IMPLEMENTASI SISTEM PELACAKAN LOKASI DALAM GEDUNG (INDOOR LOCALIZATION) MENGGUNAKAN METODE PENGENALAN POLA SINYAL PERANGKAT BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE) DENGAN ALGORITMA KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOUR (KNN)

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan   
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Muhammad Hasbi Ash Shiddieqy

NIM: 155150200111132



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019

PERSETUJUAN

Judul ini digunakan untuk dokumen final yang telah direvisi/disetujui setelah kelulusan ujian.

Untuk pendaftaran semhas dan ujian skripsi, judul halaman ini adalah **PERSETUJUAN.**

JUDUL SKRIPSI

SKRIPSI

Bagian ini hanya digunakan jika halaman ini adalah halaman **PENGESAHAN.** Jika ini adalah halaman PERSETUJUAN,maka bagian ini tidak diperlukan.

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Muhammad Hasbi Ash Shiddieqy

NIM: 155150200111132

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

|  |  |
| --- | --- |
| Dosen Pembimbing I  Nama Dosen Pembimbing 1  NIK: 123456789  /\*jika terdapat NIK saja\*/ | Dosen Pembimbing 2  Nama Dosen Pembimbing 2  NIK: -  /\*jika tidak terdapat NIP, NIK, atau keduanya\*/ |

Mengetahui

Ketua Jurusan **Nama Jurusan**

Contoh: Ketua Jurusan **Teknik** **Informatika**

Nama Ketua Jurusan

NIP: 123456789

/\*jika terdapat NIP\*/

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 1 Januari 2015



­

Muhammad Hasbi A.S.

NIM: 155150200111132

PRAKATA

Bagian ini memuat pernyataan resmi untuk menyampaikan rasa terima kasih penulis kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini. Nama-nama penerima ucapan terima kasih sebaiknya dituliskan lengkap, termasuk gelar akademik, dan pihak-pihak yang tidak terkait dihindari untuk dituliskan. Bahasa yang digunakan seharusnya mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang baku. Prakata boleh diakhiri dengan paragraf yang menyatakan bahwa penulis menerima kritik dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Terakhir, prakata ditutup dengan mencantumkan kota dan tanggal penulisan prakata, lalu diikuti dengan kata “Penulis”.

Malang, 1 Januari 2015

Penulis

Hasbi12.muhammad@gmail.com

ABSTRAK

Nama Mahasiswa, Judul Skripsi

Pembimbing: Nama Pembimbing 1 dan Nama Pembimbing 2

Bagian ini diisi dengan abstrak dalam Bahasa Indonesia. Abstrak adalah uraian singkat (umumnya 200-300 kata) yang merupakan intisari dari sebuah skripsi. Abstrak membantu pembaca untuk mendapatkan gambaran secara cepat dan akurat tentang isi dari sebuah skripsi. Melalui abstrak, pembaca juga dapat menentukan apakah akan membaca skripsi lebih lanjut. Oleh karena itu, abstrak sebaiknya memberikan gambaran yang padat tetapi tetap jelas dan akurat tentang (1) apa dan mengapa penelitian dikerjakan: sedikit latar belakang, pertanyaan atau masalah penelitan, dan/atau tujuan penelitian; (2) bagaimana penelitian dikerjakan: rancangan penelitian dan metodologi/metode dasar yang digunakan dalam penelitian; (3) hasil penting yang diperoleh: temuan utama, karakteristik artefak, atau hasil evaluasi artefak yang dibangun; (4) hasil pembahasan dan kesimpulan: hasil dari analisis dan pembahasan temuan atau evaluasi artefak yang dibangun, yang dikaitkan dengan pertanyaan/tujuan penelitian.

Yang harus dihindari dalam sebuah abstrak diantaranya (1) penjelasan latar belakang yang terlalu panjang; (2) sitasi ke pustaka lainnya; (3) kalimat yang tidak lengkap; (3) singkatan, jargon, atau istilah yang membingungkan pembaca, kecuali telah dijelaskan dengan baik; (4) gambar atau tabel; (5) angka-angka yang terlalu banyak.

Di akhir abstrak ditampilkan beberapa kata kunci (normalnya 5-7) untuk membantu pembaca memposisikan isi skripsi dengan area studi dan masalah penelitian. Kata kunci, beserta judul, nama penulis, dan abstrak biasanya dimasukkan dalam basis data perpustakaan. Kata kunci juga dapat diindeks dalam basis data sehingga dapat digunakan untuk proses pencarian tulisan ilmiah yang relevan. Oleh karena itu pemilihan kata kunci yang sesuai dengan area penelitian dan masalah penelitian cukup penting. Pemilihan kata kunci juga bisa didapatkan dari referensi yang dirujuk.

Kata kunci: abstrak, skripsi, intisari, kata kunci, artefak

ABSTRACT

Student Name, Skripsi Title

Supervisors: First Supervisor’s Name and Second Supervisor’s Name

The absract of your skripsi in English is written here.

DAFTAR ISI

[IMPLEMENTASI SISTEM PELACAKAN LOKASI DALAM GEDUNG (INDOOR LOCALIZATION) MENGGUNAKAN METODE PENGENALAN POLA SINYAL PERANGKAT BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE) DENGAN ALGORITMA KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOUR (KNN) i](#_Toc25999872)

[PENGESAHAN ii](#_Toc25999873)

[PERNYATAAN ORISINALITAS iii](#_Toc25999874)

[PRAKATA iv](#_Toc25999875)

[ABSTRAK v](#_Toc25999876)

[ABSTRACT vi](#_Toc25999877)

[DAFTAR ISI vii](#_Toc25999878)

[DAFTAR TABEL x](#_Toc25999879)

[DAFTAR GAMBAR xi](#_Toc25999880)

[DAFTAR LAMPIRAN xii](#_Toc25999881)

[BAB 1 PENDAHULUAN 1](#_Toc25999882)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc25999883)

[1.2 Rumusan Masalah 2](#_Toc25999884)

[1.3 Tujuan 3](#_Toc25999885)

[1.4 Manfaat 3](#_Toc25999886)

[1.5 Batasan Masalah 3](#_Toc25999887)

[1.6 Sistematika Pembahasan 3](#_Toc25999888)

[BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 5](#_Toc25999889)

[2.1 Kajian Pustaka 5](#_Toc25999890)

[2.2 Dasar Teori **Error! Bookmark not defined.**](#_Toc25999891)

[2.2.1 *Fingerprinting* 6](#_Toc25999892)

[2.2.2 *Received Signal Strength* (RSS) **Error! Bookmark not defined.**](#_Toc25999893)

[2.2.3 *Bluetooth Low Energy* (BLE) **Error! Bookmark not defined.**](#_Toc25999894)

[2.2.4 Algoritma *k-nearest-neighbor* (KNN) 8](#_Toc25999895)

[BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 9](#_Toc25999896)

[3.1 Identifikasi Masalah 10](#_Toc25999897)

[3.2 Studi Literatur 10](#_Toc25999898)

[3.3 Analisis Kebutuhan 10](#_Toc25999899)

[3.3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras 10](#_Toc25999900)

[3.4 Perancangan Sistem 10](#_Toc25999901)

[3.5 Implementasi 11](#_Toc25999902)

[3.6 Pengujian 11](#_Toc25999903)

[3.7 Kesimpulan dan Saran 11](#_Toc25999904)

[BAB 4 ANALISA KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN 12](#_Toc25999905)

[4.1 Deskripsi Umum Sistem 12](#_Toc25999906)

[4.2 Kebutuhan Sistem 12](#_Toc25999907)

[4.2.1 Kebutuhan Fungsional 12](#_Toc25999908)

[4.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional 13](#_Toc25999909)

[4.3 Perancangan Implementasi Metode *Fingerprinting* 14](#_Toc25999910)

[4.3.1 Pengumpulan Data Pola sinyal 14](#_Toc25999911)

[4.3.2 Pelacakan Ruangan Secara *Real-Time* 17](#_Toc25999912)

[4.4 Perancangan Parameter Pengujian 19](#_Toc25999913)

[4.4.1 Akurasi Kesalahan Pelacakan Secara Umum 19](#_Toc25999914)

[4.4.2 Akurasi Kesalahan per sub-lokasi dalam ruang 20](#_Toc25999915)

[4.5 Perancangan Sistem 21](#_Toc25999916)

[4.5.1 Pengumpulan Data Pola Sinyal 21](#_Toc25999917)

[4.5.2 Pelacakan Lokasi Secara *Real-Time* 22](#_Toc25999918)

[4.6 Perancangan Skenario Pengujian 24](#_Toc25999919)

[BAB 5 PEMBAHASAN 27](#_Toc25999920)

[5.1 Subbab Lima Satu 27](#_Toc25999921)

[5.1.1 Subbab Lima Satu Satu 27](#_Toc25999922)

[5.1.2 Subbab Lima Satu Dua 27](#_Toc25999923)

[5.2 Subbab Lima Dua 28](#_Toc25999924)

[5.2.1 Subbab Lima Dua Satu 28](#_Toc25999925)

[5.2.2 Subbab Lima Dua Dua 28](#_Toc25999926)

[5.3 Subbab Lima Tiga 28](#_Toc25999927)

[5.3.1 Contoh Struktur Penelitian Implementatif Pembangunan 28](#_Toc25999928)

[5.3.2 Contoh Struktur Penelitian Nonimplementatif Eksperimental 29](#_Toc25999929)

[BAB 6 Penutup 31](#_Toc25999930)

[6.1 Kesimpulan 31](#_Toc25999931)

[6.2 Saran 31](#_Toc25999932)

[DAFTAR REFERENSI 32](#_Toc25999933)

[LAMPIRAN A PERSYARATAN FISIK DAN TATA LETAK 35](#_Toc25999934)

[A.1 Kertas 35](#_Toc25999935)

[A.2 Margin 35](#_Toc25999936)

[A.3 Jenis dan Ukuran Huruf 35](#_Toc25999937)

[A.4 Spasi 35](#_Toc25999938)

[A.5 Kepala Bab dan Subbab 35](#_Toc25999939)

[A.6 Nomor Halaman 36](#_Toc25999940)

[LAMPIRAN B PENGGUNAAN BAHASA 37](#_Toc25999941)

DAFTAR TABEL

[Tabel 4.1 Kebutuhan Fungsional 12](#_Toc23966761)

[Tabel 4.2 Kebutuhan perangkat lunak 13](#_Toc23966762)

[Tabel 4.3 Kebutuhan Perangkat Keras 13](#_Toc23966763)

DAFTAR GAMBAR

[Gambar 3.1 Metodologi Penelitian 9](#_Toc24054128)

[Gambar 3.2 Alur implementasi sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE 11](#_Toc24054129)

[Gambar 4.1 Diagram alir tahap pertama metode *fingerprinting* 15](#_Toc24054130)

[Gambar 4.2 Denah ruangan implementasi sistem pelacakan dalam gedung 16](#_Toc24054131)

[Gambar 4.3 Diagram alir pelacakan perangkat iTAG Bluetooth 18](#_Toc24054132)

DAFTAR LAMPIRAN

[LAMPIRAN A PERSYARATAN FISIK DAN TATA LETAK 35](#_Toc496081034)

[A.1 Kertas 35](#_Toc496081035)

[A.2 Margin 35](#_Toc496081036)

[A.3 Jenis dan Ukuran Huruf 35](#_Toc496081037)

[A.4 Spasi 35](#_Toc496081038)

[A.5 Kepala Bab dan Subbab 35](#_Toc496081039)

[A.6 Nomor Halaman 36](#_Toc496081040)

[LAMPIRAN B PENGGUNAAN BAHASA 37](#_Toc496081041)

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

*Localization* adalah suatu mekanismeuu untuk menemukan dan menentukan lokasi dari suatu objek. Secara umum, penentuan posisi atau lokasi dibagi menjadi dua, yakni *outdoor* dan *indoor localization*. Penentuan lokasi diluar ruangan atau *outdoor* menggunakan teknologi *Global Positioning System* (GPS). Sedangkan penentuan lokasi didalam ruangan atau *indoor* tidak bisa menggunakan GPS karena pelemahan sinyal GPS saat memasuki gedung sehingga proses penentuan lokasi menjadi tidak memungkinkan. (Liu *et al.*, 2007). Oleh karena itu, dalam penentuan lokasi dalam ruangan atau gedung digunakan teknologi nirkabel seperti WiFi dan Bluetooth. (Zafari, Gkelias and Leung, 2017).

