IMPLEMENTASI SISTEM PENENTUAN LOKASI DALAM GEDUNG (INDOOR LOCALIZATION) MENGGUNAKAN METODE FINGERPRINTING BERJENIS MONITOR BASED LOCALIZATION (MBL) DENGAN TEKNOLOGI BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)

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 SKRIPSI

SKRIPSI

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**

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](#_Toc36026886)

[PERSETUJUAN ii](#_Toc36026887)

[PERNYATAAN ORISINALITAS iii](#_Toc36026888)

[PRAKATA iv](#_Toc36026889)

[ABSTRAK v](#_Toc36026890)

[ABSTRACT vi](#_Toc36026891)

[DAFTAR ISI vii](#_Toc36026892)

[DAFTAR TABEL x](#_Toc36026893)

[DAFTAR GAMBAR xi](#_Toc36026894)

[DAFTAR LAMPIRAN xii](#_Toc36026895)

[BAB 1 PENDAHULUAN 1](#_Toc36026896)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc36026897)

[1.2 Identifikasi Masalah 3](#_Toc36026898)

[1.3 Rumusan Masalah 3](#_Toc36026899)

[1.4 Tujuan 3](#_Toc36026900)

[1.5 Manfaat 4](#_Toc36026901)

[1.6 Batasan Masalah 4](#_Toc36026902)

[1.7 Sistematika Pembahasan 4](#_Toc36026903)

[BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 6](#_Toc36026904)

[2.1 Kajian Pustaka 6](#_Toc36026905)

[2.2 Sistem Pelacakan Dalam Gedung (Indoor Localization) 7](#_Toc36026906)

[2.3 Fingerprinting 7](#_Toc36026907)

[2.4 Bluetooth Low Energy (BLE) 8](#_Toc36026908)

[2.5 Algoritma k-nearest-neighbor (KNN) 9](#_Toc36026909)

[BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 10](#_Toc36026910)

[3.1 Identifikasi Masalah 11](#_Toc36026911)

[3.2 Studi Literatur 11](#_Toc36026912)

[3.3 Analisis Kebutuhan 11](#_Toc36026913)

[3.4 Perancangan Sistem 13](#_Toc36026914)

[3.4.1 Perancangan Tahap *Offline* 13](#_Toc36026915)

[3.4.2 Perancangan Tahap *Online* 16](#_Toc36026916)

[3.4.3 Perancangan Pengujian Akurasi Kesalahan Umum 18](#_Toc36026917)

[3.4.4 Perancangan Pengujian Akurasi Kesalahan Tiap Sub-Lokasi 20](#_Toc36026918)

[3.5 Implementasi 24](#_Toc36026919)

[3.6 Pengujian 24](#_Toc36026920)

[3.7 Kesimpulan dan Saran 25](#_Toc36026921)

[BAB 4 IMPLEMENTASI 26](#_Toc36026922)

[BAB 5 PEMBAHASAN 27](#_Toc36026923)

[5.1 Subbab Lima Satu 27](#_Toc36026924)

[5.1.1 Subbab Lima Satu Satu 27](#_Toc36026925)

[5.1.2 Subbab Lima Satu Dua 27](#_Toc36026926)

[5.2 Subbab Lima Dua 28](#_Toc36026927)

[5.2.1 Subbab Lima Dua Satu 28](#_Toc36026928)

[5.2.2 Subbab Lima Dua Dua 28](#_Toc36026929)

[5.3 Subbab Lima Tiga 28](#_Toc36026930)

[5.3.1 Contoh Struktur Penelitian Implementatif Pembangunan 28](#_Toc36026931)

[5.3.2 Contoh Struktur Penelitian Nonimplementatif Eksperimental 29](#_Toc36026932)

[BAB 6 Penutup 31](#_Toc36026933)

[6.1 Kesimpulan 31](#_Toc36026934)

[6.2 Saran 31](#_Toc36026935)

[DAFTAR REFERENSI 32](#_Toc36026936)

[LAMPIRAN A PERSYARATAN FISIK DAN TATA LETAK 35](#_Toc36026937)

[A.1 Kertas 35](#_Toc36026938)

[A.2 Margin 35](#_Toc36026939)

[A.3 Jenis dan Ukuran Huruf 35](#_Toc36026940)

[A.4 Spasi 35](#_Toc36026941)

[A.5 Kepala Bab dan Subbab 35](#_Toc36026942)

[A.6 Nomor Halaman 36](#_Toc36026943)

[LAMPIRAN B PENGGUNAAN BAHASA 37](#_Toc36026944)

DAFTAR TABEL

[Tabel 2.1 Kajian Pustaka 6](#_Toc35779059)

[**Tabel 2.2 Kajian Pustaka (Lanjutan)** 7](#_Toc35779060)

[Tabel 3.1 Kebutuhan Komponen Sistem 12](#_Toc35779061)

[Tabel 3.2 Format Data Training 16](#_Toc35779062)

[Tabel 3.3 Format *File Log* 18](#_Toc35779063)

[Tabel 3.4 Tabel akurasi kesalahan tiap sub-lokasi dalam ruang 18](#_Toc35779064)

DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 BLE *channels* 8](#_Toc35779049)

[Gambar 2.2 Contoh data pembelajaran 9](#_Toc35779050)

[Gambar 3.1 Metodologi Penelitian 10](#_Toc35779051)

[Gambar 3.4 Denah Implementasi Sistem 13](#_Toc35779052)

[Gambar 3.2 Skema Implementasi Tahap *Offline* 14](#_Toc35779053)

[Gambar 3.3 Alur Implementasi Tahap *Offline* 15](#_Toc35779054)

[Gambar 3.5 Skema Implementasi Tahap *Online* 17](#_Toc35779055)

[Gambar 3.6 Alur Tahap *Online* 17](#_Toc35779056)

[Gambar 3.7 Denah pembagian sub lokasi ruangan 19](#_Toc35779057)

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 mekanisme untuk menemukan dan menentukan lokasi dari suatu objek. Secara umum, penentuan posisi atau lokasi dibagi menjadi dua, yakni *outdoor* dan *indoor localization*. Penentuan lokasi di luar ruangan atau *outdoor* menggunakan teknologi *Global Positioning System* (GPS). Sedangkan penentuan lokasi di dalam 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), *Indoor Localization* saat ini dapat menggunakan 2 metode, yakni metode propagasi sinyal dan *fingerprinting*. Metode propagasi sinyal memperoleh koordinat dari objek berdasarkan jarak antara target dan perangkat yang berfungsi sebagai *reference points*. Kelemahan metode ini adalah rentan terhadap lingkungan yang kompleks (tembok, pintu, jendela, orang berjalan), sehingga menyebabkan gangguan sinyal yang mempengaruhi koordinat yang diperoleh. Akibatnya, koordinat yang diperoleh tidak sesuai dengan koordinat sebenarnya. Salah satu metode untuk mengatasi kelemahan metode propagasi sinyal pada struktur lingkungan yang kompleks adalah metode *fingerprinting*. Metode *fingerprinting* adalah teknik penentuan 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 pembentukan *data training*, yakni data yang terdiri dari kumpulan pola sinyal yang diberi label sesuai dengan nama lokasi dimana pola sinyal tersebut diperoleh. *Data Training* ini nantinya akan dipakai untuk melatih model yang nantinya digunakan untuk klasifikasi pola sinyal. Tahap *online* adalah tahap penentuan lokasi dengan cara mengklasifikasikan pola sinyal yang diperoleh berdasarkan model yang telah dilatih dengan *data training* sebelumnya sehingga memperoleh hasil klasifikasi berupa nama lokasi. (Subedi and Pyun, 2017). Keuntungan dari metode *fingerprinting* adalah dapat menghindari efek samping dari gangguan sinyal yang dapat mengakibatkan kesalahan klasifikasi. Keuntungan lainnya adalah tidak perlu mengetahui posisi dari *reference points* 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* menghasilkan akurasi penentuan lokasi mencapai 85,9%.(Jiang *et al.*, 2015). Sayangnya, durasi *advertisement* SSID dari Wifi yang lamban, yakni sekitar 100ms tiap *access point* menyebabkan satu periode scanning membutuhkan waktu beberapa detik. 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). Menurut Faragher dan Harle (2015), *advertisement packet* dari BLE memiliki durasi lebih cepat dari WiFi, sehingga BLE dapat digunakan sebagai pengganti alternatif dari WiFi.Keunggulan lain dari BLE adalah ukuran perangkat yang kecil dibandingkan dengan perangkat WiFi, sumber energi menggunakan baterai yang dapat bertahan berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun, harganya murah, didesain untuk komunikasi “*machine-to-machine*” dan mudah untuk digunakan.

