

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak peneliti yang melakukan penelitian tentang *indoor localization* diantaranya yang dilakukan oleh T.Val dkk. Banyak metode yang telah diusulkan untuk menentukan posisi di dalam ruangan serta layanan navigasi. Sebagian besar dari mereka didasarkan pada teknologi Frekuensi Radio (RF) dan *Radio Signal Strength Indicator* (RSSI) untuk kesederhanaan penggunaannya. Masalah utama pada penelitian ini terkait akurasi, kompleksitas, komputasi, kemudahan penyebaran dan biaya. Dalam penelitian yang dilakukan T.Val dkk menggunakan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) untuk lokalisasi dalam ruangan dalam konteks rumah pintar di mana orang lanjut usia dapat ditemukan menggunakan sistem hybrid yang menggabungkan informasi radio, cahaya, dan suara. Pada penelitian yang dilakukan mengusulkan model yang rata-rata menerima *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI) di setiap domain jarak memiliki akurasi hingga 0,4 meter, tergantung pada konfigurasi penyebaran. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode trilateration sebagai pengukuran RSSI untuk estimasi jarak dan metode *IRingLA* untuk komputasi posisi [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Maxim Shchekotov menjelaskan sistem *indoor localization* menggunakan metode *Wi-Fi trilateration* menggunakan perangkat celluler berbasis android. Pendekatan dilakukan berdasarkan model propagasi sinyal dan pertimbangan pengukuran RSS yang diterima, masalah propagasi sinyal dalam ruangan diselesaikan dengan koleksi pengukuran RSS yang meningkatkan akurasi lokalisasi. Sistem *indoor localization* membuka kemungkinan untuk mengembangkan berbagai sistem cerdas yang memberikan informasi berbasis lokasi pengguna di dalam bangunan. Sistem ini mencakup fungsionalitas penentuan posisi berdasarkan teknologi seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, dan *GSM*. Metode *Wi-Fi trilateration* untuk *indoor localization* pada penelitian ini menghasilkan akurasi rendah pada lokalisasi, peneliti menyarankan untuk menambahkan titik pemancar untuk meningkatkan akurasi dan menggunakan propagasi sinyal yang lebih akurat [2]. Penelitian ini terjadi pada kasus teknik *fingerprint*.

Sedangkan dalam penelitian untuk mengetahui posisi *real-time* beberapa metode telah dikembangkan. Salah satu yang paling banyak digunakan adalah "*fingerprinting*" metode ini telah diaplikasikan oleh Putu [7] dan Arranda [8]. Teknik yang digunakan oleh kedua peneliti tersebut masih belum mencapai apa yang dibutuhkan *positioning system* seperti GPS yang dapat menampilkan posisi pengguna (objek) dan sebagai navigasi sampai ketujuan yang diinginkan secara *real-time*. GPS telah menjadi *positioning system* yang sangat baik dengan segala fitur yang

dimiliki. Namun, GPS mempunyai masalah dalam *positioning system* di dalam ruangan atau Gedung. Sinyal satelit yang digunakan GPS banyak mendapatkan gangguan saat berada di dalam ruangan dan tingkat akurasinya menjadi lemah. *Wi-fi Positioning System* (WPS) merupakan metode yang paling cocok untuk *positioning system* di dalam ruangan atau Gedung dikarenakan sinyalnya mudah dibaca walau antar ruangan dan tidak ada biaya tambahan karena hampir di setiap Gedung sudah terinstall *Wi-fi*.

Pada *Wi-fi Positioning System*, terdapat banyak metode yang digunakan sebagai penentu koordinat pengguna (objek). Pada penelitian yang dilakukan oleh Putu [7] telah mengaplikasikan WPS dengan metode *fingerprinting*. Dengan menggunakan 50 *Reference Point* (RP), dan penelitian yang dilakukan oleh Putu [7] mendapatkan akurasi sebesar 91% untuk menentukan posisi pengguna (objek), sedangkan pada penelitian yang dilakukan Arranda [8] juga menggunakan Teknik *Fingerprinting* dan terdapat penambahan fitur navigasi dan waktu komputasi sebesar 96734,86 ms. Dalam 2 penelitian ini, telah dicapai tingkat akurasi yang cukup untuk posisi. Penentuan posisi tidak dilakukan dalam posisi bergerak, melainkan dalam posisi diam. Sedangkan dalam navigasi, dibutuhkan metode yang dapat menentukan posisi seseorang secara akurat walaupun dalam posisi bergerak.