Menurut Jiang *et al.* (2015), penentuan lokasi dalam ruangan atau biasa disebut *Indoor Localization* saat ini dapat menggunakan 2 metode, yakni metode propagasi sinyal dan *fingerprinting*. Metode propagasi sinyal menggunakan informasi kuat sinyal yang diterima menjadi sebuah informasi jarak antara *transmitter* dan *receiver*. Kemudian koordinat dari target atau objek dapat dikalkulasikan berdasarkan jarak antara target dan beberapa *anchor point* yang telah diketahui koordinatnya. Metode propagasi sinya ini rentan terhadap gangguan sinyal yang disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan seperti tembok, pintu, jendela, bahkan orang yang sedang berjalan. Gangguan sinyal ini menyebabkan hubungan antara kuat sinyal yang diterima dengan jarak yang sebenarnya tidak dapat dideskripsikan dengan akurat sehingga koordinat yang dikalkulasikan berbeda dengan koordinat objek sebenarnya. Salah satu metode untuk mengatasi kelemahan metode propagasi sinyal pada struktur lingkungan yang kompleks adalah metode *fingerprinting*. Metode *fingerprinting* adalah teknik pelacakan lokasi dengan mengklasifikasikan pola sinyal yang diperoleh berdasarkan *data training* yang telah didapat sebelumnya. (Youssef and Agrawala, 2005). Metode *fingerprinting* dibagi menjadi 2 tahap, yakni tahap *offline* dan tahap *online*. Tahap *offline* adalah tahap pengumpulan *data training*. Tahap *online* adalah tahap penentuan lokasi berdasarkan *data training* yang telah dibuat sebelumnya. (Subedi and Pyun, 2017). Keuntungan dari metode *fingerprinting* adalah dapat menghindari efek samping dari pelemahan sinyal yang diakibatkan kompleksnya struktur lingkungan yang dapat mengakibatkan kesalahan klasifikasi. Keuntungan lainnya adalah tidak perlu mengetahui posisi dari *anchor point* sehingga praktis untuk digunakan. (Jiang *et al.*, 2015)

Saat ini, teknologi yang paling banyak digunakan dengan metode *fingerprinting* adalah WiFi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE). Penggunaan WiFi dengan metode *fingerprinting* yang ada saat ini memanfaatkan *access point* WiFi sebagai *anchor point* untuk pembentukan pola sinyal. (Jiang *et al.*, 2015). Pada penelitian tersebut, akurasi penentuan lokasi yang diperoleh mencapai 85,9%. Sayangnya, teknologi WiFi memiliki kelemahan pada sisi *advertisement* SSID, yakni durasi *broadcast* tiap *access point* sebesar 100 ms sehingga dibutuhkan waktu beberapa detik untuk melakukan satu periode *scanning*. Hal ini tentunya dapat mengakibatkan kesalahan dalam penentuan lokasi saat perangkat bergerak. (Faragher and Harle, 2015).

Teknologi lain yang dapat digunakan untuk *Indoor Localization* adalah *Bluetoth Low Energy* (BLE). BLE atau Bluetooth v4.0 adalah versi terbaru dari Bluetooth, dimana pada versi ini memperbaiki kelemahan pada bluetooth versi sebelumnya. Salah satu kelemahannya adalah waktu *scan* yang sangat lama. (Heydon and Hunn, 2012). Keunggulan lain dari BLE adalah ukuran perangkat yang kecil, bekerja menggunakan baterai yang dapat bertahan berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun, harganya yang murah serta didesain untuk komunikasi “*machine-to-machine*” dan mudah untuk digunakan. (Faragher dan Harle, 2015). Penggunaan teknologi BLE dan metode *fingerprinting* saat ini menggunakan konsep *Device Based Localization* (DBL), yakni sebuah konsep dimana perangkat yang dilacak atau dicari lokasinya secara aktif melakukan *scanning* terhadap *anchor point* sekaligus melakukan proses interpretasi pola sinyal menjadi nama lokasi. (Zafari, Gkelias and Leung, 2017). Konsep ini tidak cocok digunakan pada kondisi dimana objek yang dilacak tidak dibolehkan atau tidak memungkinkan membawa perangkat yang dapat melakukan pemindaian aktif (contoh: *smartphone*) seperti pada rumah sakit jiwa, penjara, dsb. Konsep lain yang dapat digunakan adalah konsep *Monitor Based Localization* (MBL). Konsep MBL adalah konsep dimana perangkat yang dilacak hanya secara pasif memancarkan sinyal secara simultan, sedangkan komponen lain yang akan melakukan proses penentuan lokasi. (Zafari, Gkelias and Leung, 2017).

Berdasarkan pembahasan diatas, maka penulis melakukan penelitian *indoor localization* dengan metode *fingerprinting* menggunakan teknologi *Bluetooth Low Energy*. Penelitian ini menggunakan 3 komponen. Komponen pertama sebagai perangkat yang dilacak, penulis menggunakan *passive tag* yang akan memancarkan sinyal bluetooth secara terus menerus. Komponen yang kedua adalah perangkat yang berperan sebagai *anchor point* yang akan menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan oleh *passive* *tag* kemudian mengirimkan data RSSI-nya menuju server. Komponen ketiga adalah server yang akan menerima data RSSI dari *anchor point* untuk diinterpretasikan menjadi lokasi ruangan berdasarkan *data training* yang telah dikumpulkan sebelumnya.

Implementasi sistem akan dibagi menjadi 2 tahap, yakni tahap *offline* dan tahap *online*. Pada tahap *offline,* pola sinyal pada masing-masing lokasi atau ruangan akan direkam dan disimpan menjadi *data training* pada server. Mekanisme kerjanya adalah pertama, *passive tag* dinyalakan pada salah satu ruangan, kemudian *anchor point* akan menangkap sinyal yang dipancarkan oleh *passive tag*. Selanjutnya, *anchor point* akan mengirimkan RSSI dari *passive tag* menuju server. Kemudian pada server, data RSSI yang diterima dari *anchor point* akan disimpan dan diberi label nama ruangan. Proses ini diulang sampai pola sinyal dari semua ruang selesai direkam, disimpan, dan diberi label nama ruangan. Tahap selanjutnya adalah tahap *online*. Pada tahap ini dilakukan proses penentuan lokasi berdasarkan *data training* telah dikumpulkan sebelumnya. Mekanisme kerjanya yakni, *passive tag* dinyalakan pada salah satu ruang secara acak. Kemudian, *anchor point* akan menangkap sinyal yang dipancarkan oleh *passive tag* dan mengirimkan data RSSI-nya menuju server. Pada sisi server, data RSSI yang dikirimkan *anchor point* akan diklasifikasikan menjadi nama ruangan menggunakan algoritma KNN berdasarkan *data training* yang telah dikumpulkan sebelumnya. Sebagai catatan, algoritma KNN disini hanya digunakan sebagai *tools* untuk klasifikasi.

## Rumusan Masalah

1. Bagaimana implementasi penentuan lokasi dalam gedung menggunakan metode *fingerprinting* dengan Bluetooth Low Energy?
2. Bagaimana implementasi *Monitor Based Localization* dalam pelacakan lokasi dalam gedung?
3. Bagaimana implementasi pengujian pelacakan lokasi dalam gedung?
4. Bagaimana tingkat akurasi dari implementasi pelacakan lokasi dalam gedung menggunakan Bluetooth Low Energy?

## Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

Mengimplementasikan pelacakan lokasi dalam gedung menggunakan metode *fingerprinting* dengan teknologi Bluetooth Low Energy

Mengimplementasikan *Monitor Based Localization* pada pelacakan lokasi dalam gedung

Mengimplementasikan pengujian pelacakan lokasi dalam gedung

Mengetahui akurasi dari implementasi pelacakan lokasi dalam gedung

## Manfaat

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai sebuah solusi alternatif dalam penentuan lokasi dalam gedung pada kondisi seperti rumah sakit jiwa, penjara, dsb.

## Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas didapatkan batasan masalah sebagai berikut :

Perangkat pelacakan berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE)

Hasil output pelacakan hanya berupa nama lokasi, bukan koordinat

Mekanisme yang digunakan adalah *Monitor Based Localization*

Perangkat yang digunakan pada pengguna yang dilacak adalah *passive tag*

## Sistematika Pembahasan

Sistematika susunan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

**BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang pendahuluan yang meliputi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan pada tugas akhir ini.

**BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN**

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pemecahan masalah yang digunakan sebagai pendukung segala sesuatu yang berhubungan dengan topik penelitian ini.

**BAB III METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan mengenai rancangan sistem dan juga alur yang akan menunjang keberhasilan penelitian ini dan agar dapat diimplementasikan di dalam sistem dengan mengacu pada teori-teori pendukung dan metode yang telah dijabarkan sebelumnya.

**BAB IV PERANCANGAN**

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem yang akan diimplementasikan dengan mengacu pada batasan-batasan masalah yang telah disebutkan diatas.

**BAB V IMPLEMENTASI**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengimplementasian sistem sesuai dengan spesifikasi, perancangan dan tujuan dari sistem yang dibuat.

**BAB VI PENGUJIAN**

Bab ini akan menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap sistem serta menganalisis hasil dari pengujian yang telah dilakukan

**BAB VII PENUTUP**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang diambil berdasarkan tahapan - tahapan yang sudah dilakukan mulai dari perancangan, implementasi, pengujian. Pada kesimpulan juga menjawab pertanyaan - pertanyaan pada rumusan masalah dan menyebutkan saran untuk penelitian selanjutnya.

# LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada Bab Landasan Kepustakaan ini terdapat kajian pustaka yang menjelaskan tentang penelitian sebelumnya yang memiliki hubungan dengan penelitian yang penulis lakukan. Dasar teori pada bab ini akan menjelaskan teori-teori yang digunakan dalam penelitian yang penulis lakukan.