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 *reference points* sekaligus melakukan proses klasifikasi 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 memancarkan sinyal secara simultan, sedangkan komponen lain yang akan melakukan proses penentuan lokasi. (Zafari, Gkelias and Leung, 2017).

Konsep MBL ini penulis implementasikan dalam 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 *reference points* 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 *reference points* untuk diinterpretasikan menjadi lokasi ruangan berdasarkan *data training* yang telah dikumpulkan sebelumnya.

## Identifikasi Masalah

Penelitian mengenai *indoor localization* sebelumnya dengan metode *fingerprinting* dan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) dilakukan dengan konsep *Device Based Localization* (DBL). Konsep DBL adalah konsep dimana objek atau perangkat yang akan ditentukan lokasinya dapat memproses pola sinyal menjadi nama lokasi dari perangkat tersebut (contohnya *smartphone*). Konsep ini tidak cocok dan bahkan tidak mungkin diterapkan pada lingkungan yang tidak memungkinkan objek untuk membawa perangkat semacam *smartphone* seperti pada rumah sakit jiwa dan penjara. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan menggunakan konsep *Monitor Based Localization* (MBL). Konsep MBL adalah konsep dimana perangkat yang akan ditentukan lokasinya hanya memancarkan sinyal secara terus menerus, sementara perangkat lain yang akan menentukan lokasi dari perangkat tersebut. Konsep ini dapat digunakan pada kondisi dimana objek yang dilacak tidak memungkinkan atau tidak dibolehkan membawa perangkat yang dapat melakukan klasifikasi sendiri sehingga objek hanya membawa perangkat berupa *passive tag*.

Penelitian ini akan menggunakan konsep MBL yang terdiri dari 3 komponen. Komponen pertama adalah *passive tag* yang berperan sebagai perangkat yang akan ditentukan lokasinya. Perangkat ini akan memancarkan sinyal bluetooth secara terus menerus. Komponen selanjutnya adalah *reference points* yang berfungsi untuk menangkap sinyal yang dipancarkan *passive tag* dan dikirimkan menuju server. Komponen terakhir adalah server yang akan mengubah pola sinyal dari beberapa *reference points* menjadi nama lokasi dari *passive tag.* 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 *reference points* akan menangkap sinyal yang dipancarkan oleh *passive tag*. Selanjutnya, *reference points* akan mengirimkan RSSI dari *passive tag* menuju server. Kemudian pada server, data RSSI yang diterima dari *reference points* 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 kerja tahap *online* adalah pertama, *passive tag* dinyalakan pada salah satu ruang secara acak. Kemudian, *reference points* akan menangkap sinyal yang dipancarkan oleh *passive tag* dan mengirimkan data RSSI-nya menuju server. Pada sisi server, data RSSI yang dikirimkan *reference points* 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 tingkat akurasi dari implementasi pelacakan lokasi dalam gedung menggunakan Bluetooth Low Energy?

## Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan *indoor localization* mengunakan metode *fingerprinting* dengan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Konsep penentuan lokasi yang digunakan adalah konsep *Monitor Based Localization* (MBL). Konsep MBL ini ialah terdapat suatu perangkat yang menentukan lokasi dari perangkat lain sehingga dapat digunakan pada kondisi seperti pada rumah sakit jiwa dan penjara.

## Manfaat

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah :

Sebagai sebuah solusi alternatif dalam penentuan lokasi dalam gedung pada kondisi seperti rumah sakit jiwa, penjara, dsb. Karena pada kondisi seperti contoh yang diebutkan diatas, tidak memungkinkan objek yang ditentukan lokasinya untuk membawa perangkat semacam *smartphone*

Manfaat lain penelitian ini adalah sebagai referensi bagi peneliti yang akan melakukan penelitian dengan tema *indoor localization*.

## 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 latar belakang penelitian *indoor localization* beserta identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dari penelitian ini, dan sistematika pembahasan yang menerangkan tentang masing-masing bab pada skripsi 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. Pada bab ini juga menyajikan tentang beberapa penelitian sebelumnya tentang *indoor localization* yang digunakan sebagai acuan dalam 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 pada bab 2.

**BAB IV IMPLEMENTASI**

Pada bab ini akan menjelaskan secara teknis tentang implementasi dari penelitian ini. Pada bab ini juga akan dijelaskan teknis dan hasil dari pengujian sesuai dengan parameter dan skenario pengujian yang telah dirancang sebelumnya. Hasil implementasi dan pengujian akan dibahas dan dianalisa pada bab 5

**BAB V PEMBAHASAN**

Bab ini akan membahas dan menganalisa hasil dari implementasi dan pengujian sistem pada bab 4. Hasil analisa akan digunakan untuk membentuk kesimpulan pada bab 6.

**BAB VI 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 *reference points* menjadi sebuah nama lokasi. Metode ini bekerja dengan mencocokkan pengukuran sinyal yang diperoleh dari beberapa *reference points* 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 *reference points* 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.

Sistem pelacakan dalam gedung berbasis BLE menggunakan metode *fingerprinting* dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama adalah tahap *offline*, yakni melakukan pengumpulan data pola sinyal tiap ruangan sehingga membentuk sebuah *data training*. Tahap kedua adalah tahap *online,* yakni penentuan lokasi. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai kebutuhan dan perancangan dari sistem yang akan diimplementasikan.

Pada implementasi *indoor localization* 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 *reference points* yang berfungsi sebagai penangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag* dan mengirimkan data RSSI-nya menuju server. *Reference points* juga mengirimkan MAC *address* mereka bersamaan dengan data RSSI dari *passive tag*. Agar *reference points* 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 *reference points* (*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 Kebutuhan Komponen Sistem

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Komponen | Fungsi | Jumlah |
| *Passive Tag* | Perangkat yang akan ditentukan lokasinya. Perangkat ini memancarkan sinyal bluetooth secara terus-menerus | 1 buah |
| *Reference points* | Perangkat yang akan menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag* dan mengirimkan data RSSI *passive tag* menuju server bersamaan dengan MAC *address* dari *reference points* tersebut menggunakan tipe data JSON | 5 buah |
| Server | Pada tahap *offline* metode *fingerprinting*, perangkat ini berfungsi menerima data JSON yang berisi data RSSI dari *passive tag* dan MAC *address* dari *reference points* yang mengirimnya. Kemudian data RSSI akan disimpan menjadi *data training.* Pada tahap *online*, perangkat ini berfungsi mengubah pola sinyal yang dikirim beberapa *reference points* menjadi nama lokasi. | 1 buah |

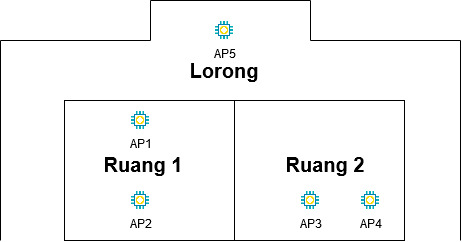
## Perancangan Sistem

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.*

Lokasi untuk implementasi dibagi menjadi 3. Lokasi pertama dan kedua berupa ruangan, sedangkan lokasi ketiga adalah lorong. Lokasi implementasi berada pada Gedung F lantai 9, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. *Reference points* akan ditempatkan pada ketiga lokasi tersebut. Adapun denah lokasi dan penempatan dari *reference points* (AP) tergambar pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Denah Implementasi Sistem

Pada gambar diatas, *2 reference points* diletakkan pada Ruang 1 dan Ruang 2, sedangkan pada Lorong ditempatkan 1 buah *reference points*. Implementasi sistem nantinya berdasarkan dari denah lokasi yang telah ditentukan.