Oleh sebab itu penelitian ini dibuat untuk menentukan pengguna (objek) menggunakan sistem *indoor localization* secara *real-time*. Dengan menggunakan metode *trilateration* untuk menentukan posisi pengguna (objek). Namun penelitian ini menentukan posisi pengguna secara *real-time* dalam keadaan diam.

2.2 Tinjauan Teori

Pada bagian ini akan membahas poin-poin penting terkait sistem seperti *indoor localization*, *bluetooth low energy*, *algoritma trilateration*, *RSSI*, Perhitungan Akurasi dan Presisi.

2.2.2 Indoor Localization secara *Real-time*

Indoor Localization System merupakan sebuah teknologi yang tidak menggunakan sistem komunikasi satelit dikarenakan sebuah sinyal satelit tidak dapat bekerja maksimal ketika berada di dalam sebuah gedung dan ruangan sehingga dapat menimbulkan kesalahan informasi jika tetap digunakan, cara kerja dari *indoor localization system* sama dengan GPS yaitu mencari objek atau pengguna di dalam sebuah Gedung atau ruangan yang memiliki tingkat keakuratan lebih tinggi dibandingkan dengan GPS ketika digunakan untuk mencari objek di dalam sebuah Gedung atau ruangan [9][10]. Penelitian ini dilakukan secara *real-time* yang dimana sistem harus menghasilkan respon yang tepat dalam batas waktu yang tertentu/ditentukan.

2.2.3 Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth Low Energy (BLE) merupakan sebuah perangkat sederhana berupa wireless kecil yang mentransmisikan sinyal radio secara terus menerus yang berkaitan dengan ID dari BLE tersebut. Dengan berkembangnya teknologi sekarang BLE sangat mudah di akses hanya dengan menggunakan smartphone, beberapa informasi yang akan diperoleh pada saat pembacaan seperti nilai RSSI, estimasi jarak, dan data sensor [11][12]. Menggunakan data yang dihasilkan tersebut penulis dapat mengembangkan aplikasi yang bermanfaat buat kehidupan sehari-hari bahkan untuk optimasi sistem di industri. Pada Gambar 2.1 merupakan contoh beacon BLE :

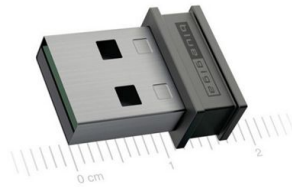


Gambar 2.1 Beacon BLE

Bluetooth Low Energy dibuat dengan teknologi yang cukup maju walaupun dengan bentuk yang sangat sederhana, perangkat ini memiliki jangkauan yang cukup luas. *Bluetooth Low Energy* menggunakan *Bluetooth* versi 4.0 yang memiliki jangkauan hingga 100 m tanpa penghalang, bahkan saat ini dengan berkembangnya *Bluetooth 5.0* dapat menjangkau 4 kali lipat di bandingkan dengan *Bluetooth 4.0*. selain itu dari sisi *low energy*, teknologi ini menciptakan interaksi seamless yang tidak banyak penggunaan energy baterai dengan daya baterai bertahan selama ± 2 tahun.

2.2.4 BLED112

BLED112 adalah *bluetooth low energi* dongle yang mengintegrasikan semua fitur Bluetooth smart. USB dongle dapat berupa port COM virtual yang memungkinkan pengembangan aplikasi host tanpa batas menggunakan aplikasi pemrograman interface sederhana. BLED112 dapat digunakan untuk pengembangan bluetooth smart. Pada penelitian ini peneliti menggunakan BLED112 sebagai receiver dan juga mengotomatiskan fungsi-fungsi perangkat lunak dengan Bluegiga BLED112 Bluetooth Smart USB dongle [13][14].