## Kajian Pustaka

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian yang penulis lakukan. Pada Tabel 2.1 di bawah ini menjelaskan tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Judul | Sitasi | Penelitian | Penelitian Penulis |
| 1. | Accurate Indoor Localization With Zero Start-up Cost | (Kumar *et al.*, 2014) | Implementasi *Indoor Localization* menggunakan metode *Angel of Arrival* untuk interpretasi sinyal menjadi koordinat lokasi | Implementasi *Indoor Localization* menggunakan metode *fingerprinting* untuk interpretasi sinyal menjadi nama lokasi |
| 2. | Indoor mobile localization based on Wi-Fi fingerprint's important access point | (Jiang *et al.*, 2015) | Implementasi *Indoor localization* menggunakan metode *Fingerprinting* dengan teknologi WiFi | Implementasi Indoor Localization menggunakan metode *Fingerprinting* dengan teknologi BLE |
| 3. | Practical Fingerprinting Localization for Indoor Positioning System by Using Beacons | (Subedi and Pyun, 2017) | Implementasi *Indoor Localization* dengan metode *fingerprinting* menggunakan BLE. Mekanisme yang digunakan adalah *active scanning* | Implementasi *Indoor Localization* dengan metode *fingerprinting* menggunakan BLE. Mekanisme yang digunakan adalah *passive scanning* |

**Tabel 2.2 Kajian Pustaka (Lanjutan)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Judul | Sitasi | Penelitian | Penelitian Penulis |
| 4. | Bluetooth indoor localization with multiple neural networks | (Altini *et al.*, 2010) | Implementasi *Indoor Localization* dengan algoritma pencocokkan yang digunakan adalah algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) | Implementasi *Indoor Localization* dengan algoritma pencocokkan yang digunakan adalah algoritma *k-Nearest Neighbor* (kNN) |

## Sistem Pelacakan Dalam Gedung (Indoor Localization)

Sistem pelacakan lokasi dalam ruangan (*Indoor Localization*) adalah sebuah sistem atau layanan untuk penentuan lokasi seseorang atau benda menggunakan sebuah koordinat relatif pada sebuah ruangan atau gedung.(Chan and Sohn, 2012). Secara umum, komponen dari sistem *indoor localization* terdiri dari beberapa *anchor node* yang dapat berfungsi sebagai pemancar sinyal atau dapat juga sebagai penangkap sinyal dari perangkat yang dilacak. Perangkat yang dilacak berfungsi sebagai perangkat yang akan dicari lokasi/posisi-nya sekaligus juga sebagai perangkat yang menginterpretasikan pola sinyal yang didapat menjadi nama lokasi atau koordinat. Pada beberapa kasus, terdapat komponen tambahan sebagai perangkat yang menginterpretasikan pola sinyal menjadi nama lokasi atau posisi.

Beberapa jenis teknologi sinyal yang dapat digunakan untuk *indoor* localization adalah WiFi, Bluetooth, RFID, Ultra Wideband (UWB), ZigBee dan lain sebagainya. Jenis teknologi sinyal yang digunakan tergantung pada kebutuhan impelentasi. Kemudian, metode yang digunakan untuk interpretasi sinyal menjadi nama lokasi ada beberapa macam seperti : *Angle of Arrival* (AOA), *Time of Flight* (ToF), *Fingerprinting*, *Time Difference of Arrival* (TDoA), *Return Time of Flight* (RToF), *Phase of Arrival* (PoA). (Zafari, Gkelias and Leung, 2017). Hasil dari interpretasi pola sinyal dapat berupa nama lokasi, koordinat, atau dapat juga berbentuk visual 2 dimensi bahkan 3 dimensi. (Li, Yang and Zhou, 2008).

## Fingerprinting

*Fingerprinting* adalah sebuah metode untuk menginterpretasikan sinyal yang didapat dari beberapa *anchor point* menjadi sebuah nama lokasi. Metode ini bekerja dengan mencocokkan pengukuran sinyal yang diperoleh dari beberapa *anchor point* dengan data sinyal yang terdapat pada database. (Jiang *et al.*, 2015)

Secara umum, *Fingerprinting* bekerja dalam 2 tahap, yakni tahap *offline* dan tahap *online*. Tahap *offline* adalah tahap pengumpulan data pola sinyal. Pada tahap ini karakteristik sinyal pada masing-masing ruangan diukur dan disimpan pada database bersamaan dengan nama ruangan yang diukur. Data pola sinyal dan nama ruangan yang disimpan disebut dengan *reference points* (RPs). Tahap kedua adalah tahap *online*, yakni tahap pelacakan atau tahap klasifikasi. Pada tahap ini, data sinyal yang diperoleh dari *anchor point* dicocokkan dengan *Reference Points* (RPs) dengan algoritma tertentu. *Reference Points* yang memiliki kecocokkan dengan pengukuran pada tahap online adalah hasil dari pelacakan. (Zafari, Gkelias and Leung, 2017).

## Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth adalah teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan informasi yang tertanam secara digital pada sinyal frekuensi radio. Awalnya dimaksudkan untuk pertukaran data dalam jarak pendek, hal ini didefinisikan oleh standar IEEE 802.15.1. Tujuan utama dari teknologi ini adalah untuk memfasilitasi komunikasi antara perangkat bergerak dan perangkat diam atau dua perangkat seluler, untuk menghilangkan kabel dan konektor antar perangkat (misal, dalam penggunaan headphone nirkabel), dan untuk memfasilitasi sinkronisasi data antara perangkat pribadi. (Chatschik, 2001)

Teknologi Bluetooth telah dipertimbangkan untuk sistem posisi dalam ruangan sebagai pesaing Wi-Fi, khususnya sejak ditemukan *Bluetooth Low Energy* (BLE), karena *availability-*nya (didukung oleh sebagian besar smartphone modern), biaya rendah, dan mengkonsumsi daya yang sangat rendah, yang memungkinkan alat tetap bekerja menggunakan baterai selama beberapa bulan atau bahkan bertahun-tahun. (Faragher and Harle, 2015).

BLE menggunakan 40 *channels*, masing-masing selebar 2 MHz, mencakup pita radio 2,4 GHz juga digunakan oleh WiFi (Faragher and Harle, 2015). Gambar menjelaskan tentang channel yang digunakan BLE.



Gambar 2.1 BLE *channels*

Sumber : Faragher and Harle, 2015

Protokol BLE menggunakan pesan berdurasi singkat untuk menghemat penggunaan baterai. (Heydon and Hunn, 2012). Pesan ini bisa berupa data atau *advertisement*. Pesan yang lain adalah pesan *broadcast* yang digunakan untuk menemukan (*discovery*) perangkat BLE lain. Kekuatan sinyal yang berasal dari pesan *advertisement* pada BLEdapat digunakan pada *fingerprinting* untuk membentuk pola sinyal. (Faragher and Harle, 2015)

## Algoritma k-nearest-neighbor (KNN)

Algoritma *k-nearest neighbor* (kNN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data pembelajaran terdiri dari kumpulan instance yang mana tiap instance tersusun dari kelas dan variabel. Pada Gambar 2.2 dibawah ini, merupakan contoh dari data pembelajaran.



Gambar 2.2 Contoh data pembelajaran

Untuk mengklasifikasikan sebuah instance baru, maka langkah pertama adalah dengan menghitung jarak instance baru dengan tiap instance pada data pembelajaran dengan menggunakan Persamaan 2.1 dibawah ini.

(2.1)

Dimana *xi* merupakan nilai pada variabel ke-*i* pada data pembelajaran dan *yi* merupakan variabel pada instance baru. Perhitungan jarak ini dilakukan pada instance baru yang akan diklasifikasikan terhadap seluruh instance pada data pembelajaran. Setelah diketahui jarak instance baru terhadap seluruh instance data pembelajaran, maka dipilih sebanyak *k* instance data pembelajaran terdekat dengan instance baru. Kemudian, dari *k* data yang diperoleh, dapat diklasifikasikan termasuk kelas manakah instance baru tersebut dengan melihat kelas mana yang paling banyak muncul.

# METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah apa saja yang akan dilakukan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini. Langkah yang akan disusun untuk menyelesaikan masalah pada penelitian ini meliputi : Identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian dan pengambilan kesimpulan dan saran.

Dibawah ini adalah susunan metodologi yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



SELESAI

Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

## Identifikasi Masalah

Identfikasi masalah merupakan tahapan untuk mengetahui detail permasalahan sesuai dengan topik penelitian yang diambil. Pada kegiatan ini, penulis melakukan identifikasi permasalahan dengan melakukan studi literatur. Tujuan dari identifikasi masalah adalah mengetahui detail permasalahan yang ada pada topik penelitian yang diambil sehingga menghasilkan kebutuhan dan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Pada penelitian ini, penulis mengidentifikasi permasalahan pada penelitian dengan tema *indoor localization*. Penulis mencari permasalahan dengan mempertimbangkan penelitian yang sudah ada dengan kondisi saat ini. Tujuannya adalah untuk menemukan permasalahan pada *indoor localization* yang dapat diselesaikan secara komputasi serta sebagai acuan penulis untuk melakukan penelitian.

## Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menentukan objek penelitian yang sesuai dengan topik yang diambil. Dalam pembahasan studi literatur penelitian ini, penulis melakukan studi literatur agar dapat mempelajari teori-teori pendukung tentang *indoor localization*. Tujuannya adalah memperoleh dasar acuan dalam melakukan penelitian ini serta mendapat solusi atas permasalahan yang berkaitan dengan penelitian tentang *indoor localization*.

Pada studi literatur ini, penulis mengkaji penelitian dengan tema *indoor localization*. Pertama, penulis mengkaji metode dan teknologi yang saat ini digunakan dalam *indoor localization*. Kajian ini berfungsi untuk mengetahui metode dan teknologi apa saja yang digunakan pada *indoor localization* serta mengetahui kelebihan dan kelemahan dari masing-masing metode dan teknologi yang digunakan. Hal ini dilakukan sebagai acuan dalam memutuskan metode dan teknologi apa yang akan digunakan agar tujuan penelitian dapat tercapai.

## Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan memiliki tujuan untuk memahami kebutuhan dan fungsi dari sistem yang akan diimplementasikan. Analisis kebutuhan didasarkan pada hasil kajian pada studi literatur. Hasil dari analisis kebutuhan ini merupakan landasan untuk melakukan perancangan sistem.

Pada penelitian ini, digunakan metode *fingerprinting* dan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) untuk melakukan *indoor localization*. Berdasarkan pada mekanisme kerja *indoor localization* maka pada penelitian ini dibutuhkan 3 komponen. Komponen pertama adalah perangkat *passive tag* yang berfungsi memancarkan sinyal bluetooth secara terus menerus. Komponen ini sekaligus menjadi komponen yang akan ditentukan lokasinya. Komponen kedua adalah *anchor point* yang berfungsi sebagai penangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag* dan mengirimkan data RSSI-nya menuju server. *Anchor point* juga mengirimkan MAC *address* mereka bersamaan dengan data RSSI dari *passive tag*. Agar *anchor point* dapat mengirimkan dua data yang berbeda tipe secara bersamaan, maka digunakan format data JSON dalam pengiriman data menuju server. Komponen ketiga adalah server yang berfungsi sebagai penyimpan data pola sinyal yang diterima dari beberapa *anchor point* (*data training*) dan juga sebagai perangkat yang memproses pola sinyal yang diperoleh menjadi nama lokasi.

Implementasi sistem *indoor localization* membutuhkan lokasi di dalam gedung. Di dalam gedung tersebut akan dipilih beberapa ruangan untuk digunakan sebagai implementasi sistem. Jumlah ruangan yang digunakan harus lebih dari 1, karena penelitian ini menghasilkan output berupa nama lokasi bukan koordinat. Pada penelitian ini, penulis menggunakan 3 ruangan untuk implementasi dikarenakan keterbatasan sumber daya perangkat yang digunakan.

Pada Tabel 3.1 dibawah ini adalah rangkuman dari komponen yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Tabel Kebutuhan Komponen Implementasi

|  |  |
| --- | --- |
| Komponen | Fungsi |
| *Passive Tag* | Perangkat yang akan ditentukan lokasinya. Perangkat ini memancarkan sinyal bluetooth secara terus-menerus |
| *Anchor Point* | Perangkat yang akan menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag* dan mengirimkan data RSSI *passive tag* menuju server bersamaan dengan MAC *address* dari *anchor point* tersebut menggunakan tipe data JSON |
| Server | Pada tahap *offline* metode *fingerprinting*, perangkat ini berfungsi menerima data JSON yang berisi data RSSI dari *passive tag* dan MAC *address* dari *anchor point* yang mengirimnya. Kemudian data RSSI akan disimpan menjadi *data training.* Pada tahap *online*, perangkat ini berfungsi mengubah pola sinyal yang dikirim beberapa *anchor point* menjadi nama lokasi. |

## Perancangan Sistem

Dalam tahap perancangan, peneliti melakukan perancangan yang meliputi alur sistem yang dibuat. Berdasarkan pada mekanisme kerja dari metode *fingerprinting*, maka sistem dirancang menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah tahap pembuatan *data training*, tahap kedua adalah tahap penentuan lokasi.

