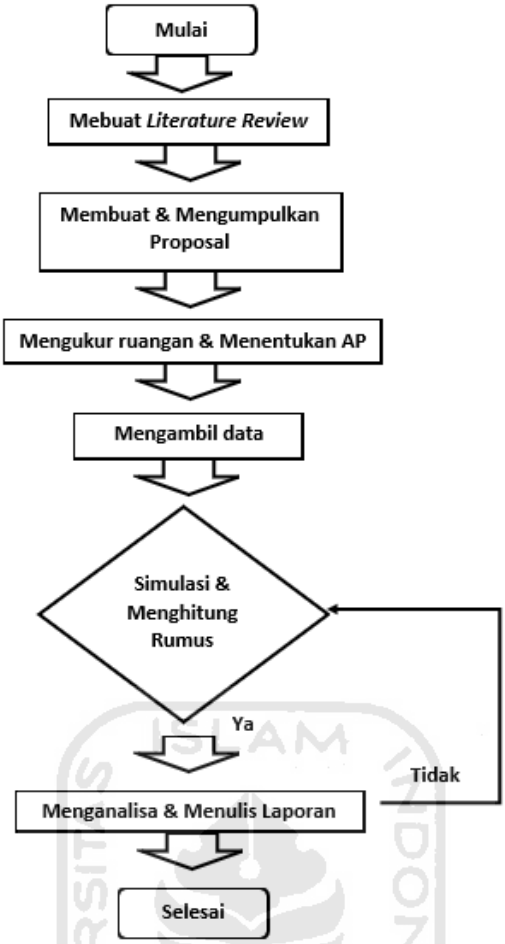
3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk membantu pada penelitian ini adalah:

1. Windows 10 Education 64-bit
2. Intel Core i3 Haswell @1.90GHz
3. 10240MB memory RAM
4. Microsoft Excel for Office 365 versi 1910
5. BLE Cubeacon
6. Smartphone Android Oreo 8.0
7. Aplikasi Cubeacon Tools

3.2 Diagram alir Penelitian

Perancangan alur penelitian ini telah dilalui beberapa tahapan, hal tersebut digambarkan melalui diagram alir berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

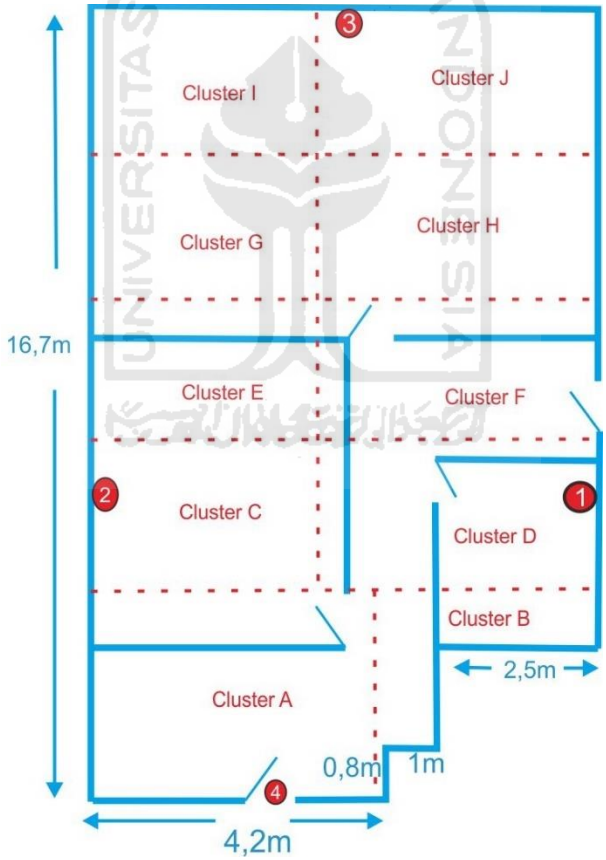
Penelitian ini berawal dari melakukan studi literatur untuk mendapatkan gambaran informasi pengetahuan tentang percobaan yang akan dilakukan karena pada tahap ini peneliti juga mengambil cara perhitungan dari beberapa sumber yang diperoleh

3.2.2 Mengukur Luas Ruangan & Menentukan AP

kemudian menentukan ruangan yang akan digunakan sebagai lokasi percobaan dan mengukur ruangan tersebut serta menentukan titik meletakkan 4 Cubeacon sebagai *transmitter* dan menentukan titik meletakkan *smartphone* atau objek sebagai *receiver* agar dapat mengetahui nilai RSSI. Gambaran lokasi pengujian dan letak AP (*Access Point*) yang dipilih berada di Laboratorium LG Corner FTI UII berikut dibawah ini adalah peta ruangan yang digunakan peneliti.



Gambar 3. 2 Cubeacon card



Gambar 3.3 Peta Lokasi Pengujian [17]

Menentukan lokasi pengujian merupakan langkah awal dan sangat penting untuk melakukan sebuah pengujian karena pada tahap ini faktor lokasi juga sangat berpengaruh pada pengujian ini salah satunya seperti banyaknya dinding yang berada di sebuah ruangan akan sangat mempengaruhi tingkat hambatan pada sinyal RSSI.