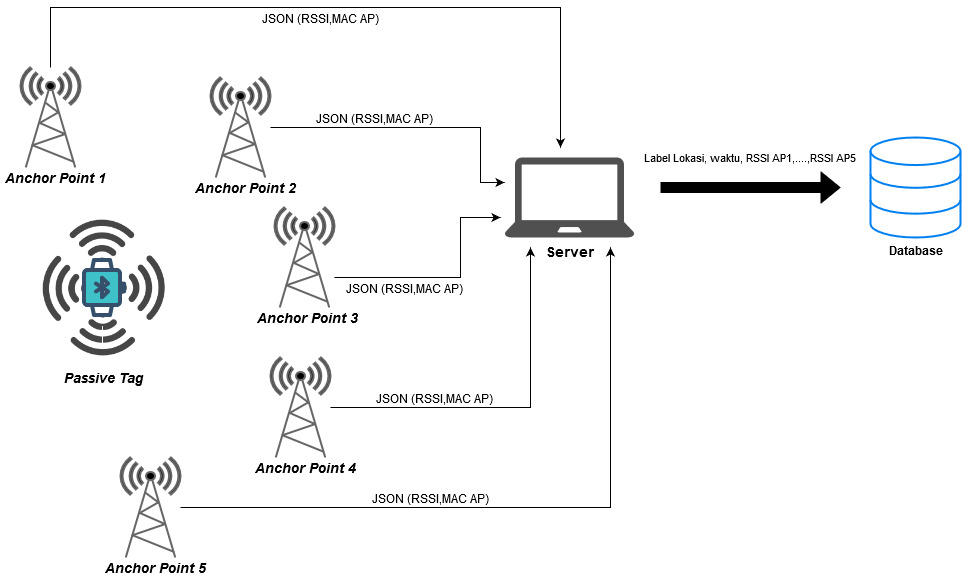
### Perancangan Tahap *Offline*

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan pola sinyal bluetooth dari masing-masing lokasi sehingga membentuk suatu *data training*. *Data training* ini nantinya akan digunakan sebagai referensi pada saat penentuan lokasi. Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan skema dan alur dari implementasi tahap *offline*. Kemudian akan dijelaskan juga mengenai perancangan format *data training* yang akan digunakan.

#### Perancangan Skema dan Alur Tahap Offline

Pada sub bab ini akan dijelaskan skema dan alur dari tahap *offline*. Tahap *offline* dimulai dengan *Passive tag* yang sudah menyala dan akan memancarkan sinyal bluetooth. Beberapa *reference points* akan menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag*, kemudian akan diukur RSSI dari *passive tag* berdasarkan kekuatan sinyal *passive tag* terhadap *reference points*. Selanjutnya, *reference points* akan mengirimkan data RSSI *passive tag* dan juga MAC *address* dari *reference points* menuju server. Untuk bisa mengirim 2 tipe data yang berbeda secara bersamaan, digunakan tipe data JSON. Data JSON yang dikirim oleh beberapa *reference points* akan diterima oleh server. Oleh server data JSON dari beberapa *reference points* akan dikumpulkan. Data RSSI pada data JSON tadi akan diurutkan berdasarkan urutan *reference points,* kemudian disimpan dengan memberi label nama lokasi dan waktu ke database.

Pada Gambar 4.1 dibawah ini merupakan skema implementasi tahap *offline*



Gambar 3.3 Skema Implementasi Tahap *Offline*

Kemudian untuk alur pengambilan pola sinyal pada masing-masing lokasi tergambar pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 3.4 Alur Implementasi Tahap *Offline*

Pertama, pada lokasi ke-1 *passive tag* dinyalakan. Pada tahap ini *passive tag* akan dinyalakan selama ± 3 menit

Kemudian, *reference points* menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan oleh *passive tag*

Selanjutnya, *reference points* akan mengirimkan data RSSI dari *passive tag* dan MAC *address* *reference points* menuju server dalam format data JSON

Server menerima data JSON yang dikirim *reference points* dan menuliskan RSSI *passive tag* pada file csv sesuai urutan dari *reference points* (format urutan pada Tabel 4.2). Label nama lokasi dan waktu juga dituliskan bersamaan dengan penulisan RSSI.

Langkah terakhir, *passive tag* dimatikan sebelum pindah ke lokasi berikutnya. Hal ini untuk menghindari kesalahan penulisan RSSI pada saat berpindah lokasi

Langkah 1-5 diulang sampai ketiga ruangan selesai direkam pola sinyal-nya.

#### Perancangan Format Data Training

Pada bagian ini, akan dijelaskan format dari *data training* yang akan dibuat. *Data training* yang dibuat terdiri dari :

Label nama lokasi

Label waktu pengambilan pola sinyal dalam format HH:MM:SS

RSSI dari *passive tag* terhadap *reference points* (*RPs*)

Tabel 4.2 dibawah ini merupakan format dari *data training* yang akan dibuat.

Tabel 3.2 Format Data Training

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nama Ruangan | Waktu | RSSI RPs 1 | RSSI RPs 2 | RSSI AP 3 | RSSI RPs 4 | RSSI RPs 5 |
| Ruang 1 |  |  |  |  |  |  |
| ..... |  |  |  |  |  |  |
| Ruang 2 |  |  |  |  |  |  |
| ..... |  |  |  |  |  |  |
| Lorong |  |  |  |  |  |  |

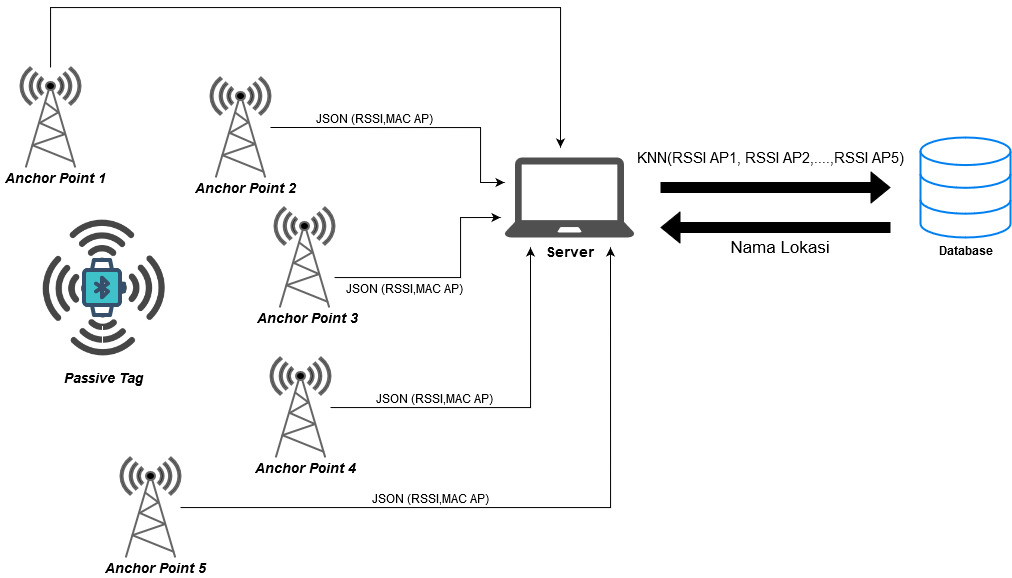
Data training ini nantinya akan disimpan dalam sebuah file dengan ekstensi (.csv) pada server. Format csv digunakan untuk memudahkan dalam menggunakan *data training* pada saat proses penentuan lokasi.

### Perancangan Tahap *Online*

Pada tahap *online*, dilakukan mekanisme penentuan lokasi berdasarkan *data training* yang telah dibuat. Perancangan tahap *online* dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama adalah perancangan skema tahap *online*, yang akan menjelaskan tentang mekanisme penentuan lokasi dari perangkat *passive tag*. Bagian kedua adalah perancangan alur implementasi tahap *online*.

#### Perancangan Skema dan Alur Tahap Online

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai gambaran implementasi dari tahap *online*. Pertama, passive tag akan dinyalakan pada salah satu lokasi. Untuk memudahkan, lokasi pertama yang digunakan adalah Ruang 1. Kemudian *reference points* akan menangkap sinyal yang dipancarkan oleh *passive tag* dan mengirimkan data RSSI beserta MAC *address* dari *reference points* menuju server. Oleh server, data yang diterima dari beberapa *reference points* akan ditentukan lokasi nya berdasarkan *data training* menggunakan algoritma KNN. Nama lokasi yang telah ditentukan akan ditampilkan oleh server. Pada Gambar dibawah ini, merupakan skema dari



Gambar 3.5 Skema Implementasi Tahap *Online*

Kemudian untuk alur dari implementasi tahap online tergambar pada Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Alur Tahap *Online*

Pertama, *passive tag* dinyalakan pada salah satu lokasi

Saat *passive tag* dinyalakan, *reference points* akan secara otomatis menangkap sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag*

Kemudian *reference points* akan mengirimkan RSSI dari *passive tag* dan MAC *address* dari *reference points* menuju server

Server menerima data yang dikirimkan *reference points* kemudian mengklasifikasikan nama lokasi dari pola sinyal yang dikirimkan oleh beberapa *reference points* dengan menggunakan algoritma KNN.

Hasil klasifikasi akan ditampilkan pada layar monitor dan akan dicatat oleh server pada sebuah file log.