Tahap pertama, disebut sebagai tahap *offline* adalah tahapan untuk membuat *data training*. Tahap ini berfungsi untuk merekam pola sinyal dari sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag* pada masing-masing ruang. Pola sinyal yang diterima disimpan pada server dan diberi label nama ruangan dimana pola sinyal tersebut diukur.

Tahap kedua adalah tahap *online*, dimana pada tahap ini *passive tag* akan ditentukan lokasinya. Penentuan lokasi dari passive tag tersebut menggunakan algoritma KNN berdasarkan pada *data training* yang telah dibuat. Hasil dari penentuan lokasi berupa nama ruangan dimana *passive tag* tersebut berada.Sebagai tambahan, penentuan lokasi dilakukan secara *real-time* dan hasil dari penentuan lokasi akan dicatat pada sebuah *file log.*

## Implementasi

Tahapan implementasi merupakan kegiatan pengimplementasian sistem yang telah dirancang dan disusun sebelumnya. Implementasi dilakukan dengan mengunakan perangkat-perangkat yang telah disebutkan sebelumnya pada analisis kebutuhan. Implementasi akan dibagi menjadi 2 tahap, tahap *offline* dan *online.*

Pada tahap implementasi, seluruh perangkat yang digunakan akan diberikan kode sumber untuk dieksekusi. Kemudian perangkat *anchor point* akan diletakkan pada masing-masing ruang. Jumlah perangkat *anchor point* yang digunakan sebanyak 5 perangkat karena keterbatasan perangkat. Dengan jumlah sekian, maka pada 2 ruangan terdapat masing-masing 2 perangkat *anchor point* dan 1 ruangan diletakkan 1 perangkat *anchor point.*

## Pengujian

Pada tahap ini, sistem telah berhasil dirancang lalu penulis akan melakukan pengujian pada sistem yang dibangun. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem telah dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi, kebutuhan, dan tujuannya. Selain itu, pada tahap pengujian ini penulis akan menguji akurasi dari sistem pelacakan dalam ruangan yang telah diimplementasikan.

## Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan hasil akhir dari setiap langkah-langkah yang dilewati pada penelitian ini yang akan menjawab rumusan masalah yang telah disebutkan terlebih dahulu pada awal penelitian.

# ANALISA KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

## Deskripsi Umum Sistem

Sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE menggunakan metode *fingerprinting* dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama adalah melakukan pengumpulan data pola sinyal tiap ruangan yang dipilih berupa RSSI dari perangakat iTAG Bluetooth. Data yang terkumpul disimpan dalam sebuah database sederhana berupa file dengan format .csv. Tahap selanjutnya adalah tahap pelacakan perangkat. Pertama-tama, perangkat iTAG Bluetooth akan dibawa ke salah satu ruangan terpilih, kemudian saat sistem dinyalakan, maka sistem akan membaca karakteristik sinyal perangkat iTAG Bluetooth kemudian membandingkan karakterisik sinyal yang diperoleh dengan data karakteristik sinyal pada database file .csv yang telah dikumpulkan sebelumnya menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbour*. Setelah nama ruangan tempat perangkat iTAG Bluetooth telah ditemukan, maka sistem akan menampilkan nama ruangan dan waktu saat perangkat tersebut dilacak. Proses pelacakan ini berlangsung secara *real-time*.

## Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem adalah kebutuhan yang diperlukan untuk perancangan dan implementasi sistem dalam pelacakan dalam gedung dengan menggunakan *Bluetooth Low Energy*.

### Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang harus ada pada sistem dan proses yang dapat dilakukan oleh sistem. Tabel 4.1 menunjukkan kebutuhan fungsional pada sistem pelacakan ini.

Tabel 4.1 Kebutuhan Fungsional

|  |  |
| --- | --- |
| **No.** | **Kebutuhan Fungsional** |
| 1 | Sistem dapat mendapatkan sinyal RSSI iTAG Bluetooth |
| 2 | Sistem dapat mengirim sinyal RSSI iTAG Bluetooth menuju server |
| 3 | Sistem dapat menyimpan karakteristik sinyal RSSI iTAG Bluetooth pada database file .csv |
| 4 | Sistem dapat mengimplementasikan pelacakan dengan algoritma kNN |
| 5 | Sistem dapat menampilkan hasil pelacakan berupa nama ruangan |
| 6 | Sistem dapat mencatat hasil pelacakan pada sebuah file log dengan format .csv |
| 7 | Sistem dapat melakukan perhitungan akurasi hasil pelacakan dalam hitungan persen |

Pada Tabel 4.1 menunjukkan beberapa kebutuhan fungsional dari sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE ini. Secara singkat kebutuhan fungsional dari sistem ini adalah melakukan pelacakan perangkat iTAG Bluetooth dengan menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbour* secara *real-time*.

### Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan untuk mendukung dalam perancangan dan implementasi sistem. Kebutuhan non-fungsional terususun dari kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan sistem yang akan dibuat pada penelitian ini.

#### Kebutuhan perangkat lunak

Kebutuhan perangkat lunak disini menjelaskan perangkat lunak apa saja yang dibutuhkan dalam pengimplementasian sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE. Kebutuhan perangkat lunak dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Kebutuhan perangkat lunak

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Perangkat** | **Keterangan** |
| 1 | *Arduino IDE* | Arduino IDE berfungsi untuk menulis sekaligus mengunggah code yang digunakan dalam sensor ESP32 yang berfungsi untuk menangkap sinyal RSSI dari perangkat iTAG bluetooth |
| 2 | *Windows 10* | Windows 10 berfungsi sebagai lingkungan untuk menjalankan Python *interpreter* dan perangkat lunak Visual Studio Code |
| 3 | *Python 3 Interpreter* | Python 3 Interpreter berfungsi sebagai *interpreter* atau penerjemah code dengan bahasa pemrograman Python dapat dicompile |
| 4 | *Visual Studio Code* | Visual studio code berfungsi sebagai IDE untuk menuliskan code dalam sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE |

Pada penelitian sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE ini dibutuhkan 4 perangkat lunak seperti yang tertulis pada Tabel 4.2. Perangkat lunak diatas digunakan mulai dari menuliskan *source code* yang dibutuhkan untuk memperoleh RSSI dari sinyal bluetooth perangkat iTAG sampai melacak nama ruangan tempat perangkat iTAG bluetooth berada.

#### Kebutuhan perangkat keras

Kebutuhan perangkat keras adalah daftar perangkat keras yang diperlukan untuk pengimplementasian dalam pengumpulan data pola sinyal ruangan dan melacak ruangan tempat iTAG bluetooth. Kebutuhan perangkat keras serta penjelasannya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kebutuhan Perangkat Keras

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Perangkat** | **Keterangan** |
| 1 | Mikrokontroller ESP32 | Perangkat ini berfungsi sebagai sensor untuk menangkap sinyal bluetooth dari iTAG bluetooth kemudian mengirimkannya menuju server dengan menggunakan jaringan lokal dari hotspot handphone android |

**Tabel 4.3 Kebutuhan Perangkat Keras (lanjutan)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Perangkat** | **Keterangan** |
| 2 | iTAG Bluetooth | Perangkat ini digunakan sebagai *beacon* yang memancarkan sinyal bluetooth untuk kemudian ditangkap oleh sensor ESP32 |

Kebutuhan perangkat keras dalam penelitian merupakan komponen utama dalam sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE. Karena apabila kebutuhan perangkat keras yang telah disebutkan pada Tabel 4.3 tidak terpenuhi, sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE ini tidak akan dapat dilakukan.

#### Kebutuhan pendukung

Kebutuhan pendukung adalah kebutuhan dukungan yang berguna untuk menyokong implementasi sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE ini. Adapun kebutuhan pendukung dijelaskan dalam Tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Kebutuhan pendukung

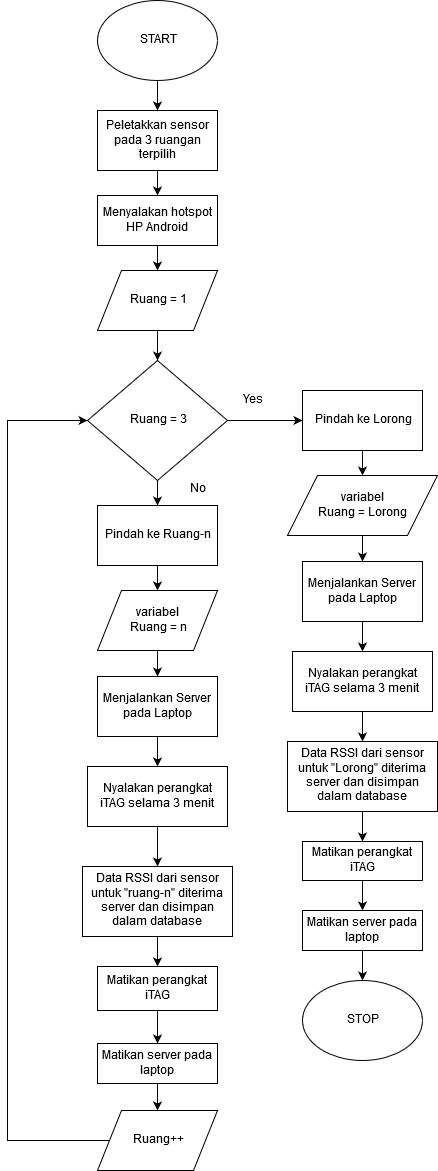
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Perangkat** | **Keterangan** |
| 1 | Laptop HP 14-af118AU | Perangkat ini berfungsi sebagai server sekaligus database dalam sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE ini. Perangkat ini dibekali prosesor AMD A8, RAM 4 GB, VGA AMD R5 dan kapasitas harddisk sebesar 500 GB |
| 2 | Handphone Android | Perangkat ini berfungsi sebagai penyedia jaringan lokal melalui hotspot-nya yang digunakan oleh sensor ESP32 untuk mengirim data RSSI bluetooth perangkat iTAG bluetooth menuju server |

## Perancangan Implementasi Metode *Fingerprinting*

Implementasi metode *fingerprinting* dibagi menjadi 2 tahap. Tahap Pertama adalah tahap *offline* atau tahap pengumpulan data. Data yang dikumpulkan adalah data pola sinyal bluetooth yang ditangkap oleh sensor ESP32 terhadap perangkat iTAG bluetooth. Tahap kedua adalah tahap *online* atau tahap pelacakan, dimana pelacakan ini dilakukan dengan menangkap sinyal bluetooth dari perangkat iTAG bluetooth yang berada pada suatu ruangan kemudian dikomparasikan dengan data yang telah dikumpulkan sebelumnya pada tahap *offline*.