Gambar diatas adalah tempat yang telah ditetapkan peneliti untuk dijadikan ruang pengujian jaringan navigasi. Langkah berikutnya menetapkan lokasi AP berupa titik berwarna merah digunakan sebanyak 4 buah dan ditempatkan di titik koordinat yang saling berbeda. Sinyal yang kuat dari pancaran AP sangat mempengaruhi prestasi kerja sistem navigasi karena semakin kuat pancaran maka pengguna dapat membaca sinyal tersebut dengan kondisi yang terbaik.[10]

3.2.3 Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data pertama mencari aplikasi bernama Cubeacon Tools yang terdapat pada google playstore, kemudian dilakukan instalasi dan mengoperasikan aplikasi tersebut untuk menampilkan kuat sinyal Cubeacon pada layar *smartphone* untuk diambil sebuah data RSSI. Pada proses berikutnya dengan menempatkan koordinat AP atau *Bluetooth low energy* (BLE) dan objek *smartphone* kemudian di ukur jarak nya antara BLE dan objek menggunakan *meterline* agar jarak menjadi lebih presisi. Pada proses pengambilan data diatas, beserta hasil nya seperti pada tabel 5 di tampilkan pada lembar lampiran, yang didapatkan dari penelitian mahasiswa sebelumnya pada tahun 2017, yang telah dilakukan pada lokasi yang sama, yaitu labortorium LG Crner FTI UII, hasil data tersebut berupa tabel data koordinat asli dan nilai RSSI cubeacon pada cluster A, B, C, D dan E[17]. Kemudian dari keseluruhan data tersebut di hitung koordinat estimasi nya untuk mengetahui jarak titik koordinat estimasi yang paling dekat dengan titik koordinat asli x dan y. selanjutnya diambil 20 titik koordinat yang paling dekat, dan di kelompokkan menjadi 2 kasus berdasarkan area yang dijangkau oleh *access point* atau cubeacon, seperti pada tabel 4.1 dan 4.2.

3.2.4 Simulasi & Menghitung Rumus

kemudian input data koordinat asli/objek beserta nilai RSSI yang telah diketahui, setelah di dapatkan data tersebut diggunakan untuk perhitungan jarak dari 4 *Access Point* ke objek dan didapatkan nilai d1, d2, d3 kemudian nilai jarak yang sudah didapatkan digunakan untuk mencari koordinat estimasi dengan teknik *trilateration* ditambahkan perhitungan akurasi untuk menentukan lokasi yang paling akurat, dengan perhitungan yang dibuat pada aplikasi Microsoft Excel yang telah terinstal pada komputer atau laptop, jika pada tahap ini dirasa tidak sesuai atau jauh dari perkiraan maka akan dikoreksi dan mengkaji ulang dangan perhitungan rumus yang sudah ditetapkan. untuk membantu perhitungan tersebut digunakan rumus teknik *trilateration* seperti dibawah ini:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = d_1^2 (3.1)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = d_2^2 (3.2)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = d_3^2 (3.3)$$

Kemudian dari ke 3 rumus diatas diuraikan menjadi:

$$x^2 + 2x_1x + x_1^2 + y^2 - 2y_1y + y_1^2 = d_1^2 (3.4)$$

$$x^2 + 2x_2x + x_2^2 + y^2 - 2y_2y + y_2^2 = d_2^2 (3.5)$$

$$x^2 + 2x_3x + x_3^2 + y^2 - 2y_3y + y_3^2 = d_3^2 (3.6)$$

Berikut adalah hasil pengurangan persamaan (3.4) dengan (3.5)

$$(-2x_1 + 2x_2)x + (-2y_1 + 2y_2)y = d_1^2 - d_2^2 - x_1^2 + x_2^2 - y_1^2 + y_2^2 \quad (3.7)$$

berikut hasil pengurangan persamaan (3.5) dengan (3.6)

$$(-2x_2 + 2x_3)x + (-2y_2 + 2y_3)y = d_2^2 - d_3^2 - x_2^2 + x_3^2 - y_2^2 + y_3^2 (3.8):$$

Berikut sebuah inisialisasi dari dua perhitungan diatas:

$$Ax + By = \mathrm{C} (3.9)$$

$$Dx + Ey = \mathrm{F} (3.10)$$

solusi permasalahan:

$$x = \frac{CE - FB}{\mathrm{EA} - \mathrm{BD}} (3.11)$$

$$y = \frac{CD - AF}{\mathrm{BD} - \mathrm{AE}} (3.12)$$

Keterangan:

- x1 & y1 : lokasi koordinat *Access Point* 1
- x2 & y2 : lokasi koordinat *Access Point* 2
- x3 & y3 : lokasi koordinat *Access Point* 3
- d1: jarak antara AP1 dengan objek
- d2: jarak antara AP2 dengan objek
- d3: jarak antara AP3 dengan objek
- x & y:letak koordinat objek
- A:konstanta x pada persamaan 3.7 atau $(-2x_1 + 2x_2)$
- B: konstanta y pada persamaan 3.7 atau $(-2y_1 + 2y_2)$
- C:hasil substitusi persamaan 3.1 dengan 3.2
- D:konstanta x pada persamaan 3.8 atau $(-2x_2 + 2x_3)$
- E: konstanta y pada persamaan 3.8 atau $(-2y_2 + 2y_3)$
- F:hasil substitusi persamaan 3.2 dengan 3.3

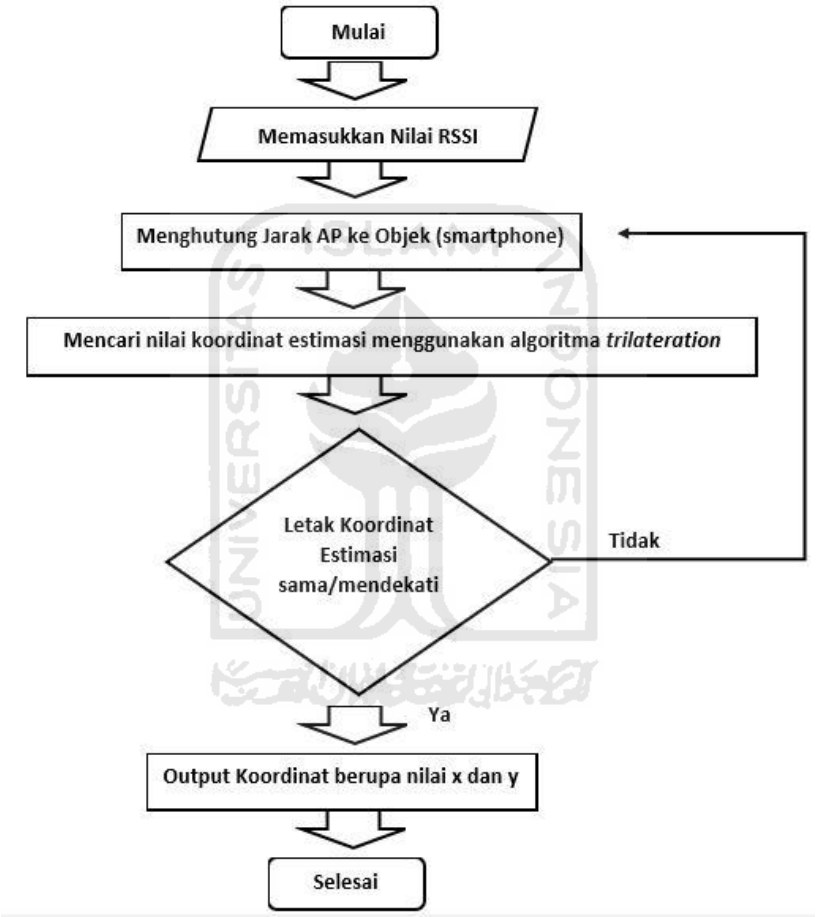
Perhitungan rumus diatas setelah di hitung selanjutnya akan menampilkan *output* berupa nila koordinat estimasi x & y

3.2.5 Analisa & Laporan

Setelah melewati masa percobaan dilanjutkan dengan melakukan analisa dan menulis laporan tentang bagaimana tingkat ketelitian yang didapatkan apakah susuai atau tidak pada percobaan yang dikerjakan .

3.3 Perancangan Sistem/Simulasi/Metode Analisis

Perancangan sebuah sistem pada penelitian ini memiliki tahap-tahap yang di gambarkan menggunakan diagram alir di bawah ini



Gambar 3. 4 Diagram Alur Perancangan

Berdasarkan diagram alir diatas memulai dengan memasukkan nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang telah didapatkan dari proses pengambilan data, kemudian menghitung jarak dari AP (*Access Point*) ke posisi objek (smartphone) untuk dapat diteruskan dengan rumus teknik *trilateration* agar mendapatkan nilai koordinat estimasi yang mendekati atau sama dengan koodinat objek. Selanjutnya apabila didapatkan hasil yang sesuai maka akan diambil nilai koordinat estimasi tersebut berupa x dan y, namun jika nilai koordinat estimasi tidak sama atau jauh dari perkiraan maka akan dikoreksi dan mengkaji ulang dangan perhitungan rumus yang sudah ditetapkan dan selesai.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengambilan Data

Hasil pengambilan data yang telah dilakukan didapatkan 10 kali percobaan untuk mengurangi efek ketidak akuratan, data tersebut berupa letak koordinat asli dan nilai RSSI 1, RSSI 2, RSSI 3 dan RSSI 4 seperti pada tabel dibawah.