Gambar 2.2 BLED112 Bluetooth Smart USB dongle

Pada Gambar 2.2 merupakan contoh BLED112, sekilas dilihat seperti receiver perangkat bluetooth biasanya yang membedakan dengan bluetooth usb dongle yang lain yaitu, fitur yang ada di dalamnya:

1. Bluetooth v.4.0.
2. Mendukung mode master dan slave.
3. Mendukung hingga delapan koneksi.
4. Daya pancar: +0 dBm ke -27 dBm.
5. Sensitivitas penerima: -91 dBm.
6. Host interface: USB (emulasi port COM virtual).
7. Programmable 8051 prosesor untuk operasi mandiri.
8. Kit pengembangan perangkat lunak gratis.
9. Harga murah.

2.2.5 Receive Signal Strength Indicator (RSSI)

Receive Signal Strength Indicator merupakan sebuah nilai untuk mengetahui kuat sinyal yang di pancarkan oleh suatu pemancar *Bluetooth low energy* dan diterima oleh objek (*device*). Dengan menggunakan nilai *RSSI* maka jarak antara transmitter (Tx) dan receiver (Rx) dapat diperoleh dari rumus :

$$RSSI [dBm] = A - 10 \times n \times \log_{10}(d) \quad (2.1)$$

$$d(m) = 10^{\frac{(A-RSSI)}{10n}} \quad (2.2)$$

dengan nilai:

A : Kekuatan atau daya pancar sinyal yang diterima oleh device dalam jarak 1 meter dengan satuan dBm.

$d(m)$: Jarak antara transmitter (Tx) dan receiver (Rx) dengan satuan meter (m).

$RSSI$: Kuat sinyal yang di pancarkan receiver (Rx) dengan satuan dBm.

n : Pathloss yang memiliki kondisi berbeda pada setiap lingkungan[15].

Tabel 2.1 *Pathloss Exponent* untuk Berbagai lingkungan[15]

<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>Shadow urban cellular radio</i>	3 up to 5
<i>In building Line-of-Sight</i>	1.6 up to 1.8
<i>Obstructerd in factories</i>	2 up to 3

2.2.6 Teknik Algoritma Trilateration

Algoritma *trilateration* merupakan teknik untuk menentukan posisi sebuah objek (*device*) berdasarkan pengukuran jarak secara simultan dari 3 buah *access point* yang terletak di sekitar lokasi [9][16]. Seperti pada Teknik trigonometri, jika suatu objek (*device*) diamati dan bergerak, koordinat objek (*device*) tersebut dapat dihitung walaupun objek (*device*) bergerak secara acak [10] [17]. Di bawah ini merupakan prinsip dasar algoritma *trilateration* :

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = r_i^2 \quad (i = 1,2,3) \quad (2.3)$$

Dimana nilai :

- r_i : Jarak yang terukur oleh titik ke- i pada posisi x_i dan y_i , sampai objek (*device*) pada posisi x dan y .
- x dan y : Koordinat letak suatu objek (*device*).
- x_i dan y_i : Koordinat letak *access point*.

Untuk mencari posisi sebuah objek menggunakan metode *trilateration* dapat diperoleh dari rumus :

$$a = 2(x_2 - x_1) \quad (2.4)$$

$$b = 2(y_2 - y_1) \quad (2.5)$$

$$c = r_1^2 + x_2^2 + y_2^2 - r_2^2 + x_1^2 + y_1^2 \quad (2.6)$$

$$d = 2(x_3 - x_2) \quad (2.7)$$

$$e = 2(y_3 - y_2) \quad (2.8)$$

$$f = r_2^2 + x_3^2 + y_3^2 - r_3^2 + x_2^2 + y_2^2 \quad (2.9)$$

Rumus untuk mencari nilai x dan y adalah :