### Pengumpulan Data Pola sinyal

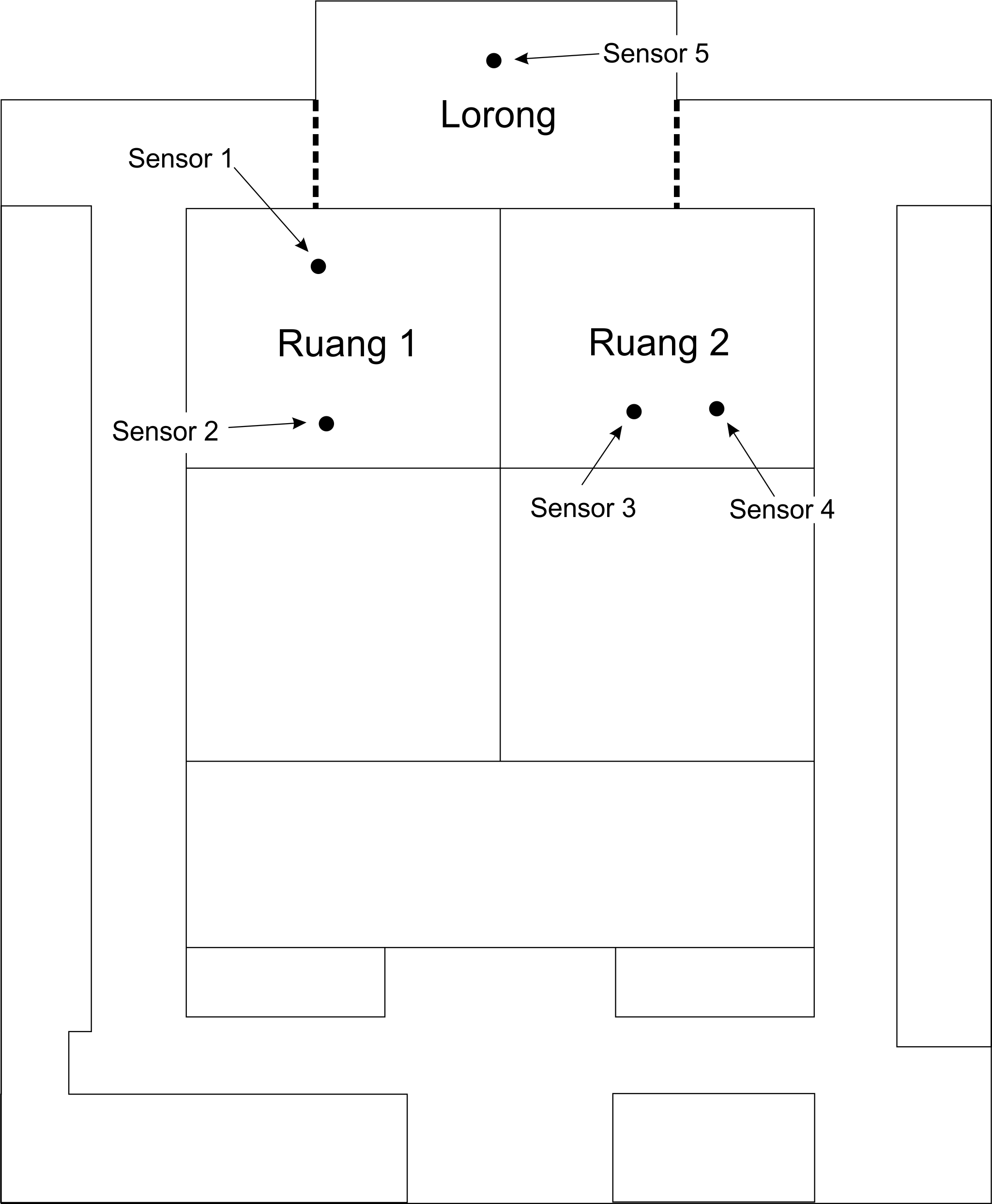
Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan data pola sinyal dari tiap ruangan, dimana tiap ruangan akan diambil data selama kurang lebih 3 menit. Alur proses dalam pengambilan data pola sinyal ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram alir tahap pertama metode *fingerprinting*

Pada tahap pertama metode *fingerprinting* ini dibagi menjadi beberapa langkah untuk pengambilan data pola sinyal tiap ruangan, yakni :

Memasang sensor ESP32 yang telah diprogram untuk menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan perangkat iTAG bluetooth pada 3 ruangan yang dipilih seperti yang terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Denah ruangan implementasi sistem pelacakan dalam gedung

Menyalakan hotspot pada handphone android sebagai sumber jaringan lokal untuk server dan sensor ESP32

Memposisikan perangkat iTAG bluetooth pada Ruang 1 dan memberi nilai pada variabel ruang di server dengan String “Ruang 1”

Menjalankan server pada laptop

Menyalakan perangkat iTAG Bluetooth. Saat perangkat iTAG Bluetooth dinyalakan, sensor menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan perangkat iTAG Bluetooth kemudian oleh kelima sensor ESP32 dikirimkan menuju server berupa data MAC address sensor dan nilai RSSI dalam bentuk JSON.

Server menerima data JSON yang memuat MAC address sensor dan data RSSI dari perangkat iTAG Bluetooth. Kemudian oleh server disimpan dalam database berbentuk file .csv

Setelah data pola sinyal terkumpul selama 3 menit, perangkat iTAG Bluetooth dimatikan, sehingga saat sensor tidak dapat menangkap sinyal bluetooth perangkat iTAG Bluetooth dan server berhenti menuliskan data RSSI pada database

Setelah perangkat iTAG Bluetooth dimatikan, langkah selanjutnya adalah mematikan server dan mengubah variabel ruang menjadi ruang ke-n dimana jika belum ruang ke-3 maka ditulis “Ruang n” dan apabila sudah ruang ke-3 maka menjadi “Lorong”

Proses nomor 4 sampai nomor 8 diulang kembali sampai apabila data pada ruang terakhir yakni di “Lorong” maka proses pengambilan data pola sinyal telah selesai

### Pelacakan Ruangan Secara *Real-Time*

Tahap kedua dari metode *fingerprinting* adalah tahap *online* atau tahap pelacakan terhadap perangkat iTAG Bluetooth. Pada tahap ini, sistem akan melacak nama ruangan dari perangkat iTAG Bluetooth berada secara *real-time*. Alur dari sistem pelacakan ini adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram alir pelacakan perangkat iTAG Bluetooth

Pada alur sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE ini, dibagi menjadi beberapa langkah, yakni :

Menyalakan hotspot handphone android sebagai sumber jaringan lokal antara sever dan sensor ESP32

Menyalakan sensor ESP32 yang telah diletakkan pada masing-masing ruangan terpilih

Menjalankan program pelacak atau bisa disebut server yang berfungsi untuk melacak perangkat iTAG Bluetooth

Menyalakan perangkat iTAG Bluetooth sehingga sensor pada ruangan dimana perangkat iTAG Bluetooth berada menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan oleh perangkat iTAG Bluetooth

Sensor yang menangkap sinyal dari perangkat iTAG Bluetooth kemudian mengirimkan data RSSI perangkat iTAG Bluetooth menuju server

Server menerima data RSSI yang dikirimkan oleh sensor ESP32 kemudian melakukan klasifikasi berdasarkan data pola sinyal yang telah dikumpulkan pada tahap pertama menggunakan algoritma *k-Nearest Neighbour* untuk memperoleh nama ruangan

Hasil klasifikasi dari server kemudian ditampilkan pada layar berupa nama ruangan tempat perangkat iTAG Bluetooth berada dan mencatat pada file log dengan ekstensi file .csv

## Perancangan Parameter Pengujian

### Akurasi Kesalahan Pelacakan Secara Umum

Akurasi kesalahan pelacakan secara umum ini menghitung akurasi secara keseluruhan hasil pelacakan berdasarkan *file log* yang ditulis oleh server dimana akurasi diperoleh dari jumlah prediksi salah dibagi keseluruhan total prediksi. Persamaan 4.1 merupakan persamaan untuk menghitung akurasi hasil pelacakan.

(4.1)

Kemudian untuk script perhitungan akurasi kesalahan secara umum seperti yang tertera dibawah ini.

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6 | for i in range(len(arr)):      if arr[i][3] == "Mismatch":  mismatch = mismatch + 1  percent = mismatch / len(arr) \* 100  print("Akurasi kesalahan pelacakan secara umum =",round(percent,2),"%") |

Script diatas menghitung berapa kelas yang bernilaikan “Mismatch” atau tidak cocok dengan memanfaatkan perulangan *for* dimana nilai variabel “mismatch” akan bertambah setiap ada kelas dengan nilai “Mismatch” dan perulangan dilakukan sejumlah baris yang terdapat pada *log file* hasil pelacakan secara *real time*. Setelah total dari kesalahan pelacakan diperoleh, maka hasilnya akan dikali dengan 100 kemudian ditampilkan pada layar.

### Akurasi Kesalahan per sub-lokasi dalam ruang

Parameter pengujian ini membagi ruangan menjadi 4 bagian sub-lokasi yang bertujuan untuk memetakan akurasi kesalahan pelacakan pada tiap sub-lokasi, sehingga diketahui pada sub-lokasi mana pada suatu ruangan yang memiliki tingkat akurasi kesalahan paling tinggi. Pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Tabel akurasi kesalahan per sub-lokasi dalam ruang

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Ruang | Sub-Lokasi | Akurasi kesalahan |
| 1 | Ruang 1 | Sub Lokasi A |  |
| Sub Lokasi B |  |
| Sub Lokasi C |  |
| Sub Lokasi D |  |
| 2 | Ruang 2 | Sub Lokasi A |  |
| Sub Lokasi B |  |
| Sub Lokasi C |  |
| Sub Lokasi D |  |
| 3 | Lorong | Sub Lokasi A |  |
| Sub Lokasi B |  |
| Sub Lokasi C |  |
| Sub Lokasi D |  |

Pada Tabel 4.5 disajikan data berupa nama ruang, sub lokasi dan akurasi kesalahan. Tiap-tiap ruang yang digunakan untuk implementasi akan dibagi menjadi 4 bagian, kemudian akurasi kesalahannya dihitung menggunakan Persamaan 4.1.

## Perancangan Sistem

### Pengumpulan Data Pola Sinyal

Pnegumpulan data pola sinyal ini menggunakan *Bluetooth Low Energy* atau BLE sebagai protokol komunikasi antara sensor ESP32 dengan perangkat iTAG Bluetooth. Sensor ESP32 berjumlah 5 buah akan ditempatkan pada 3 ruangan berbeda, dimana pada ruang 1 dan ruang 2 berjumlah 2 sensor sedangkan pada lorong akan ditempatkan 1 buah sensor. Pada sensor ESP32 dibutuhkan 4 *library* pendukung untuk menjalankan pemindaian bluetooth dan mengirim data melalui jaringan hotspot, yakni *library* BLEDevice, WiFi, HTTPclient dan ArduinoJson. Sensor kemudian diprogram untuk memindai semua sinyal bluetooth yang ada, kemudian apabila ditemukan sinyal bluetooth dari perangkat iTAG Bluetooth dengan MAC *address* “ff:ff:c2:0f:ed:8d”, pemindaian dihentikan kemudian data RSSI dari perangkat iTAG bluetooth akan disimpan pada variabel “rssi”.

Selanjutnya, sensor akan memindah data rssi dari variabel “rssi” ke sebuah variabel JSON. Pada variabel JSON ditambahkan juga MAC *address* dari sensor agar server mengenali datangnya paket berdasarkan MAC *address* sensor. Sebelum sensor mengirim data rssi menuju server, sensor memindai wiFi dari hotspot hanphone android dengan SSID “Nokia 3”. Setelah wiFi ditemukan, sensor akan terhubung dengan jaringan hotspot “Nokia 3” dengan *password* “hasbi1202”. Kemudian sensor mengirim data rssi menuju server dengan alamat http://192.168.43.242:8080/ pada port 8080 tiap maksimal 0,5 detik. Pada Tabel 4.6 akan dipaparkan rincian konfigurasi pada sensor ESP32

Tabel 4.6 Konfigurasi sensor ESP32

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Keterangan** |
| 1 | Library | * BLEDevice.h * WiFi.h * HTTPClient.h * ArduinoJson.h |
| 2 | WiFi | SSID : Nokia 3  Password : hasbi1202 |
| 3 | iTAG MAC *address* | ff:ff:c2:0f:ed:8d |
| 4 | MAC *address* sensor | WiFi.macAddress() |
| 5 | RSSI perangkat iTAG | advertisedDevice.getRSSI() |
| 6 | Alamat Server | http://192.168.43.242:8080/ |
| 7 | Tipe data paket | JSON |
| 8 | HTTP Timeout | 500 ms |

Pada sisi server, konfigurasi yang dilakukan adalah mengatur agar data RSSI yang dikirim sensor tersimpan pada suatu elemen dalam variabel array berdasarkan MAC *address* sensor yang mengirimnya. Kemudian setelah variabel array rssi telah terisi sepenuhnya, server akan menuliskan data rssi dengan format nama ruangan, waktu, rssi 1, rssi 2, dst pada file dengan format .csv. Pengambilan data pola sinyal tiap ruangan kurang lebih selama 3 menit. Pada Tabel 4.7 merupakan konfigurasi yang dilakukan pada server saat pengumpulan pola sinyal.