Koordinat asli		RSSI		
x	y	RSSI1	RSSI2	RSSI4
4	4	-76	-78	-75
3	4	-79	-75	-73
3	3	-80	-78	-75
5	4	-75	-80	-76
4	5	-74	-78	-77
5	3	-77	-81	-77
5	5	-72	-80	-78
3	5	-75	-76	-78
3	3	-80	-78	-75
4	2	-77	-79	-72

Koordinat asli		RSSI		
X	y	RSSI1	RSSI2	RSSI3
4	11	-84	-81	-80
4	10	-83	-82	-80
5	11	-83	-82	-81
4	12	-86	-83	-79
3	11	-85	-80	-82
3	10	-84	-79	-83
5	10	-81	-83	-82
5	12	-85	-84	-80
3	12	-87	-82	-81
4	9	-80	-79	-82

Pada fase ini dilakukan pengambilan data RSSI pada cluster cluster yang sudah di tentukan pada denah laboratorium LG Corner, proses pengambi berdasarkan lokasi terdekat dengan AP dan didapatkan hasil pada tabel berikut (hasil keseluruhan pengambilan data berupa tabel pada lampiran).

Dari banyak data yang sudah diambil kemudian penulis mencoba memfilter Kembali data tersebut dan diambil 10 data yang terdekat dari lokasi AP agar hasil yang didapatkan mendekati nilai yang akurat .

Gambar dibawah ini merupakan hasil tampilan data yang didapatkan pada halaman excel sistem simulasi navigasi.

Tabel 4.1 Hasil pengambilan data kasus 1 pada tabel excel

kasus 1			Koordinat asli		RSSI		
Koordinat AP	x1	y1	x	Y	RSSI1	RSSI2	RSSI4
AP1	7.7	6.7	4	4	-76	-78	-75
AP2	0	6.7	3	4	-79	-75	-73
AP4	2.5	0	3	3	-80	-78	-75
			5	4	-75	-80	-76
			4	5	-74	-78	-77
			5	3	-77	-81	-77
			5	5	-72	-80	-78
			3	5	-75	-76	-78
			3	3	-80	-78	-75
			4	2	-77	-79	-72

Tabel 4.2 Hasil pengambilan data kasus 2 pada tabel excel

kasus 2			Koordinat asli		RSSI		
Koordinat AP	x1	y1	x	y	RSSI1	RSSI2	RSSI3
AP1	7.7	6.7	4	11	-84	-81	-80
AP2	0	6.7	4	10	-83	-82	-80
AP3	4	16.7	5	11	-83	-82	-81
			4	12	-86	-83	-79
			3	11	-85	-80	-82
			3	10	-84	-79	-83
			5	10	-81	-83	-82
			5	12	-85	-84	-80
			3	12	-87	-82	-81
			4	9	-80	-79	-82

Simulasi menggunakan aplikasi Microsoft excel yang dilakukan di dalam Laboratorium LG Corner FTI UII, menghasilkan tampilan seperti pada tabel diatas, terdapat dua kasus dengan kolaborasi 4 koordinat AP yang berbeda bahwa setiap kasus menggunakan koordinat asli sebanyak 10 data untuk meminimalisir terjadinya error. Simulasi ini menampilkan koordinat-koordinat objek *(smartphone)*, RSSI & *Access Point* dengan skala lokasi 1:100 yang berarti setiap 1cm mewakili 1meter.

4.2 Hasil Penghitungan Teknik Trilateration

Dibawah ini merupakan tampilan perhitungan pada Microsoft excel (rincian data berupa tabel terdapat pada lampiran)

Pada tabel (pada lampiran) memperlihatkan keseluruhan data perhitungan *trilateration* yang ada pada Microsoft Excel. Pada proses ini digunakan nilai RSSI yang terdekat, untuk RSSI yang ditampilkan pada Tabel diatas telah diketahui dari proses pengambilan data. Tampilan AP 1, AP

2, AP 3 & AP 4 merupakan Access Point yang sudah ditentukan peneliti berdasarkan lokasi koordinat. Hasil output berupa Xe & Ye koordinat estimasi

4.3 Hasil Penghitungan Akurasi

Sebelum Mendapatkan hasil dari penghitungan akurasi, terlebih dahulu mencari nilai jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi, berikut tampilan pada tabel

Tabel 4.3 kasus 1 perhitungan akurasi

(x) Koordinat Objek Sebenarnya	(y) Koordinat Objek Sebenarnya	(Xe) Estimasi Lokasi Objek	(Ye) Estimasi lokasi Objek	jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi
4	4	3.873334831	4.29141893	0.317756287
3	4	3.802779397	4.285608838	0.852072278
3	3	3.818279649	4.270875952	1.511524816
5	4	3.914295708	4.280867817	1.121445737
4	5	3.890500918	4.320825567	0.687944736
5	3	3.914189629	4.270330437	1.671144393
5	5	3.934849368	4.315354734	1.266208912
3	5	3.859240526	4.350414852	1.077151403
3	3	3.818279649	4.270875952	1.511524816
4	2	3.877206415	4.252411075	2.255755731
Akurasi =				1.227252911