#### Perancangan Format File Log Tahap Online

Pada sub bab ini akan dijelaskan format yang digunakan pada *file log* tahap *online. File* ini nantinya akan disimpan pada server dengan format csv. *File log* yang akan dibuat akan terdiri dari :

Nama lokasi hasil klasifikasi

Waktu penentuan lokasi (klasifikasi) dengan format HH:MM:SS

Pada Tabel dibawah ini merupakan format dari *file log* yang akan digunakan.

Tabel 3.3 Format *File Log*

|  |  |
| --- | --- |
| Hasil klasifikasi (lokasi) | Waktu |
| Ruang 1 | 00:00:00 |
| Ruang 1 | 00:00:01 |
| ...... | ...... |
| Ruang 2 | 00:03:00 |

### Perancangan Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

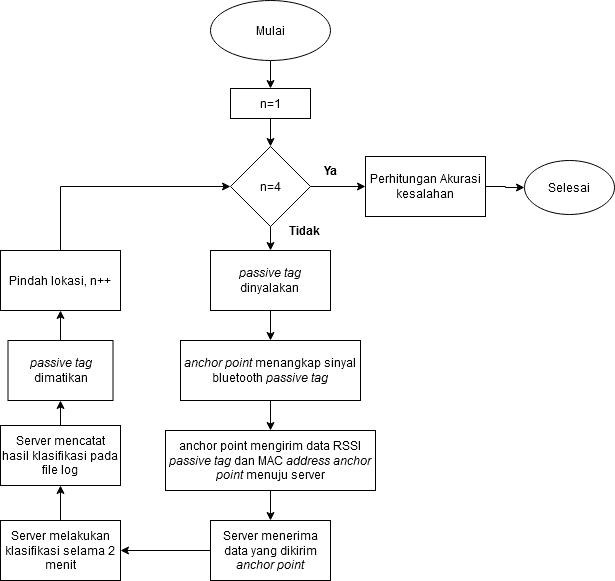
Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian untuk memperoleh akurasi kesalahan dalam penentuan lokasi secara umum. Pada pengujian ini digunakan persamaan dibawah ini untuk menghitung akurasi kesalahan pada penentuan lokasi

(3.1)

Hasil perhitungan diatas digunakan untuk menunjukkan akurasi dari sistem penentuan lokasi yang diimplementasikan. Rumus diatas juga digunakan pada pengujian untuk menghitung akurasi kesalahan tiap sub-lokasi dalam ruang

#### Alur Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

Pada sub bab ini akan dijelaskan alur dari pelaksanaan pengujian untuk memperoleh akurasi kesalahan penentuan lokasi secara umum. Alur pengujian ini tergambar pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Alur Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

Pada ruang ke-n, *passive tag* dinyalakan

*Reference points* akan menangkap sinyal bluetooth dari *passive tag*

*Reference points* akan mengirim RSSI dari *passive tag* dan MAC *address reference points* menuju server menggunakan format data JSON

Server menerima data yang dikirim *reference points*

Server melakukan klasifikasi selama ±2 menit dan mencatat hasil klasifikasi pada *file log*

*Passive tag* dimatikan

Proses noomor 1-6 diulang sampai semua lokasi selesai dilakukan pengambilan data.

Setelah hasil klasifikasi selesai diambil pada semua lokasi, langkah selanjutnya adalah menghitung akurasi kesalahan dengan menggunakan persamaan 3.1. Persamaan ini akan diimplementasikan pada sebuah kode sumber yang akan menghitung secara otomatis berdasarkan data pada *file log* yang telah dikumpulkan.

#### Format File Log Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai format pada *file log* yang akan digunakan untuk perhitungan akurasi kesalahan dalam penentuan lokasi. *File log* ini terdiri dari :

Hasil klasifikasi (nama lokasi)

Waktu klasifikasi (HH:MM:SS)

Nama lokasi sebenarnya

Kecocokan, maksudnya adalah apabila hasil klasifikasi sama dengan lokasi sebenarnya, maka hasil pencocokan = cocok (match). Sebaliknya, jika hasil klasifikasi tidak sama dengan lokasi sebenarnya, maka hasil kecocokan = tidak cocok (mismatch)

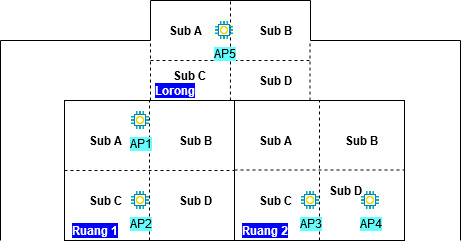
Tabel dibawah ini merupakan format dalam *file log* untuk pengujian ini.

Tabel 3.4 Format *file log* Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hasil klasifikasi | Waktu | Lokasi sebenarnya | Kecocokan |
| Ruang 1 | 00:00:01 | Ruang 1 | Match |
| Lorong | 00:00:02 | Ruang 1 | Mismatch |
| Ruang 1 | 00:00:03 | Ruang 1 | Match |

### Perancangan Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem Pada Tiap Sub-Lokasi

Pada sub bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai implementasi dari pengujian akurasi kesalahan tiap sub lokasi pada ruangan. Tujuannya adalah untuk mengetahui pada sub lokasi mana pada ruangan yang memiliki tingkat akurasi kesalahan yang tinggi, sehingga nantinya dapat dijadikan objek permasalahan pada penelitian mendatang. Pada tiap lokasi implementasi akan dibagi menjadi 4 sub lokasi seperti Gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Pembagian Sub Lokasi

Sub bab ini terdiri dari 2 bagian, bagian pertama untuk menjelaskan alur dari pengujian dan bagian kedua adalah format pada file log yang digunakan untuk mencatat hasil klasifikasi pada pengujian ini. *File log* ini nantinya akan diproses untuk mengetahui akurasi tiap sub lokasi pada suatu ruangan.

#### Alur Pengujian Akurasi Kesalahan Tiap Sub-Lokasi

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai alur dari pengujian untuk menghitung akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi dalam ruangan. Pada Gambar 3.9 dibawah merupakan alur dari pengujian yang akan dilakukan.



Gambar 3.9 Alur Pengujian Akurasi Kesalahan Sub Lokasi

Variabel n mewakili ruangan dan variabel x mewakili sub lokasi

Pada ruang ke-n dan sub lokasi ke-x *passive tag* dinyalakan

*Reference points* akan menangkap sinyal bluetooth dari *passive tag*

*Reference points* akan mengirim RSSI dari *passive tag* dan MAC *address reference points* menuju server menggunakan format data JSON

Server menerima data yang dikirim *reference points*

Server melakukan klasifikasi selama ±25 detik pada sub lokasi x dan mencatat hasil klasifikasi pada *file log*

*Passive tag* dimatikan

Apabila x bukan sub lokasi terakhir maka pindah pada sub lokasi lain.

Apabila x adalah sub lokasi terakhir, maka pindah lokasi

Proses pada nomor 2-9 diulang sampai semua sub lokasi pada masing-masing ruangan tercatat hasil klasifikasinya pada *file log*

#### Format File Log Pengujian Akurasi Kesalahan Tiap Sub-Lokasi

Pada bagian ini akan dijelaskan format dari *file log* yang digunakan pada pengujian ini. *File log* yang digunakan terdiri dari :

Hasil klasifikasi

Waktu klasifikasi (HH:MM:SS)

Nama Ruangan sebenarnya

Sub lokasi pada ruangan

Kecocokan, maksudnya adalah apabila hasil klasifikasi sama dengan lokasi sebenarnya, maka hasil pencocokan = cocok (match). Sebaliknya, jika hasil klasifikasi tidak sama dengan lokasi sebenarnya, maka hasil kecocokan = tidak cocok (mismatch)

Tabel dibawah ini menunjukkan format dari *file log* yang digunakan.

Tabel 3.5 Format *file log* pengujian akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Hasil klasifikasi | Waktu | Lokasi sebenarnya | Sub lokasi | Kecocokan |
| Ruang 1 | 00:00:01 | Ruang 1 | A | Match |
| Lorong | 00:00:02 | Ruang 1 | B | Mismatch |
| Ruang 1 | 00:00:03 | Ruang 1 | C | Match |
| Ruang 1 | 00:00:03 | Ruang 1 | D | Match |

Setelah pengumpulan data pada *file log* selesai dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah menghitung akurasi kesalahan pada tiap lokasi sehingga diketahui pada sub lokasi mana di suatu ruangan yang memiliki tingkat akurasi kesalahan paling tinggi. Pada Tabel 3.6 dibawah ini merupakan format untuk hasil perhitungan akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi.

Tabel 3.6 Tabel akurasi kesalahan tiap 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 3.6 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 3.1.