Tabel 4.7 Konfigurasi server

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Keterangan** |
| 1 | Bahasa pemrograman | Python |
| 1 | Library | * Datetime * logging * Flask * csv |
| 2 | Array MAC Sensor | ["3C:71:BF:C4:E1:F4","B4:E6:2D:B7:72:45","B4:E6:2D:B7:6B:91",  "3C:71:BF:88:A0:B4", "B4:E6:2D:B3:57:E5"] |
| 3 | Array RSSI | [None, None, None, None, None] |
| 4 | File data .csv | rssi\_collected.csv |

Library logging digunakan untuk mengatur tampilan pada terminal agar menampilkan log yang diinginkan saja. Library datetime digunakan untuk memanggil fungsi agar mengetahui waktu sekarang. Library warning digunakan untuk mengabaikan pesan peringatan yang ditampilkan pada terminal. Library Flask berguna untuk membuat server. Dan library csv digunakan untuk menuliskan file dalam bentuk csv. Variabel array MAC sensor digunakan apabila ada data RSSI yang masuk dari sensor, maka akan dicocokkan MAC address sensor dengan elemen pada variabel array kemudian data RSSI akan dimasukkan pada variabel array RSSI sesuai urutan MAC sensor nya.

### Pelacakan Lokasi Secara *Real-Time*

Konfigurasi sensor ESP32 pada pelacakan lokasi secara real-time ini sama dengan konfigurasi pada saat pengumpulan data pola sinyal. Karena pada dasarnya tugas dari sensor ESP32 ini adalah menangkap sinyal Bluetooth perangkat iTAG kemudian mengirimkan data RSSI nya menuju server. Pada Tabel 4.8 merupakan konfigurasi yang diterapkan pada sensor ESP32.

Tabel 4.8 Konfigurasi sensor ESP32

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Keterangan** |
| 1 | Library | * BLEDevice.h * WiFi.h * HTTPClient.h * ArduinoJson.h |
| 2 | WiFi | SSID : Nokia 3  Password : hasbi1202 |
| 3 | iTAG MAC *address* | ff:ff:c2:0f:ed:8d |
| 4 | MAC *address* sensor | WiFi.macAddress() |
| 5 | RSSI perangkat iTAG | advertisedDevice.getRSSI() |
| 6 | Alamat Server | http://192.168.43.242:8080/ |
| 7 | Tipe data paket | JSON |
| 8 | HTTP Timeout | 500 ms |

Pada sisi server, konfigurasi yang dilakukan adalah mengatur agar data RSSI yang dikirim sensor tersimpan pada suatu elemen dalam variabel array berdasarkan MAC *address* sensor yang mengirimnya. Kemudian setelah variabel array RSSI telah terisi sepenuhnya, server akan mengklasifikasikan di ruang mana perangkat iTAG Bluetooth berada menggunakan fungsi kNN pada *library* Scikit Learn. Klasifikasi atau proses menentukan lokasi ini mengacu pada data training yang telah diambil pada tahap pertama *fingerprinting* yang tersimpan dalam sebuah file berekstensi .csv. Hasil dari proses pelacakan lokasi oleh server ditampilkan pada layar dan disimpan dalam sebuah berkas Log yang akan digunakan dalam proses pengujian. Adapun format berkas dari berkas Log hasil pelacakan adalah .csv. Pada Tabel 4.9 menjabarkan tentang konfigurasi pada server.

Tabel 4.9 Konfigurasi server

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Keterangan** |
| 1 | Bahasa pemrograman | Python |
| 1 | Library | * Pandas * Logging * datetime * Sklearn (Scikit Learn) * warning * Flask * csv |
| 2 | Array MAC Sensor | ["3C:71:BF:C4:E1:F4","B4:E6:2D:B7:72:45","B4:E6:2D:B7:6B:91",  "3C:71:BF:88:A0:B4", "B4:E6:2D:B3:57:E5"] |
| 3 | Array RSSI | [None, None, None, None, None] |
| 4 | Data training | rssi\_collected.csv |
| 5 | Log file | real\_time\_result.csv |

Library Pandas digunakan untuk membuka file data training “rssi\_collected.csv” kemudian disimpan dalam suatu variabel. Library logging digunakan untuk mengatur tampilan pada terminal agar menampilkan log yang diinginkan saja. Library datetime digunakan untuk memanggil fungsi agar mengetahui waktu sekarang. Library Scikit Learn digunakan untuk memanggil fungsi KNN yang akan mengklasifikasikan pola sinyal yang dikirimkan sensor. Library warning digunakan untuk mengabaikan pesan peringatan yang ditampilkan pada terminal. Library Flask berguna untuk membuat server. Dan library csv digunakan untuk menuliskan file log dalam bentuk csv. Variabel array MAC sensor digunakan apabila ada data RSSI yang masuk dari sensor, maka akan dicocokkan MAC address sensor dengan elemen pada variabel array kemudian data RSSI akan dimasukkan pada variabel array RSSI sesuai urutan MAC sensor nya.

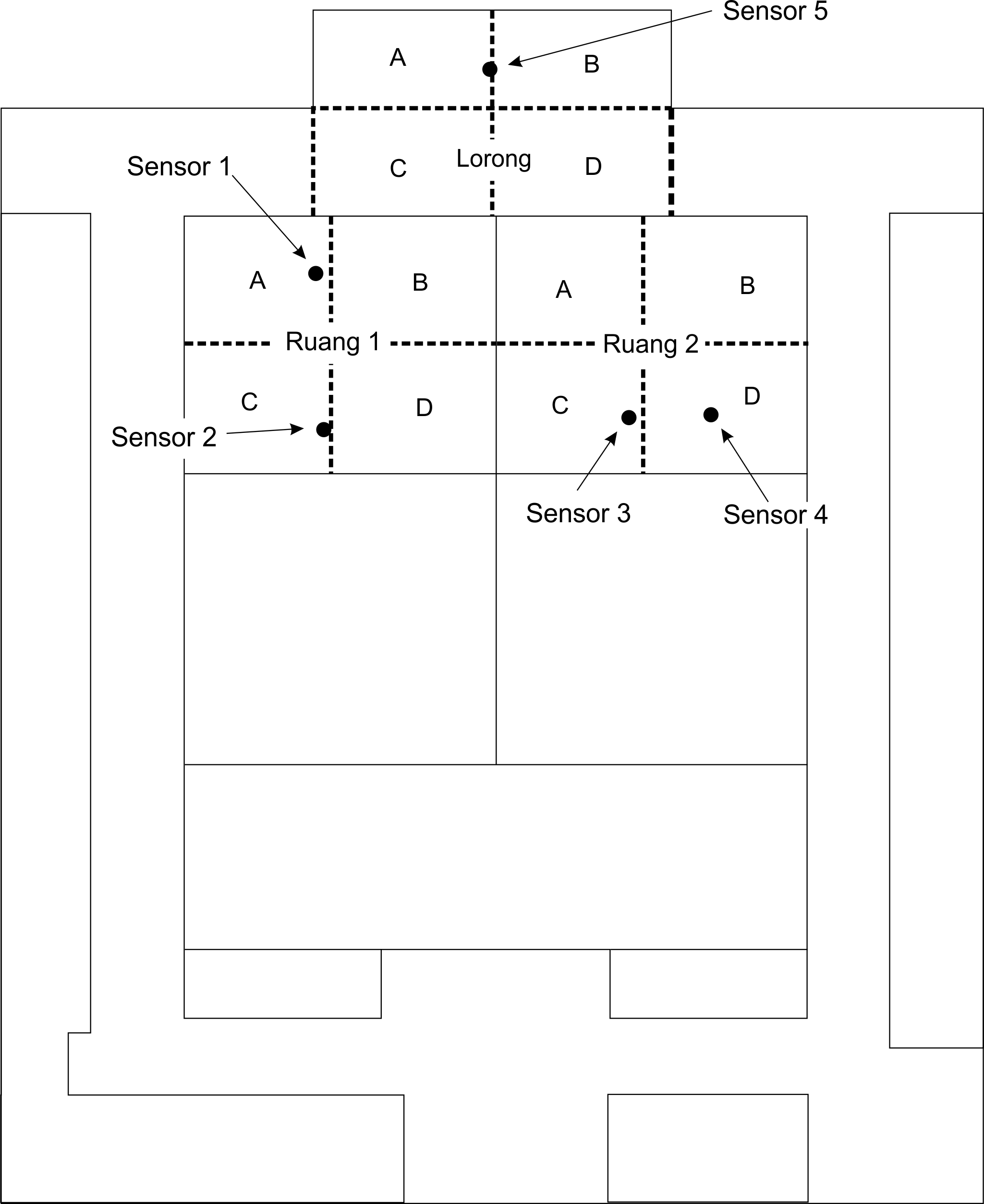
## Perancangan Skenario Pengujian

Perancangan skenario pengujian dilakukan untuk menghitung kesalahan klasifikasi pelacakan. Setelah itu diperoleh akurasi kesalahan pelacakan secara umum dan juga akurasi kesalahan per-sub lokasi dalam ruangan sehingga diketahui pada sub-lokasi manakah pada tiap ruangan yang memiliki akurasi kesalahan pelacakan paling tinggi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi pelacakan sistem yang telah dibuat. Langkah yang dilakukan sama dengan pelacakan secara *real-time* hanya ada beberapa konfigurasi tambahan pada server. Konfigurasi yang dilakukan adalah dengan menambah variabel “true\_loc” yang berisi lokasi ruangan sebenarnya dan variabel “sub\_loc” yang berisi sub-lokasi pada sebuah ruangan. Variabel “sub\_loc” akan digunakan sebagai parameter sub lokasi pada pengujian kedua. Kedua variabel ini akan diinisialisasi dengan cara mengirim paket JSON berisikan nama ruangan sebenarnya dan nama sub lokasi perangkat berada dengan bantuan sebuah perangkat lunak Postman. Perangkat Lunak Postman akan mengirimkan paket JSON setiap perangkat iTAG berpindah posisi dari satu sub lokasi ke sub lokasi yang lain, atau dari satu ruangan ke ruangan yang lain dan nilai pada variabel JSON tersebut akan berubah sesuai dengan nama ruangan dan nama sub lokasi perangkat iTAG. Kemudian ditambahkan juga variabel ”compatibility” yang mana nilainya adalah boolean. Apabila hasil klasifikasi ruangan dan variabel “true\_loc” bernilai sama, atau hasil klasifikasi menghasilkan nama ruangan yang benar maka “compatibility” bernilai “Match”. Sebaliknya, jika hasil klasifikasi tidak sama dengan variabel “true\_loc” maka variabel “compatibility” bernilai “Mismatch” Pada Tabel 4.10 akan dijabarkan mengenai konfigurasi yang akan dilakukan pada server.