Pada tabel diatas terlihat nilai akurasi pada kasus 1 memiliki nilai yang berbeda-beda. Hasil dari perhitungan diatas dapat disimpulkan untuk jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi yang memiliki nilai paling kecil pada koordinat sebenarnya (4, 4) tehadap koordinat estimasi (3.87333, 4.29141) yaitu sebesar 0.31775 meter. Sedangkan jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi yang memiliki nilai paling besar pada koordinat sebenarnya (4, 2) terhadap koordinat estimasi (3.87720, 4.25241) yaitu sebesar 2.25575 meter. Sehingga pad penelitian kasus 1 perbandingan akurasi BLE dengan keadaan *(los) line of sight* dan keadaan sebenarnya yaitu sebesar 1.22725 meter

Tabel 4.4 kasus 2 perhitungan akurasi

(x) Koordinat Objek Sebenarnya	(y) Koordinat Objek Sebenarnya	(Xe) Estimasi Lokasi Objek	(Ye) Estimasi lokasi Objek	jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi
4	11	3.768174404	11.00805948	0.231965649
4	10	3.822937784	11.00402672	1.019519828
5	11	3.822937784	10.98869747	1.17711648
4	12	3.738769853	11.07167963	0.964375396
3	11	3.711479097	10.98220653	0.711701562
3	10	3.73119119	10.94033596	1.191164248

(x) Koordinat Objek Sebenarnya	(y) Koordinat Objek Sebenarnya	(Xe) Estimasi Lokasi Objek	(Ye) Estimasi lokasi Objek	jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi
5	10	3.900273368	10.96072856	1.460273272
5	12	3.813212803	11.05304983	1.51828142
3	12	3.661700725	11.0531923	1.155115871
4	9	3.832924896	10.92048038	1.927734157
Akurasi =				1.135724788

Perhitungan akurasi kasus 2 diatas terlihat memiliki nilai estimasi yang saling berbeda. Jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi terkecil terjadi pada koordinat sebenarnya (4, 11) terhadap lokasi estimasi (3.76817, 11.00805) memiliki jarak sebesar 0.23196 meter. Sedangkan untuk jarak terbesar terjadi pada koordinat sebenarnya (4, 9) terhadap lokasi estimasi (3.83292, 10.92048) dengan jarak sebesar 1.92773 meter. Sehingga pada penelitian kasus 2 ini perbandingan akurasi BLE dalam kondisi *line of sight (los)* dan kondisi *real (nlos)* memiliki jarak sebesar 1.13572 meter. Perbedaan jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi dikarenakan adanya kondisi *non line of sight (nlos)* yang terdapat pada Laboratorium LG Corner FTI UII, dimana kondisi sinyal dapat mengalami peristiwa refleksi, penyerapan, serta penghamburan mengakibatkan sinyal RSSI tidak langsung terpancar menuju *smartphone* sebagai penerima sinyal dari BLE. Hal ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Fahrudin Mukti Wibowo bahwa adanya perabotan elektronik, dinding ruangan dan manusia yang berada di dalam ruangan dapat menurunkan akurasi sehingga mempengaruhi perbedaan koordinat lokasi objek *(smartphone)* [12]. Untuk mengtahui tingkat akurasi yang baik sampai buruk dibagi menjadi 3 golongan, untuk akurasi kurang dari 1 meter maka BLE tergolong mempunyai tingkat akurasi yang baik, sedangkan apabila BLE memiliki akurasi antara 1 sampai 2 meter maka tergolong akurasi yang standar, namun jika akurasi BLE lebih dari 2 meter maka tingkat akurasi dianggap buruk [10]. Sedangkan untuk data hasil persentase akurasi pada kasus 1 dan kasus 2 berupa tabel 3 dan tabel 6 terdapat pada lampiran.

Sistem dan perhitungan yang digunakan berdasarkan jurnal yang sudah dibaca oleh peneliti sehingga didapatkan hasil seperti data diatas. Perancangan menggunakan *excel* ini dilakukan tanpa menggunakan sistem pengendalian *(smartphone)*.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penempatan BLE harus memperhatikan kondisi sekitar, karena penghalang seperti tembok beton dan barang-barang eelektronik dapat mempengaruhi kinerja BLE.
2. Kondisi seluruh sisi ruangan di dalam Laboratorium LG Corner tergolong cukup baik karena Jarak baca BLE dapat dijangkau sinyal BLE.
3. Teknik *trilateration*, dapat membaca dengan cukup baik objek *(smartphone)* di dalam Laboratorium LG Corner FTI UII dan memiliki estimasi dengan tingkat akurasi yang bervariasi.