## 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 *reference points* akan diletakkan pada masing-masing ruang. Jumlah perangkat *reference points* yang digunakan sebanyak 5 perangkat karena keterbatasan jumlah perangkat. Dengan jumlah sekian, maka pada 2 ruangan terdapat masing-masing 2 perangkat *reference points* dan 1 ruangan diletakkan 1 perangkat *reference points.*

Pada sisi server diberikan kode sumber untuk mengeksekusi perintah sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pada penelitian ini penulis menggunakan bahasa pemrograman python untuk implementasi kode sumber pada server. Setelah instalasi pyhton, langkah selanjutnya adalah menginstall *library* yang dibutuhkan agar server dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa *library*. Salah satu *library* yang penting adalah *scikit learn*. *Library* ini berfungsi untuk mengolah berbagai data yang dibutuhkan pada penelitian ini seperti membuat *data training*, klasifikasi lokasi berdasarkan *data training*, dan menghitung hasil akurasi pengujian.

## 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. Pengujian ini dibagi menjadi 2 tahap, tahap pertama adalah pengujian untuk memperoleh akurasi kesalahan penentuan lokasi secara umum. Kedua, adalah pengujian untuk memperoleh akurasi kesalahan pada tiap sub-lokasi pada masing-masing lokasi implementasi. Implementasi pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan yang sebenarnya untuk mengetahui kinerja dari sistem apabila diimplementasikan pada kondisi sebenarnya.

## 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. Penulisan saran dibutuhkan untuk mengoreksi kesalahan-kesalahan yang ada pada penelitian ini. Diharapakan dengan adanya penulisan saran, peneliti yang akan melakukan implementasi dengan topik yang sama di masa yang akan datang dapat memperbaiki kesalahan yang ada pada penelitian ini.

# IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab 5 berisi tentang penjelasan mengenai teknis implementasi dan pengujian sistem berdasarkan perancangan dari bab 3.4. Pada bab ini juga akan ditampilkan hasil dari implementasi dan pengujian. Bab ini dibagi menjadi 4 bagian, pertama akan menjelaskan mengenai implementasi tahap *Offline*, kedua akan menjelaskan mengenai implementasi tahap *Online*, ketiga akan menjelaskan mengenai implementasi pengujian akurasi kesalahan sistem, dan keempat akan menjelaskan mengenai pengujian akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi ruangan.

Pada tahap implementasi, perangkat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan komponen adalah sebagai berikut.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | Nama Perangkat | Fungsi | Keterangan |
| 1. | iTAG | *Passive Tag* | Perangkat iTAG memiliki fitur untuk memancarkan sinyal bluetooth secara terus menerus, sehingga dapat digunakan sebagai *passive tag*. (Analysis and Manual, 2012) |

Mikrokontroller ESP32 atau biasa disebut ESP32 saja sebagai *reference point*. ESP32 dilengkapi dengan WiFi dan BLE yang memungkinkan untuk menangkap dan mengirimkan sinyal bluetooth yang dipancarkan *passive tag* menuju server. (Espressif, 2019) Untuk komponen *passive tag*, penulis menggunakan perangkat dengan nama iTAG.

## Implementasi Tahap *Offline*

Tahap *Offline* diperlukan untuk membentuk *data training*. *Data training* ini nantinya akan digunakan pada tahap *online* untuk klasifikasi nama lokasi sebagaimana pada rancangan tahap *online*. Tahap *Offline* dimulai dengan dengan menyalakan *passive tag* yang memancarkan sinyal bluetooth secara terus-menerus. Kemudian beberapa *reference points* akan menangkap sinyal dari *passive tag* dan mengirimkan data RSSI *passive tag* dan MAC *address reference points* menuju server dengan menggunakan format JSON. Pada *pseudocode* dibawah ini menjelaskan tentang cara kerja dari *reference points*.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Mekanisme dari cara kerja *reference points* berdasarkan *pseudocode* di atas adalah pertama *reference points* akan mencari *passive tag* berdasarkan dari MAC *address passive* tag, kemudian setelah perangkat ditemukan, *reference points* akan menyimpan data RSSI pada variabel dengan nama RSSI. Setelah itu, *reference points* akan membuat variabel dengan format JSON. Pada variabel JSON tersebut diberi nilai dengan menggunakan variabel RSSI milik *passive tag* dan nilai dari MAC *address reference points* dengan format

{

“mac” = mac;

“rssi” = rssi;

}

Apabila *passive tag* tidak terdeteksi atau nilai RSSI kurang dari -120dBm, maka nilai RSSI yang dikirim ke server akan default bernilai -120dBm. Hal ini dilakukan agar nilai RSSI yang terekam dalam *data training* menjadi teratur dan memudahkan dalam proses klasifikasi pada tahap *online.*

Proses selanjutnya setelah perangkat *references points* mengirim data RSSI *passive tag* dan MAC *address* dari *reference points* adalah server menerima data JSON yang dikirim oleh perangkat *reference points*. Data JSON tersebut kemudian akan diproses dan disimpan pada sebuah file dengan format csv dengan format seperti pada perancangan sub bab 3.4.1.2. Pada *pseudocode* dibawah ini akan dijelaskan mengenai proses server menerima data JSON dan menuliskannya pada sebuah file.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Mekanisme kerja server berdasarkan *pseudocode* di atas adalah pertama deklarasi 5 variabel dengan nama mac1, mac2, mac3, mac4, dan mac5 untuk menyimpan nilai MAC *address* dari semua *reference point*. Kemudian server akan menyimpan data JSON yang dikirim *reference points* pada sebuah variabel dengan nama ‘data’. Kemudian pada variabel ‘data’ dilakukan pengecekan apakah mengandung data MAC *address* dari mac1, mac2, mac3, mac4, atau mac5. Apabila mengandung salah satu MAC *address* dari salah satu variabel mac diatas, maka nilai RSSI pada variabel ‘data’ akan disimpan pada variabel array bernama rssi[n], dengan n adalah urutan dari *reference point*. Proses ini kemudian akan berlangsung sampai semua variabel array ‘rssi[]’ terisi dengan data RSSI yang dikirim dari tiap *reference points*. Setelah semua data RSSI selesai diisikan pada variabel rssi[], selanjutnya adalah server menuliskan data pola sinyal yang diperoleh pada sebuah variabel array bernama ‘new\_row’ dengan format nama lokasi, waktu, RSSI 1, RSSI 2, RSSI 3, RSSI 4, RSSI 5. Variabel ini kemudian dimasukkan kedalam fungsi untuk menulis file csv dengan isi file adalah nilai pada variabel array ‘new\_row’. Apabila server berhasil menuliskan data pada file, maka server akan menampilkan tulisan “1 row inserted”.