Tabel 4.10 Konfigurasi server pengujian

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Parameter** | **Keterangan** |
| 1 | Bahasa pemrograman | Python |
| 1 | Library | * Pandas * Logging * datetime * Sklearn (Scikit Learn) * warning * Flask * csv |
| 2 | Array MAC Sensor | ["3C:71:BF:C4:E1:F4","B4:E6:2D:B7:72:45","B4:E6:2D:B7:6B:91",  "3C:71:BF:88:A0:B4", "B4:E6:2D:B3:57:E5"] |
| 3 | Array RSSI | [None, None, None, None, None] |
| 4 | Var true\_loc | Berisi nama ruangan perangkat sebenarnya |
| 5 | Var sub\_loc | Berisi nama sub lokasi perangkat |
| 6 | Data training | rssi\_collected.csv |
| 7 | Log file | real\_time\_result\_2.csv |

Pada Gambar 4.4 ini, merupakan pembagian sub lokasi dari masing-masing ruangan.



Gambar 4.4 Denah pembagian sub lokasi ruangan

Selanjutnya, server dan sensor dinyalakan. Perangkat iTAG ditempatkan pada sub lokasi dalam ruangan masing-masing selama kurang lebih 25 detik. Kemudian server akan menampilkan hasil pelacakan secara *real-*time dan mencatat hasil pelacakan, waktu pelacakan, lokasi sebenarnya, sub lokasi, dan hasil perbandingan lokasi sebenarnya dan hasil pelacakan (variabel “compatibility”).

Setelah pengumpulan data masing-masing ruangan dan sub lokasi, selanjutnya adalah mengkonfigurasi server untuk memproses data hasil pelacakan dan menghitung akurasinya secara umum. Konfigurasi yang dilakukan adalah dengan memanggil fungsi pada Library Scikit Learn yakni *accuracy score* dan *classification\_report*. Fungsi *accuracy­\_score* digunakan untuk menghitung skor akurasi dari pelacakan dengan memasukkan nilai lokasi sebenarnya dan lokasi hasil pelacakan. Fungsi *classification\_report* digunakan untuk memberikan laporan tentang hasil klasifikasi meliputi skor-f1, indeks presisi tiap ruangan dan lain sebagainya. Hasil dari pengujian ini akan ditampilkan pada layar.

Selanjutnya adalah mengkonfigurasi server untuk menentukan akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi masing-masing ruangan. Langkah pertama adalah mengelompokkan data pada file log hasil pelacakan yang telah dilakukan diatas menjadi tiap ruangan. Kemudian setelah membagi menjadi tiap ruangan, data dikelompokkan lagi menjadi tiap sub lokasi. Data ini disimpan dalam variabel array berdimensi banyak. Dimana ada 3 variabel array berdimensi banyak yang merepresentasikan banyaknya ruangan yang digunakan, yakni 3 ruangan. Kemudian setelah data selesai dikelompokkan tiap ruangan dan tiap sub lokasi, kesalahan pelacakan akan dihitung berdasarkan data per sub lokasi (A,B,C,D). Setelah jumlah kesalahan selesai dihitung, maka jumlah kesalahan akan dibagi dengan total data hasil pelacakan pada tiap sub lokasi dikali 100. Sehingga akan muncul akurasi kesalahan tiap sub lokasi dalam ruangan.

# PEMBAHASAN

Pembahasan berfungsi untuk menerjemahkan makna dari hasil yang diperoleh untuk menjawab pertanyaan atau masalah penelitian. Fungsi lainnya adalah untuk menjelaskan pemahaman baru yang didapatkan dari hasil penelitian, yang diharapkan berguna dalam pengembangan keilmuan. Dalam penelitian tingkat lanjut, fungsi pembahasan yang kedua ini sangat penting karena dapat menunjukkan kontribusi penulis terhadap pengembangan keilmuan. Akan tetapi, dalam penelitian tingkat skripsi, fungsi yang kedua ini dapat diterapkan secara terbatas karena pendidikan S1 tidak dituntut untuk pengembangan keilmuan secara substansial, tetapi cukup terhadap pemahaman personal dalam implementasi konsep atau teori.

## Subbab Lima Satu

Dalam menjawab masalah penelitian, penulis diminta untuk melakukan evaluasi kritis terhadap hasil yang diperoleh. Tergantung dari fokus penelitian, beberapa contoh pertanyaan kritis yang dapat dijawab adalah:

* Seberapa jauh tujuan penelitian telah tercapai?
* Apakah aplikasi atau sistem yang dibangun sesuai dengan tujuannya?
* Apakah metode atau praktik perancangan dan implementasi yang baik telah dijalankan?
* Apakah teknologi implementasi yang tepat telah dipilih? Dan sebagainya.

### Subbab Lima Satu Satu

Dalam menjelaskan pemahaman baru yang didapatkan, penulis dapat mengubungkan hasil penelitian dengan pengetahuan teoritik atau penelitian sebelumnya yang telah dibahas. Kaitan antara hasil penelitian dan pengetahuan teoritik misalnya berupa:

* pendapat tentang metode yang digunakan dari pustaka, apakah dapat digunakan dengan baik secara langsung, dengan penyesuaian, atau dengan batasan tertentu;
* konfirmasi tentang batasan dari metodologi yang digunakan sehingga dapat berpengaruh pada hasil;
* penjelasan tentang informasi penting pada penelitian lainnya yang membantu penulis untuk menerjemahkan data penelitian penulis;
* penjelasan tentang kemungkinan hasil dari penelitian lainnya yang dapat dikombinasikan dengan penelitian penulis untuk memberikan pengetahuan baru; dan sebagainya.

### Subbab Lima Satu Dua

Penulis dapat merefleksikan apa yang telah dipelajari selama melakukan penelitian, tetapi harus tetap terfokus dengan masalah penelitian ini dan tidak melebar ke masalah lainnya. Hal-hal yang berada di luar fokus peneltian tetapi penting dan menarik untuk diteliti dapat disarankan sebagai bahan penelitian berikutnya. Hal ini dapat dipertegas di bab Kesimpulan/ Penutup.

## Subbab Lima Dua

Hasil dan pembahasan dapat diletakkan dengan kemungkinan berikut:

1. Dipisahkan secara fisik ke dalam bab-bab yang berbeda
2. Dipisahkan secara fisik ke dalam dua atau lebih paragraf atau subbab yang berbeda tetapi dalam bab yang sama
3. Dileburkan menjadi satu dalam paragraf, dijelaskan secara naratif-deskriptif, terdistribusi ke satu atau lebih bab yang ada

### Subbab Lima Dua Satu

Cara pertama atau kedua membantu pembaca yang ingin memisahkan observasi dan terjemahan dari observasi tersebut sehingga mereka dapat menilai kualitas dari masing-masing proses dengan lebih mudah. Kadang-kadang cara kedua lebih banyak dipilih daripada cara pertama jika data yang harus dipresentasikan yang cukup banyak dan laporan penelitian cukup panjang agar pembaca tidak perlu menunggu presentasi dari seluruh data selesai baru dapat membaca penerjemahannya. Cara pertama dan kedua ini banyak digunakan untuk penelitian yang bersifat kuantitatif, baik itu deskriptif, eksplanatori, maupun implementatif.

### Subbab Lima Dua Dua

Cara ketiga biasanya digunakan jika data, analisis, dan penafsirannya sulit dipisahkan. Pemisahannya terkadang justru membuat laporan penelitian sulit dibaca. Hal ini dapat berlaku pada tipe penelitian yang bersifat kualitatif, baik itu deskriptif ataupun analitik/eksplanatori.

Pada dasarnya peletakan dan jumlah bab untuk hasil dan pembahasan sebaiknya disesuaikan karakter penelitian masing-masing. Judul bab pun tidak harus secara eksplisit “Hasil” dan “Pembahasan” tetapi dapat digantikan dengan nama yang lebih deskpritif dan tematik.

## Subbab Lima Tiga

Contoh struktur skripsi untuk implementatif pembangunan dan nonimplementatif eksperimental dapat dilihat pada kedua subbab berikut.

### Contoh Struktur Penelitian Implementatif Pembangunan

Berikut ini adalah contoh bab-bab yang terdapat pada penelitian implementatif pembangunan sistem perangkat lunak.

Bab 1 Pendahuluan

Bab 2 Landasan Kepustakaan

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab 4 Persyaratan

Bab 5 Perancangan dan Implementasi

Bab 6 Pengujian

Bab 7 Penutup

Bab 1 sampai Bab 3 memuat informasi yang sesuai dengan panduan sebelumnya. Isi dari bab-bab berikutnya:

* Bab 4 Persyaratan:
* Pernyataan masalah (problem statement), yang lebih elaboratif daripada yang di Pendahuluan.
* Identifikasi pemangku kepentingan (stakeholders) dan aktor (actors) sistem.
* Daftar terstruktur persyaratan/kebutuhan perangkat lunak, secara fungsional, data, dan non-fungsional
* Use cases, use case diagrams, dan use case specifications, dan sebagainya.
* Bab 5 Perancangan dan Implementasi:
* Rancangan arsitektur: deskripsi struktur dan setiap komponen utama
* Representasi data dalam model data dan basis data
* Detil implementasi dari fungsi-fungsi utama yang menjadi fokus
* Bab 6 Pengujian dan Evaluasi
* Strategi, rencana, kasus, dan data pengujian
* Ringkasan hasil pengujian perangkat lunak, termasuk data dan analisisnya (detilnya di Lampiran)
* Evaluasi hasil proyek secara keseluruhan, misalkan
* Bab 7 Penutup
* Ringkasan dari capaian proyek
* Saran pengembangan lebih lanjut

Pada contoh struktur ini “hasil” tersebar di beberapa bab mulai Bab 4 Persyaratan sampai Bab 6, sedangkan “pembahasan” secara keseluruhan terhadap masalah penelitian terdapat di Bab 6. Yang dimaksud dengan pengujian dalam Bab 6 terfokus pada pengujian persyaratan perangkat lunak, sedangkan evaluasi berfungsi sebagai “pembahasan” secara keseluruhan, yaitu menentukan apakah “hasil” sudah menjawab masalah penelitian yang dirumuskan pada Bab 1.

Sebagai catatan, Bab 3 Metodologi umumnya menjelaskan model proses perangkat lunak yang digunakan. Jika strategi untuk setiap aktivitasnya (analisis persyaratan, perancangan, dan seterusnya) sudah dijelaskan di Bab 3 ini juga, maka bab-bab lainnya yang berhubungan dengan aktivitas-aktivitas ini masing-masing langsung dapat menjelaskan hasil pelaksanaan metodenya.

### Contoh Struktur Penelitian Nonimplementatif Eksperimental

Berikut ini adalah contoh bab-bab yang terdapat pada penelitian implementatif pembangunan sistem perangkat lunak.

Bab 1 Pendahuluan

Bab 2 Landasan Kepustakaan

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab 4 Hasil

Bab 5 Pembahasan

Bab 6 Penutup

Isi dari setiap bab dapat menyesuaikan dengan panduan yang telah dijelaskan sebelumnya. Jika diperlukan, Bab 4 dapat digabungkan dengan Bab 5, menjadi Hasil dan Pembahasan.

Struktur dasar ini cukup universal sehingga dapat digunakan juga untuk tipe-tipe penelitian lainnya, khususnya jika belum ada struktur lain yang lebih tematik dan cocok untuk penelitian yang bersangkutan.

# Penutup

Bagian ini memuat kesimpulan dan saran terhadap skripsi. Kesimpulan dan saran disajikan secara terpisah, dengan penjelasan sebagai berikut:

## Kesimpulan

Kesimpulan merupakan pernyataan-pernyataan yang singkat, jelas, dan tepat tentang hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan tujuannya. Bagian ini merupakan penegasan dari yang telah dijelaskan pada bagian Pembahasan dan tidak memuat informasi yang baru. Bagian ini juga mencerminkan jawaban dari rumusan masalah (pertanyaan penelitian).