5.2 Saran

1. Peneliti selanjutnya disarankan untuk meningkatkan peforma simulasi agar proses navigasi berjalan lebih akurat menggunakan metode Kalman filter dengan fase prediksi & fase pembaruan sehingga memungkinkan penerapannya untuk kebutuhan lokalisasi pada laboratorium LG Corner FTI UII
2. Selalu mencocokan kembali komponen alat yang akan dioperasikan dengan tujuan untuk mengurangi nilai *error* pada saat pengukuran
3. Sebelum memulai penelitian memilih lokasi yang paling sedikit terdapat halangan seperti tembok atau perabotan besi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. G. B. Darmawan, "Mengenal GPS (Global Positioning System) Sejarah, Cara Kerja dan Perkembangan," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2010, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[2] X. He, S. Badiei, D. Aloi, and J. Li, "WiFi iLocate : WiFi based Indoor Localization for Smartphone," no. July, 2014, doi: 10.1109/WTS.2014.6835016.

[3] R. Faragher and R. Harle, "Location Fingerprinting With Bluetooth Low Energy Beacons," vol. 33, no. 11, pp. 2418–2428, 2015.

[4] O. K. Saputra, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Berbasis GPS (Global Positioning System) dan Koneksi Bluetooth," 2017.

[5] E. S. Pasinggi, S. Palelleng, and F. B. Gallaran, "Literature Review : Arsitektur Sistem Penentuan Posisi di Dalam Ruangan," no. 2, pp. 672–683, 2018.

[6] F. Orujov and R. Maskeliunas, "Comparative Analysis Of The Indoor Positioning Algorithms Using Bluetooth Low Energy Beacons," *2016 CEUR Work. Proc.*, pp. 53–57, 2016.

[7] P. Dickinson, G. Cielniak, O. Szymanezyk, and M. Mannion, "Indoor Positioning Of Shoppers Using a Network Of Bluetooth Low Energy Beacons," *2016 Int. Conf. Indoor Position. Indoor Navig. IPIN 2016*, no. October, pp. 4–7, 2016, doi: 10.1109/IPIN.2016.7743684.

[8] M. Shchekotov, "Indoor Localization Method Based on Wi-Fi Trilateration Technique," 2014.

[9] Z. Farid, R. Nordin, and M. Ismail, "Recent Advances in Wireless Indoor Localization Techniques and System," vol. 2013, 2013.

[10] A. F. Reza, "Simulasi Sistem Indoor Localization Di Laboratorium Telekomunikasi Fti Uii Dengan Algoritma Trilateration Menggunakan Bluetooth Low Energy," 2018.

[11] Y. Wang and X. Yang, "Bluetooth Positioning Using RSSI and Triangulation Methods," no. January, 2013, doi: 10.1109/CCNC.2013.6488558.

[12] F. Wibowo and A. Burhanudin, "Penerapan Kalman Filter Pada Metode Trilaterasi Untuk Peningkatan Akurasi Estimasi Perhitungan Jarak Di Dalam Ruangan," *J. Ilm. Betrik*, vol. 9, no. 02, pp. 96–102, 2018, doi: 10.36050/betrik.v9i02.35.

[13] U. Lusiana, "Penerapan Kurva Kalibrasi, Bagan Kendali Akurasi Dan Presisi Sebagai Pengendalian Mutu Internal Pada Pengujian Cod Dalam Air Limbah," pp. 1–8, 2012.

[14] R. Heydon and N. Hunn, *Bluetooth Low Energy : The Developer's Handbook*. 2012.

[15] 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.

[16] T. I. N. Ahmad Deny Andika, Poltak Sihombing, "Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI," vol. 14, no. 2, pp. 70–75, 2013, doi: 10.5874/jfsr.14.2_70.

[17] R. M. RAMADHONI, "Mendeteksi Objek Dengan Algoritma Naive Bayes Menggunakan

Perangkat Bluetooth," 2017.

LAMPIRAN

Tabel 1 Tampilan Kasus 1

KASUS 1		
Koordinat AP	x1	y1
AP1	7.7	6.7
AP2	0	6.7
AP4	2.5	0

Tabel 2 Perhitungan Trilateration kasus 1

Koordinat asli		RSSI												1	2
x	y	RSSI1	RSSI2	RSSI4	d1	d2	d3	A	B	C	D	E	F	Xe	Ye
4	4	-76	-78	-75	1	1.1659144	0.9261	-15.4	0	-59.649356	5	-13.4	-38.13834	3.873335	4.2914189
3	4	-79	-75	-73	1.2589254	0.9261187	0.7943	-15.4	0	-58.562803	5	-13.4	-38.41326	3.802779	4.2856088
3	3	-80	-78	-75	1.3593564	1.1659144	0.9261	-15.4	0	-58.801507	5	-13.4	-38.13834	3.81828	4.270876
5	4	-75	-80	-76	0.9261187	1.3593564	1	-15.4	0	-60.280154	5	-13.4	-37.79215	3.914296	4.2808678
4	5	-74	-78	-77	0.8576959	1.1659144	1.0798	-15.4	0	-59.913714	5	-13.4	-38.44656	3.890501	4.3208256
5	3	-77	-81	-77	1.0797752	1.4677993	1.0798	-15.4	0	-60.27852	5	-13.4	-37.65148	3.91419	4.2703304
5	5	-72	-80	-78	0.7356423	1.3593564	1.1659	-15.4	0	-60.59668	5	-13.4	-38.15151	3.934849	4.3153547
3	5	-75	-76	-78	0.9261187	1	1.1659	-15.4	0	-59.432304	5	-13.4	-38.99936	3.859241	4.3504149
3	3	-80	-78	-75	1.3593564	1.1659144	0.9261	-15.4	0	-58.801507	5	-13.4	-38.13834	3.81828	4.270876
4	2	-77	-79	-72	1.0797752	1.2589254	0.7356	-15.4	0	-59.708979	5	-13.4	-37.59628	3.877206	4.2524111