### Hasil Implementasi Tahap *Offline*

Hasil dari implementasi tahap *offline* adalah sebuah file *data training* dengan format csv yang berisi data nama lokasi beserta pola sinyal dari masing-masing lokasi tersebut. Pada tabel berikut ini akan ditampilkan isi dari file *data training* hasil implementasi pada tahap *offline.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | | Ruang 1,13:26:56,-75,-120,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:26:57,-83,-94,-120,-95,-120 | | Ruang 1,13:26:58,-90,-89,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:26:58,-90,-91,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:26:59,-72,-92,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:00,-73,-92,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:01,-81,-120,-120,-92,-120 | | Ruang 1,13:27:02,-76,-90,-120,-93,-120 | | Ruang 1,13:27:04,-120,-87,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:05,-91,-90,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:06,-77,-88,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:07,-88,-120,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:08,-88,-86,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:09,-84,-83,-92,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:10,-84,-92,-92,-120,-96 | | Ruang 1,13:27:12,-76,-83,-95,-93,-120 | | Ruang 1,13:27:13,-79,-85,-120,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:14,-87,-81,-87,-86,-120 | | Ruang 1,13:27:14,-83,-91,-89,-89,-92 | | Ruang 1,13:27:15,-80,-80,-89,-86,-96 | | Ruang 1,13:27:16,-93,-66,-90,-93,-120 | | Ruang 1,13:27:17,-93,-63,-91,-92,-120 | | Ruang 1,13:27:18,-85,-77,-90,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:19,-85,-84,-87,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:19,-89,-84,-87,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:20,-87,-90,-92,-120,-93 | | Ruang 1,13:27:21,-92,-85,-95,-90,-120 | | Ruang 1,13:27:22,-92,-86,-92,-120,-91 | | Ruang 1,13:27:22,-86,-86,-92,-120,-91 | | Ruang 1,13:27:23,-89,-75,-88,-120,-120 | | Ruang 1,13:27:24,-91,-84,-91,-120,-120  ....  .... | | Lorong,13:35:50,-120,-120,-120,-120,-89 | | Lorong,13:35:50,-120,-87,-91,-120,-81 | | Lorong,13:35:52,-120,-86,-120,-120,-89 | | Lorong,13:35:52,-120,-86,-120,-120,-88 | | Lorong,13:35:53,-120,-84,-120,-120,-92 | | Lorong,13:35:54,-120,-92,-96,-120,-95 | | Lorong,13:35:55,-120,-91,-120,-87,-83 | | Lorong,13:35:56,-120,-92,-91,-120,-85 | | Lorong,13:35:56,-120,-92,-92,-120,-85 | | Lorong,13:35:57,-120,-95,-120,-120,-75 | | Lorong,13:35:58,-120,-91,-95,-88,-91 | | Lorong,13:35:58,-120,-120,-95,-88,-91 | | Lorong,13:35:59,-120,-93,-92,-120,-84 | | Lorong,13:36:00,-120,-91,-120,-94,-94 | | Lorong,13:36:02,-120,-94,-91,-90,-93 | | Lorong,13:36:03,-120,-90,-120,-120,-84 | | Lorong,13:36:04,-120,-89,-90,-90,-89 | | Lorong,13:36:05,-120,-120,-90,-120,-84 | | Lorong,13:36:05,-120,-120,-90,-120,-80 | | Lorong,13:36:07,-120,-94,-95,-120,-87 | | Lorong,13:36:08,-120,-90,-98,-96,-91 | | Lorong,13:36:09,-120,-90,-97,-120,-93 | | Lorong,13:36:10,-120,-92,-120,-120,-95 | | Lorong,13:36:11,-120,-120,-93,-120,-90 | | Lorong,13:36:12,-120,-90,-94,-120,-89 | | Lorong,13:36:13,-120,-92,-92,-120,-86 | | Lorong,13:36:15,-120,-86,-92,-120,-93 | | Lorong,13:36:15,-120,-84,-92,-120,-93 | | Lorong,13:36:16,-120,-88,-92,-120,-89 | | Lorong,13:36:17,-120,-95,-95,-120,-94 | | Lorong,13:36:18,-120,-94,-120,-120,-90 | | Lorong,13:36:19,-120,-90,-98,-120,-89 | | Lorong,13:36:21,-120,-90,-120,-120,-120 | | Lorong,13:36:21,-89,-94,-120,-120,-85 | | Lorong,13:36:22,-94,-92,-94,-92,-85 | | Lorong,13:36:23,-120,-120,-90,-89,-94 | | Lorong,13:36:24,-120,-92,-120,-120,-89 | | Lorong,13:36:25,-120,-94,-90,-120,-82 | | Lorong,13:36:26,-93,-90,-93,-120,-86 | | Lorong,13:36:27,-120,-91,-90,-90,-80 | | Lorong,13:36:27,-120,-91,-97,-90,-80 | | Lorong,13:36:27,-120,-91,-97,-87,-80 | | Lorong,13:36:28,-120,-90,-89,-90,-73 | | Lorong,13:36:29,-120,-92,-93,-120,-77 | | Lorong,13:36:31,-120,-94,-120,-120,-82 | | Lorong,13:36:32,-120,-90,-95,-95,-89 | | Lorong,13:36:32,-92,-89,-90,-120,-85 | | Lorong,13:36:34,-120,-94,-91,-120,-87 | | Lorong,13:36:35,-96,-120,-91,-90,-91 | | ....  ....  Ruang 2,13:40:03,-120,-120,-120,-120,-92 | | Ruang 2,13:40:04,-120,-88,-93,-92,-91 | | Ruang 2,13:40:05,-92,-98,-84,-87,-120 | | Ruang 2,13:40:06,-120,-94,-90,-91,-96 | | Ruang 2,13:40:06,-120,-96,-88,-93,-92 | | Ruang 2,13:40:08,-120,-92,-88,-91,-120 | | Ruang 2,13:40:09,-120,-120,-90,-84,-120 | | Ruang 2,13:40:10,-120,-93,-94,-87,-120 | | Ruang 2,13:40:11,-95,-90,-90,-88,-120 | | Ruang 2,13:40:13,-90,-92,-91,-89,-120 | | Ruang 2,13:40:14,-120,-120,-94,-92,-120 | | Ruang 2,13:40:15,-120,-90,-80,-88,-120 | | Ruang 2,13:40:16,-120,-89,-86,-80,-120 | | Ruang 2,13:40:17,-120,-120,-85,-81,-120 | | Ruang 2,13:40:18,-91,-120,-92,-81,-92 | | Ruang 2,13:40:18,-91,-120,-78,-81,-92 | | Ruang 2,13:40:18,-91,-89,-78,-81,-92 | | Ruang 2,13:40:19,-120,-94,-83,-91,-120 | | Ruang 2,13:40:19,-120,-94,-80,-91,-120 | | Ruang 2,13:40:21,-94,-91,-88,-93,-120 | | Ruang 2,13:40:22,-90,-89,-82,-87,-91 | | Ruang 2,13:40:23,-120,-120,-90,-120,-120 | | Ruang 2,13:40:24,-120,-88,-120,-120,-120 | | Ruang 2,13:40:25,-120,-87,-85,-120,-120 | | Ruang 2,13:40:26,-120,-120,-75,-79,-120 | | Ruang 2,13:40:27,-120,-120,-85,-80,-120 | | Ruang 2,13:40:28,-120,-89,-87,-86,-120 | | Ruang 2,13:40:30,-93,-89,-78,-93,-120 | | Ruang 2,13:40:31,-89,-91,-78,-79,-120 | | Ruang 2,13:40:31,-92,-93,-90,-86,-93 | | Ruang 2,13:40:32,-120,-89,-81,-83,-91 | | Ruang 2,13:40:33,-94,-89,-91,-91,-120 | | Ruang 2,13:40:34,-89,-90,-76,-78,-120 | | Ruang 2,13:40:35,-120,-83,-80,-82,-120 | | Ruang 2,13:40:36,-90,-92,-81,-79,-120 | | Ruang 2,13:40:37,-94,-87,-88,-80,-91 | | Ruang 2,13:40:37,-94,-87,-80,-80,-91 | | Ruang 2,13:40:38,-89,-92,-80,-76,-120 | | Ruang 2,13:40:39,-93,-95,-75,-79,-120 | | Ruang 2,13:40:40,-94,-94,-74,-87,-120 | | Ruang 2,13:40:42,-120,-92,-75,-84,-120 | | Ruang 2,13:40:42,-120,-120,-75,-84,-120 | |

Penulis membatasi data yang ditampilkan pada tabel di atas karena banyaknya baris data yang terdapat pada file *data training*. Penulis melakukan pengambilan data dengan durasi ± 3 menit pada masing-masing lokasi. Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa server menuliskan hasil pengambilan pola sinyal pada tiap baris dalam hitungan 1-2 detik. File ini kemudian akan dilatih untuk menjadi model dalam klasifikasi pada tahap *online*.

## Implementasi Tahap *Online*

Setelah *data training* berhasil diperoleh pada tahap *offline*, tahap selanjutnya adalah melakukan implementasi tahap *online* atau tahap untuk penentuan lokasi. Tahap ini berfokus pada penentuan lokasi pada *passive tag* sesuai dengan rancangan pada bab 3. Tahap *online* dimulai dengan menyalakan *passive tag* pada sembarang lokasi. Kemudian *reference points* akan menangkap sinyal dari *passive tag* dan mengirimkannya pada server beserta MAC *address* dari *reference point*. Mekanisme kerja pengiriman data RSSI dari *reference point* menuju server pada tahap *online* sama dengan pada tahap *offline*. Pada *pseudocode* di bawah ini akan menjelaskan mekanisme pengiriman data RSSI dari *reference point* menuju server.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Mekanisme dari cara kerja *reference points* berdasarkan *pseudocode* di atas adalah pertama *reference points* akan mencari *passive tag* berdasarkan dari MAC *address passive* tag, kemudian setelah perangkat ditemukan, *reference points* akan menyimpan data RSSI pada variabel dengan nama RSSI. Setelah itu, *reference points* akan membuat variabel dengan format JSON. Pada variabel JSON tersebut diberi nilai dengan menggunakan variabel RSSI milik *passive tag* dan nilai dari MAC *address reference points* dengan format

{

“mac” = mac;

“rssi” = rssi;