## Saran

Saran berisi pernyataan-pernyataan yang ringkas dan jelas tentang masalah-masalah atau hal-hal yang dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut. Saran itu dapat diarahkan pada aspek metode, instrumen, populasi/sampel, dan sebagainya.

DAFTAR REFERENSI

Adobe Systems Incorporated, 2013. Adobe Air (3.5 beta). [program komputer] Adobe Labs. Tersedia di: <http://labs.adobe.com/technologies/  
flashruntimes/air/> [Diakses 1 Mei 2013]

Alif, A., 2013. *Komputasi cerdas untuk pemula*. Malang: ABC Press.

Angriawan, B., 2014. *Sistem pakar untuk penentuan kondisi tubuh ideal atlet sepakbola usia remaja*. S1. Universitas Malang Raya.

Berndtsson, M., Hansson, J., Olsson, B. & Lundell, B., 2008. *Thesis projects: a guide for students in Computer Science and Information Systems*. 2nd ed. London: Springer-Verlag London Limited.

Boots Group Plc., 2003. *Corporate social responsibility*. [online] Boots Group Plc. Tersedia di: <http://www.boots-plc.com/information/info.asp?id1=1a> [Diakses 1 April 2004]

Brata, K.C., 2012. *Rancang bangun aplikasi jejaring sosial kampus berbasis GPS pada ponsel cerdas Android*. S1. Universitas Brawijaya. Tersedia di <http://ptiik.ub.ac.id/skripsi> [Diakses 1 Agustus 2014]

British Standards Institution, 2011*. BS EN 594:2011 Timber structures. Test methods. Racking strength and stiffness of timbre frame wall panels*. British Standards Online [online] Tersedia melalui: Anglia Ruskin University Library <http://libweb.anglia.ac.uk> [Diakses 31 Augustus 2011]

Brodjonegoro, A., 2009a. *Dunia teknologi informasi bagi komunitas* *open source.* Bandung: Bandung Indah Press.

Brodjonegoro, A., 2009b. *Peran media sosial dalam pemasaran produk perangkat lunak.* Bandung: Bandung Indah Press.

Broughton, J.M., 2002a. The Brettow Woods proposal: a brief look. *Political Science Quarterly*, 42(6), p.564.

Broughton, J.M., 2002b. The Brettow Woods proposal: a brief look. *Political Science Quarterly*, [e-journal] 42(6). Tersedia melalui: Perpustakaan Universitas BX <http://perpustakaan.ubx.ac.id> [Diakses 1 Juli 2013]

Brown, J. 2005. Evaluating surveys of transparent governance. In: UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs), 2005. *6th Global forum for reinventing government: towards participatory dan transparent governance*. Seoul, Republic of Korea, 24-27 May 2005. New York: United Nations.

Cakraningrat, R., 2011. *Sistem pendukung keputusan untuk UMKM*. [e-book]. UBX Press. Tersedia melalui: Perpustakaan Universitas BX <http://perpustakaan.ubx.ac.id> [Diakses 1 Juli 2013]

Cookson, J. dan Church, S. eds., 2007. *Leisure and the tourist*. [e-book] Wallingford: ABS Publishers. Tersedia di: Google Books <http://booksgoogle.com> [Diakses 1 Juli 2009]

Cox, C., Brown, J.T. dan Tumpington, W.T., 2002. What health care assistants know about clean hands. *Nursing Today*, Spring Issue, pp.64-68.

Diponegoro, A., 2008. *The beauty of Indonesian oceans*. [electronic print] Tersedia di: <http://adiponegoro.com/store/product\_info.php?cPath=3&  
productss\_id=99> [Diakses 1 Januari 2011]

Esemka, 2012. *Esemka bisa*. [image online] Tersedia di: <http://www.esemka.co.id/esemkabisa.aspx> [Diakses 31 Januari 2011]

Goalie, D. 2008. Remote sensing technology for modern soccer. *Popular science and Technology*, [online] Tersedia di: <http://www.popsci.com/b012378/  
soccer.html> [Diakses 1 Juli 2009]

Haryanto, A. 2002. *Dua dunia*. [foto] (Koleksi pribadi Alan Haryanto)

Higher Education Act 2004. (c.8). London: HMSO

International Standards Office, 1998. *ISO 690 – 2 Information and documentation: Bibliographical references: Electronic documents*. Geneva: ISO.

Kartolo, R., 2010. *Wawancara pada Kabar Pagi*. Diwawancara oleh Sam Basman [televisi] TVRI Saluran 1, 17 Agustus 2010, 08:30.

Keene, E., ed., 1988. *Natural language*. Cambridge: University of Cambridge Press.

Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2013. *Laporan Tahunan Layanan Informasi Publik Tahun 2012*. [pdf] Kementerian Komunikasi dan Informatika. Tersedia di: <http://publikasi.kominfo.go.id/bitstream/handle/  
54323613/976/laporan-dan-evaluasi-ppid-tahun-2012-ditambahkan-cover-untuk-online-ppid.pdf> [Diakses 1 Agustus 2014]

NHS Evidence, 2003. *National Library of Guidelines*. [online] Tersedia di: <http://www.library.nhs.uk/guidelinesfinder> [Diakses 1 Juli 2007]

Rahardjo, S. 2001. *Presiden Habibie*. [foto] (Jakarta, Koleksi Museum Presiden)

Richmod, J., 2005. *Customer expectations in the world of elctronic banking: a case study of the Bank of Britain*. PhD. Anglia Ruskin University.

Rumbaugh, J., Jacobson, I. & Booch, G., 2005. *The Unified Modeling Language reference manual*. 2nd ed. Boston: Addison-Wesley.

Samson, C., 1970. Problems of information studies in history. Dalam: S. Stone, ed. 1980. *Humanities information research*. Sheffield: CRUS. pp. 44-68.

Scottish Intercollegiate Guidelines, 2001. *Hypertension in the elderly*. (SIGN publication 20) [online] Edinburgh: SIGN (Diterbitkan 2001) Tersedia di:<http://www.sign.ac.uk/sign49.pdf> [Diakses 22 November 2004]

Silverman, D.F. dan Propp, K.K. eds., 1990. *The active interview*. BeverlyHills, CA: Sage.

Smith, J., 1975. A source of information. Dalam: W. Jones, ed. 2000. *One hundred and one ways to find information about health*. Oxford: Oxford University Press. Ch.2.

Sommerville, I., 2011. *Software engineering*. 9th ed. London: Addison-Wesley.

Sudirman, Z., 2011. *Pembahasan tentang sitasi dan perujukan*. [surat] (Komunikasi personal, 11 Juni 2011).

Tanenbaum, A.S., 1998. *Organisasi komputer terstruktur, jilid 1*. Diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh T.A.H Al-Hamdany. 2001. Jakarta: Salemba Teknika.

Thompson, A. dan Thomson, B., (in press) Innocent or guilty: a studi to ascertain the status of convicts in highly uncertain situations. *Journal of Crime Scene Investigation*. (Diterima untuk publikasi Januari 2002).

Undang-undang Republik Indonesia nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.

UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs), 2005. *6th Global forum for reinventing government: towards participatory dan transparent governance*. Seoul, Republic of Korea, 24-27 May 2005. New York: United Nations.

1. PERSYARATAN FISIK DAN TATA LETAK
   1. Kertas

Kertas yang digunakan adalah HVS 70 mg berukuran A4. Apabila terdapat gambar-gambar yang menggunakan kertas berukuran lebih besar dari A4, hendaknya dilipat sesuai dengan aturan yang berlaku. Pengetikan hanya dilakukan pada satu muka kertas, tidak bolak balik.

* 1. Margin

Batas pengetikan naskah adalah sebagai berikut :

* Margin kiri: 4 cm
* Margin atas: 3 cm
* Margin kanan: 3 cm
* Margin bawah: 3 cm
  1. Jenis dan Ukuran Huruf

Jenis huruf yang dipakai dalam skripsi adalah Calibri dengan ketentuan sebagai berikut:

* Judul bab pada level 1 berukuran 16 pt
* Judul subbab pada level 2 berukuran 14 pt
* Judul subbab pada level 3 berukuran 14 pt
* Judul subbab pada level 4 berukuran 12 pt
* Badan teks berukuran 12 pt

Penggunaan jenis dan ukuran ini harus konsisten. Untuk memudahkan memelihara konsistensi sekaligus penyusunan struktur skripsi, fasilitas seperti *styles* dan *multilevel list* dalam program pengolah kata dapat digunakan. Sebuah *template* untuk skripsi ini telah disediakan untuk membantu mahasiswa. *Styles* dan *multilevel list* dalam template tersebut sudah dirancang untuk jenis dan ukuran huruf yang disyaratkan.

* 1. Spasi

Jarak standar antar baris dalam badan teks adalah satu spasi. Jarak antar paragraf, antara judul bab dan judul subbab, antara judul subbab dan badan teks, dan seterusnya, dapat dilihat pada masing-masing *style* yang digunakan dan tersedia dalam *template* untuk skripsi ini.

* 1. Kepala Bab dan Subbab

Kepala bab terdiri dari kata “BAB” yang diikuti dengan nomor bab dan judul dari bab tersebut, misalnya “BAB 1 PENDAHULUAN” . Kepala subbab diawali dengan nomor sesuai tingkat hirarkinya dan diikuti dengan judul subbab, misalnya “1.2 Rumusan masalah”. Penomoran subbab disarankan tidak lebih dari 4 level (maksimal subbab X.X.X.X). Kepala bab dan subbab tidak boleh mengandung *widow* atau *orphan* sehingga nampak menggantung atau terputus di bagian awal atau akhir sebuah halaman. *Widow* adalah sebuah paragraf dengan hanya satu baris pertama pada akhir halaman sedangkan sisanya berada pada halaman berikutnya. *Orphan* adalah baris terakhir dari satu paragraf yang tertulis pada awal suatu halaman sedangkan baris lainnya dari paragraf tersebut berada pada halaman sebelumnya.

* 1. Nomor Halaman

Bagian awal skripsi menggunakan nomor halaman berupa angka Romawi kecil (i, ii, iii, iv, dan seterusnya) yang dimulai dari sampul dalam. Sedangkan bagian utama dan bagian akhir skripsi menggunakan nomor halaman berupa angka Arab (1, 2, 3, dan seterusnya) yang dimulai dari bab 1. Semua nomor halaman diletakkan di tengah bawah.

1. PENGGUNAAN BAHASA

Bahasa yang dipakai dalam skripsi adalah bahasa Bahasa Indonesia yang baku. Setiap kalimat berita harus memiliki subjek dan predikat, dan umumnya dilengkapi dengan objek, pelengkap, atau keterangan. Setiap paragraf biasanya terdiri dari beberapa kalimat. Penuturan isi dalam kalimat, paragraf, maupun antar paragraf harus menggunakan bahasa yang tepat dan menggambarkan alur logika yang runtut.

Penulisan bahasa asing yang sudah diserap dalam Bahasa Indonesia disesuaikan dengan kaidah Bahasa Indonesia. Sedapat mungkin dihindari penggunaan bahasa asing jika istilah dalam bahasa Indonesia sudah ada. Jika terpaksa menggunakan istilah dalam bahasa asing, maka penulisannya harus sesuai ejaan aslinya dan dicetak miring (*italic*), kecuali jika istilah tersebut adalah nama.

Sebagai referensi untuk penulisan Bahasa Indonesia yang baku, dokumen berikut dapat digunakan:

* Kamus Bahasa Indonesia, Tim Penyusun, Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta 2008
* Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia nomor 46 tahun 2009 tentang Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan
* Kamus Besar Bahasa Indonesia dalam jaringan (KBBI daring): kbbi.web.id