Tabel 3 Perhitungan Persentase Akurasi kasus 1

Kasus 1 persentase akurasi						
(x) Koordinat Objek Sebenarnya	(y) Koordinat Objek Sebenarnya	(Xe) Estimasi Lokasi Objek	(Ye) Estimasi lokasi Objek	jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi	Mendekati 100% semakin akurat	
					(Akurasi X)(%)	(Akurasi Y) (%)
4	4	3.873334831	4.29141893	0.317756287	96.72981617	93.20926401
3	4	3.802779397	4.285608838	0.852072278	78.88966693	93.33562981
3	3	3.818279649	4.270875952	1.511524816	78.56941544	70.24320149
5	4	3.914295708	4.280867817	1.121445737	72.26309984	93.43899815
4	5	3.890500918	4.320825567	0.687944736	97.185476	84.2813735
5	3	3.914189629	4.270330437	1.671144393	72.25963804	70.25217473
5	5	3.934849368	4.315354734	1.266208912	72.93033272	84.13467007
3	5	3.859240526	4.350414852	1.077151403	77.7355021	85.0684321
3	3	3.818279649	4.270875952	1.511524816	78.56941544	70.24320149
4	2	3.877206415	4.252411075	2.255755731	96.83293661	47.03214164
Akurasi =				1.227252911	82.19652993	79.1239087

Tabel 4 Tampilan kasus 2

KASUS 2		
Koordinat AP	x1	y1
AP1	7.7	6.7
AP2	0	6.7
AP3	4	16.7

Tabel 5 Perhitungan Trilateration kasus 2

Koordinat asli		RSSI												3	4
x	y	RSSI1	RSSI2	RSSI3	d1	d2	d3	A	B	C	D	E	F	Xe	Ye
4	11	-84	-81	-80	1.8478498	1.4677993	1.3594	-15.4	0	-58.029886	8	20	250.3066	3.768174	11.008059
4	10	-83	-82	-80	1.7113283	1.5848932	1.3594	-15.4	0	-58.873242	8	20	250.664	3.822938	11.004027
5	11	-83	-82	-81	1.7113283	1.5848932	1.4678	-15.4	0	-58.873242	8	20	250.3575	3.822938	10.988697
4	12	-86	-83	-79	2.1544347	1.7113283	1.2589	-15.4	0	-57.577056	8	20	251.3438	3.73877	11.07168
3	11	-85	-80	-82	1.9952623	1.3593564	1.5849	-15.4	0	-57.156778	8	20	249.336	3.711479	10.982207
3	10	-84	-79	-83	1.8478498	1.2589254	1.7113	-15.4	0	-57.460344	8	20	248.6562	3.731191	10.940336
5	10	-81	-83	-82	1.4677993	1.7113283	1.5849	-15.4	0	-60.06421	8	20	250.4168	3.900273	10.960729
5	12	-85	-84	-80	1.9952623	1.8478498	1.3594	-15.4	0	-58.723477	8	20	251.5667	3.813213	11.05305
3	12	-87	-82	-81	2.3263051	1.5848932	1.4678	-15.4	0	-56.390191	8	20	250.3575	3.661701	11.053192
4	9	-80	-79	-82	1.3593564	1.2589254	1.5849	-15.4	0	-59.027043	8	20	249.073	3.832925	10.92048

Tabel 6 Perhitungan Persentase Akurasi kasus 2

Kasus 2 persentase akurasi						
(x) Koordinat Objek Sebenarnya	(y) Koordinat Objek Sebenarnya	(Xe) Estimasi Lokasi Objek	(Ye) Estimasi lokasi Objek	jarak lokasi sebenarnya dengan lokasi estimasi	Mendekati 100% semakin akurat	
					(Akurasi X)(%)	(Akurasi Y) (%)
4	11	3.768174404	11.00805948	0.231965649	93.84780078	99.92678561
4	10	3.822937784	11.00402672	1.019519828	95.36842537	90.87582442
5	11	3.822937784	10.98869747	1.17711648	69.21053171	99.89714408
4	12	3.738769853	11.07167963	0.964375396	93.01293854	91.61536096
3	11	3.711479097	10.98220653	0.711701562	80.83030839	99.83797909
3	10	3.73119119	10.94033596	1.191164248	80.40327733	91.4048713
5	10	3.900273368	10.96072856	1.460273272	71.80385764	91.23481113
5	12	3.813212803	11.05304983	1.51828142	68.8769744	91.43267983
3	12	3.661700725	11.0531923	1.155115871	81.92914236	91.43407916
4	9	3.832924896	10.92048038	1.927734157	95.64105458	82.41395696
Akurasi =				1.135724788	83.09243111	93.00734926