}

Apabila *passive tag* tidak terdeteksi atau nilai RSSI kurang dari -120dBm, maka nilai RSSI yang dikirim ke server akan default bernilai -120dBm. Selanjutnya, server akan menerima data JSON yang dikirim oleh *reference point* dan melakukan klasifikasi untuk penentuan lokasi dari *passive tag*. Pada pseudocode dibawah ini akan menjelaskan mekanisme kerja dari server pada tahap *online* ini.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Penjelasan dari *pseudocode* di atas adalah pertama server melakukan inisialisasi variabel array ‘mac’ dengan nilai adalah MAC *address* dari masing-masing *reference point*. Kemudian inisialisasi variabel array ‘rssi’ dengan nilai adalah data RSSI yang dikirim oleh *reference point*. Kemudiaan inisialisasi variabel array ‘node’ dengan nilai adalah None, karena variabel ini akan digunakan sebagai penanda apakah *reference point* menyala atau tidak saat server dihidupkan. Selanjutnya adalah server menerima data JSON yang dikirim oleh *reference point*. Data JSON yang diterima akan diinisialisasi pada variabel ‘data’. Selanjunya adalah server mengecek pada variael ‘data[‘mac’]’ memiliki nilai yang sama pada salah satu nilai pada variabel array ‘mac’. Apabila ada yang sama, maka variabel array ‘rssi’ akan diberi nilai dengan data RSSI pada variabel ‘data[‘rssi’]’. Anggota variabel array ‘rssi’ diberi nilai sesuai dengan urutan MAC *address* dari *reference point*. Setelah semua anggota variabel array ‘rssi’ terisi dengan data RSSI, selanjutnya server melakukan klasifikasi menggunakan algoritma KNN untuk menentukan lokasi dari *passive tag*. Proses klasifikasi dengan algoritma KNN berdasarkan pada *data training* yang telah diperoleh sebelumnya. Hasil klasifikasi ditampilkan pada layar beserta waktu klasifikasi. Setelah proses klasifikasi selesai, server mencatat hasil klasifikasi pada *file log* beserta waktu klasifikasi. Proses kerja server dalam melakukan klasifikasi berlangsung tiap detik atau *real-time*.

### Hasil Implementasi Tahap *Online*

Pada saat proses penentuan lokasi telah selesai dilakukan, hasil dari penentuan lokasi dicatat oleh server pada sebuah *file log*. Format *file log* yang dibuat oleh server sesuai dengan perancangan pada bab 3. Pada tabel dibawah ini merupakan isi dari *file log* hasil implementasi tahap *online.*

|  |
| --- |
| Ruang 1,14:58:09  Ruang 1,14:58:09  Ruang 1,14:58:09  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  Ruang 1,14:58:10  .......  .......  Ruang 1,14:58:22  Ruang 1,14:58:22  Ruang 1,14:58:22  Ruang 1,14:58:22  Ruang 1,14:58:23  Ruang 1,14:58:23  Ruang 1,14:58:23  Ruang 1,14:58:23  Ruang 1,14:58:23  Ruang 1,14:58:23  Ruang 1,14:58:24  Ruang 1,14:58:24  Ruang 1,14:58:24  Ruang 1,14:58:24  Ruang 1,14:58:24  Ruang 1,14:58:24  Ruang 1,14:58:25  Ruang 1,14:58:25  Ruang 1,14:58:25  Ruang 1,14:58:25  Ruang 1,14:58:25  Ruang 1,14:58:26  Ruang 1,14:58:26  Ruang 1,14:58:26  Ruang 1,14:58:26  Ruang 1,14:58:26  Lorong,14:58:27  Lorong,14:58:27  Lorong,14:58:27  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:28  Lorong,14:58:29  Lorong,14:58:29  Lorong,14:58:29  Lorong,14:58:29  Lorong,14:58:29  Lorong,14:58:29  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:30  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:31  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:32  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:33  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:34  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:35  Lorong,14:58:36  Lorong,14:58:36  Lorong,14:58:36  Lorong,14:58:36  Lorong,14:58:36  Lorong,14:58:36  Lorong,14:58:37  Lorong,14:58:37  Lorong,14:58:37  Lorong,14:58:37  Lorong,14:58:37  Ruang 2,14:58:37  Ruang 2,14:58:38  Ruang 2,14:58:38  Ruang 2,14:58:38  Ruang 2,14:58:38  Ruang 2,14:58:39  Ruang 2,14:58:39  Ruang 2,14:58:39  Lorong,14:58:39  Ruang 2,14:58:39  Lorong,14:58:39  Lorong,14:58:39  Ruang 2,14:58:39  Ruang 2,14:58:40  Ruang 2,14:58:40  Ruang 2,14:58:40  Lorong,14:58:40  Lorong,14:58:41  Ruang 2,14:58:41  Ruang 2,14:58:41  Ruang 2,14:58:41  Ruang 2,14:58:41  Ruang 2,14:58:41  .......  ....... |

Pada gambar berikut ini merupakan tangkapan layar dari implementasi tahap *online*.

|  |
| --- |
|  |

Pada Tabel ... penulis tidak menampilkan seluruh hasil dari implementasi karena banyaknya baris data yang terekam. Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa format penulisan file sudah sesuai dengan perancangan, yakni hasil klasifikasi dan waktu klasifikasi.

## Implementasi Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

Tahap selanjutnya adalah menguji akurasi sistem yang telah diimplementasikan. Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk menghitung akurasi kesalahan dari sistem penentuan lokasi ini. Pengujian ini berfokus pada akurasi kesalahan secara *general* atau secara umum. Tahap pengujian ini dimulai dengan mengumpulkan data hasil klasifikasi pada tiap lokasi. Pada *pseudocode* dibawah ini akan menjelaskan tentang implementasi dalam mengumpulkan data tiap ruangan. Proses pengumpulan data hasil klasifikasi sama seperti pada thap *online*. Perbedaan terletak pada data alur pengambilan dan format *file log* yang ditulis oleh server. Proses pengambilan data dilakukan sesuai alur pada bab 3, kemudian proses penentuan lokasi dan penulisan *file log* oleh server dijelaskan pada *pseudocode* dibawah ini.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Penjelasan pada *pseudocode* di atas adalah pertama, inisialisasi variabel array ‘mac’,‘rssi’, dan variabel dengan nama ‘true\_loc’. Variabel ‘true\_loc’ digunakan untuk menyimpan nama lokasi sebenarnya. Variabel ‘true\_loc’ ini nantinya akan diberi nilai oleh entitas lain selain *reference point*. Penulis menggunakan perangkat lunak Postman untuk mengirim data lokasi sebenarnya yang nantinya akan disimpan pada variabel ‘true\_loc’. Selanjutnya, server menerima data JSON dan disimpan pada variabel ‘data’. Apabila nilai dari ‘data[‘mac’]’ adalah “locator” maka nilai dari ‘data[‘true\_loc’]’ akan disimpan pada variabel ‘true\_loc’ sebagai data dari lokasi sebenarnya. Apabila nilai dari ‘data[‘mac’]’ adalah data MAC *address* dari *reference point* maka nilai pada ‘data[‘rssi’]’ akan disimpan pada variabel array ‘rssi’. Urutan penulisan pada anggota variabel array ‘rssi’ sesuai dengan urutan anggota pada variabel array ‘mac’.

Setelah variabel ‘rssi’ tidak ada yang bernilai ‘None’, maka server akan melakukan klasifikasi nama lokasi berdasarkan pola sinyal yang tersimpan pada variabel array ‘rssi’. Apabila hasil klasifikasi tidak sama dengan nama lokasi sebenarnya, maka inisialisasi variabel ‘compatibility’ dengan nilai “Mismatch”. Sebaliknya, jika hasil klasifikasi sama dengan nama lokasi sebenarnya, maka inisialisasi variabel ‘compatibility’ dengan nilai “Match” . Selanjutnya, server menulis hasil klasifikasi pada *file log* sesuai dengan format pada perancangan untuk dihitung akurasi kesalahan pada langkah selanjutnya.