$$x = \frac{(fb-ce)}{(db-ae)} \quad (2.10)$$

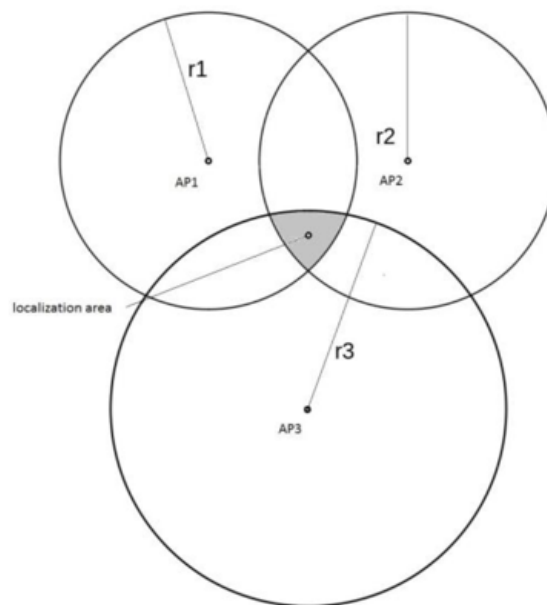
$$y = \frac{(dc-af)}{(db-ae)} \quad (2.11)$$

dengan nilai :

- x_1, y_1 : Letak koordinat AP UUID 232 (E8)
- x_2, y_2 : Letak koordinat AP UUID 233 (E9)

- x_3, y_3 : Letak koordinat AP UUID 234 (EA)
 r_1 : Jarak antara UUID 232 dengan *device* (*objek*)
 r_2 : Jarak antara UUID 233 dengan *device* (*objek*)
 r_3 : Jarak antara UUID 234 dengan *device* (*objek*)
 a : Konstanta x pada persamaan 2.2
 b : Konstanta y pada persamaan 2.3
 c : Hasil substitusi persamaan 2.2 dengan 2.3
 d : Konstanta x pada persamaan 2.5
 e : Konstanta y pada persamaan 2.6
 f : Hasil substitusi persamaan 2.5 dengan 2.6
 x, y : Letak koordinat *device* (*objek*)

Pada Gambar 2.3 merupakan cara kerja Teknik *trilateration* untuk menentukan posisi pengguna (*objek*) :



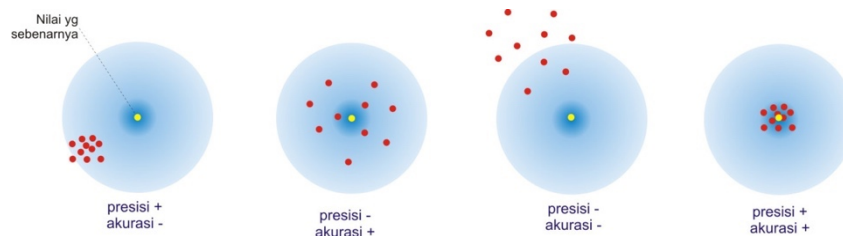
Gambar 2.3 Teknik Trilateration

Untuk menentukan suatu koordinat pengguna (*objek*) menggunakan Teknik *trilateration* dengan 3 pemancar maka digunakan persamaan 3 bola, dimana tiap titik akan memancarkan sinyal dan otomatis akan saling bersinggungan dapat dilihat pada Gambar 2.3, apa bila pancaran sinyanya tersebut menyentuh objek maka akan memunculkan data letak posisi pengguna (*objek*) yang dituliskan dalam x, y [10].

2.2.7 Perhitungan Akurasi dan Presisi

Akurasi dan presisi didefinisikan dalam hal kesalahan sistematis dan acak. Akurasi adalah tingkat kedekatan antara nilai prediksi/perhitungan dengan nilai sebenarnya, sedangkan presisi dari suatu sistem, biasa disebut reproduktifitas atau pengulangan adalah sejauh mana pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berubah mendapatkan nilai yang sama [18].

Pada pengukuran, akurasi mengacu pada kedekatan pengukuran dengan nilai sebenarnya, sedangkan presisi mengacu pada kedekatan pengukuran satu sama lain, contohnya dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Akurasi dan presisi.

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

$$euclidean(m) = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2} \quad (2.12)$$

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2}}{n} \quad (2.13)$$

Dengan nilai :

euclidean : jarak *Euclidean*

n : banyaknya data yang di uji

Perhitungan persentase dengan nilai akurasi memiliki persamaan sebagai berikut :

$$persentase = \frac{\text{nilai maksimal selisih error} - \text{akurasi}}{\text{nilai maksiman selisih error}} \times 100\% \quad (2.14)$$

Dengan ketentuan nilai maksimal selisih error 3,5 meter [15].