Tabel 7 keseluruhan data sampel RSSI pada Lab LG Corner FTI UII [17]

Cluster A					
x	y	234	235	236	238
1	1	-83	-85	-96	-63
2	1	-82	-87	-94	-62
3	1	-81	-88	-92	-61
4	1	-80	-89	-85	-67
5	1	-78	-90	-84	-73
1	2	-80	-73	-92	-73
2	2	-79	-75	-91	-71
3	2	-78	-77	-90	-70
4	2	-77	-79	-86	-72
5	2	-75	-80	-83	-74
1	3	-85	-75	-86	-76
2	3	-83	-76	-84	-74
3	3	-80	-78	-82	-75
4	3	-79	-79	-80	-76
5	3	-77	-81	-81	-77
6	3	-74	-82	-84	-78
7	3	-72	-83	-86	-80
1	4	-82	-72	-86	-77
2	4	-81	-74	-86	-75
3	4	-79	-75	-85	-73
4	4	-76	-78	-83	-75
5	4	-75	-80	-81	-76
6	4	-73	-81	-85	-79
7	4	-72	-84	-87	-81

Cluster B					
x	y	234	235	236	238
1	5	-78	-72	-90	-79
2	5	-76	-74	-89	-78
3	5	-75	-76	-87	-78
4	5	-74	-78	-83	-77
5	5	-72	-80	-85	-78
6	5	-71	-82	-87	-80
7	5	-69	-83	-88	-81
1	6	-73	-63	-88	-82
2	6	-71	-65	-87	-81
3	6	-70	-67	-86	-79
4	6	-69	-69	-84	-80
5	6	-67	-70	-85	-81
6	6	-63	-72	-87	-83
7	6	-62	-74	-88	-84
1	7	-79	-74	-87	-83
2	7	-77	-75	-86	-82

Cluster B					
x	y	234	235	236	238
3	7	-75	-77	-84	-80
4	7	-73	-79	-85	-79
5	7	-71	-80	-86	-81
6	7	-70	-81	-87	-83
7	7	-68	-82	-88	-84

Cluster C					
x	y	234	235	236	238
1	8	-81	-72	-84	-83
2	8	-80	-73	-83	-81
3	8	-79	-76	-82	-79
4	8	-76	-78	-80	-80
5	8	-75	-80	-81	-82
6	8	-73	-81	-84	-83
7	8	-72	-82	-86	-84
1	9	-85	-74	-85	-88
2	9	-83	-76	-83	-87
3	9	-81	-78	-84	-86
4	9	-80	-79	-82	-83
5	9	-78	-81	-81	-84
6	9	-76	-83	-83	-86
7	9	-74	-84	-85	-87
1	10	-86	-77	-86	-88
2	10	-85	-78	-84	-87
3	10	-84	-79	-83	-86
4	10	-83	-82	-80	-84
5	10	-81	-83	-82	-86
6	10	-80	-85	-84	-88
7	10	-79	-86	-86	-89

Cluster D					
x	y	234	235	236	238
1	11	-87	-78	-84	-88
2	11	-86	-79	-83	-86
3	11	-85	-80	-82	-84
4	11	-84	-81	-80	-83
5	11	-83	-82	-81	-85
6	11	-81	-84	-82	-86
7	11	-80	-85	-83	-87
1	12	-87	-80	-83	-88
2	12	-88	-81	-82	-86
3	12	-87	-82	-81	-84
4	12	-86	-83	-79	-85

Cluster D					
x	y	234	235	236	238
5	12	-85	-84	-80	-89
6	12	-83	-86	-82	-91
7	12	-82	-87	-83	-90
1	13	-90	-80	-79	-87
2	13	-89	-81	-77	-85
3	13	-88	-84	-76	-84
4	13	-87	-86	-73	-82
5	13	-86	-87	-74	-85
6	13	-85	-88	-77	-87
7	13	-84	-89	-80	-88

Cluster E					
x	y	234	235	236	238
1	14	-91	-83	-78	-88
2	14	-90	-84	-76	-89
3	14	-89	-86	-75	-86
4	14	-88	-87	-74	-87
5	14	-87	-89	-76	-88
6	14	-86	-90	-78	-89
7	14	-85	-91	-79	-90
1	15	-94	-86	-70	-94
2	15	-93	-87	-70	-96
3	15	-92	-88	-69	-97
4	15	-90	-89	-71	-95
5	15	-89	-90	-72	-93
6	15	-88	-91	-73	-94
7	15	-87	-92	-74	-95
1	16	-94	-87	-69	-97
2	16	-93	-88	-68	-97
3	16	-92	-89	-63	-96
4	16	-91	-90	-62	-93
5	16	-90	-91	-66	-95
6	16	-89	-92	-68	-96
7	16	-88	-93	-70	-97