### Hasil Pengambilan Data Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem

Implementasi pengambilan data hasil klasifikasi pada tahap ini menghasilkan sebuah *file log* yang berisi data hasil klasifikasi beserta nama lokasi sebenarnya. Data ini kemudian akan di hitung menggunakan persamaan 3.1 seperti pada bab 3. Berikut merupakan *file log* dari implementasi pengambilan data hasil klasifikasi yang telah dilakukan.

|  |
| --- |
| Ruang 1,15:31:46,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:46,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:46,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:47,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:47,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:47,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:47,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:47,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:48,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:31:49,Ruang 1,Match  .......  .......  Ruang 2,15:32:00,Ruang 1,Mismatch  Ruang 2,15:32:00,Ruang 1,Mismatch  Ruang 2,15:32:00,Ruang 1,Mismatch  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:00,Ruang 1,Match  Ruang 2,15:32:01,Ruang 1,Mismatch  Ruang 1,15:32:01,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:01,Ruang 1,Match  Ruang 2,15:32:01,Ruang 1,Mismatch  Ruang 1,15:32:01,Ruang 1,Match  Ruang 1,15:32:01,Ruang 1,Match |

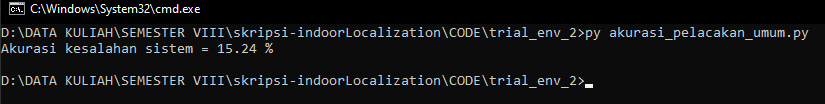
Pada tabel di atas disajikan hasil dari pengambilan data klasifikasi pada pengujian ini. Penulis hanya menampilkan beberapa baris saja, karena banyaknya jumlah data yang terekam. Hasil ini nantinya akan digunakan untuk mengetahui akurasi kesalahan dari sistem yang diimplementasikan.

### Perhitungan Akurasi Kesalahan Sistem

Tahap selanjutnya setelah memperoleh data hasil klasifikasi adalah menghitung akurasi kesalahan dari sistem. Perhitungan akurasi kesalahan sistem menggunakan persamaan 3.1 yang dituangkan pada sebuah *script*. *Script* ini bekerja dengan menginput *file log* dari hasil klasifikasi diatas, kemudian *script* akan melakukan perhitungan dan memberikan nilai output dari akurasi kesalahan sistem berupa angka dalam persen. Pada *pseudocode* dibawah ini akan dijelaskan mengenai mekanisme kerja untuk menghitung akurasi kesalahan sistem.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Pada Gambar dibawah ini merupakan tangkapan layar dari eksekusi *script* untuk menghitung akurasi kesalahan sistem.



Gambar 4.1 Hasil Perhitungan Akurasi Kesalahan Sistem

Pada Gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa akurasi kesalahan sistem dalam penentuan lokasi sebesar 15,24%. Pada pengujian ini belum diketahui pada sub lokasi mana pada suatu ruangan yang memiliki tingkat presentase kesalahan akurasi paling tinggi. Untuk mengetahui pada sub lokasi mana yang memiliki presentase akurasi kesalahan paling tinggi akan dilakukan pada pengujian berikutnya.

## Implementasi Pengujian Akurasi Kesalahan Sistem Pada Tiap Sub Lokasi

Tahap terakhir adalah melakukan pengujian untuk mengukur akurasi kesalahan pada tiap sub-lokasi. Pengujian ini bertujuan untuk memetakan sub-lokasi mana yang memiliki tingkat akurasi kesalahan yang paling tinggi. Langkah pertama adalah mengambil data hasil klasifikasi pada tiap sub lokasi masing-masing ruangan. Data hasil klasifikasi akan ditulis pada *file log* untuk selanjutnya akan dilakukan perhitungan akurasi kesalahannya. Pada *pseudocode* di bawah ini akan menjelaskan mekanisme server dalam melakukan klasifikasi dan menyimpan datanya dalam *file log*.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Penjelasan pada *pseudocode* di atas adalah pertama, inisialisasi variabel array ‘mac’, ‘rssi’, variabel dengan nama ‘true\_loc’ dan ‘sub\_loc’. Variabel ‘true\_loc’ digunakan untuk menyimpan nama lokasi sebenarnya, dan variabel ‘sub\_loc’ digunakan untuk menyimpan data sub lokasi. Variabel ‘true\_loc’ dan ‘sub\_loc’ ini nantinya akan diberi nilai oleh entitas lain selain *reference point*. Penulis menggunakan perangkat lunak Postman untuk mengirim data lokasi sebenarnya dan data sub lokasi yang nantinya akan disimpan pada variabel ‘true\_loc’ dan ‘sub\_loc’. Selanjutnya, server menerima data JSON dan disimpan pada variabel ‘data’. Apabila nilai dari ‘data[‘mac’]’ adalah “locator” maka nilai dari ‘data[‘true\_loc’]’ akan disimpan pada variabel ‘true\_loc’ sebagai data dari lokasi sebenarnya dan nilai dari ‘data[‘sub\_loc’]’ akan disimpan pada variabel ‘sub\_loc’. Apabila nilai dari ‘data[‘mac’]’ adalah data MAC *address* dari *reference point* maka nilai pada ‘data[‘rssi’]’ akan disimpan pada variabel array ‘rssi’. Urutan penulisan pada anggota variabel array ‘rssi’ sesuai dengan urutan anggota pada variabel array ‘mac’.

Setelah variabel ‘rssi’ tidak ada yang bernilai ‘None’, maka server akan melakukan klasifikasi nama lokasi berdasarkan pola sinyal yang tersimpan pada variabel array ‘rssi’. Apabila hasil klasifikasi tidak sama dengan nama lokasi sebenarnya, maka inisialisasi variabel ‘compatibility’ dengan nilai “Mismatch”. Sebaliknya, jika hasil klasifikasi sama dengan nama lokasi sebenarnya, maka inisialisasi variabel ‘compatibility’ dengan nilai “Match” . Selanjutnya, server menulis hasil klasifikasi pada *file log* sesuai dengan format pada perancangan untuk dihitung akurasi kesalahan tiap sub lokasi pada langkah selanjutnya.

### Hasil Pengambilan Data Pengujian Pada Tiap Sub Lokasi

Implementasi pengambilan data hasil klasifikasi pada tahap ini menghasilkan sebuah *file log* yang berisi data hasil klasifikasi pada masing-masing sub lokasi. Data ini kemudian akan di hitung menggunakan *script* khusus yang akan menghitung akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi. Berikut merupakan *file log* dari implementasi pengambilan data hasil klasifikasi yang telah dilakukan.

|  |
| --- |
| Ruang 2,14:02:21,Ruang 1,A,Mismatch  Ruang 1,14:02:21,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:21,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:21,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:21,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:21,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:22,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:23,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  Ruang 1,14:02:24,Ruang 1,A,Match  ....  ....  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Lorong,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 2,14:04:04,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:04,Ruang 1,B,Match  Ruang 1,14:04:05,Ruang 1,B,Match  Ruang 2,14:04:05,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 2,14:04:05,Ruang 1,B,Mismatch  Ruang 2,14:04:05,Ruang 1,B,Mismatch |

Pada tabel di atas disajikan hasil dari pengambilan data klasifikasi pada pengujian ini. Penulis hanya menampilkan beberapa baris saja, karena banyaknya jumlah data yang terekam. Hasil ini nantinya akan digunakan untuk mengetahui akurasi kesalahan sistem yang diimplementasikan pada tiap sub lokasi.

### Perhitungan Akurasi Kesalahan Sistem Pada Tiap Sub Lokasi

Langkah selanjutnya pada pengujian kedua ini adalah menghitung akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi. Perhitungan akurasi dilakukan menggunakan *script* khusus yang dapat menghitung dan menampilkan hasil perhitungan dari tiap sub lokasi dalam bilangan persen. Pada *pseudocode* di bawah ini akan dijelaskan mengenai mekanisme kerja untuk menghitung akurasi kesalahan tiap lokasi.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Pertama, kita simpan data hasil klasifikasi pada variabel ‘data’. Kemudian, kita inisialisasi variabel array ‘sub\_loc’. Variabel array ‘sub\_loc’ berfungsi untuk menyimpan data dari nama sub lokasi. Selanjutnya inisialisai variabel array ‘data\_sub\_loc\_ruang1’, ‘data\_sub\_loc\_ruang2’, dan ‘data\_sub\_loc\_lorong’. Ketiga variabel array tersebut berfungsi untuk menyimpan hasil klasifikasi dari masing-masing sub lokasi pada masing-masing ruangan. Selanjutnya adalah memberi nilai pada variabel array ‘data\_sub\_loc\_ruang1’, ‘data\_sub\_loc\_ruang2’, dan ‘data\_sub\_loc\_lorong’ menggunakan fungsi perulangan sehingga semua data hasil klasifikasi berhasil masuk pada masing-masing variabel array sesuai dengan nama lokasinya. Langkah selanjutnya adalah membuat fungsi untuk menghitung akurasi kesalahan. Fungsi ini dibuat berdasarkan pada persamaan 3.1 untuk menghitung akurasi kesalahan dan diberi nama ‘mismatch\_calc’. Langkah terakhir adalah menampilkan hasil dari perhitungan dengan memanggil fungsi ‘mismatch\_calc’ dengan parameter adalah variabel array dari masing-masing lokasi. Hasil yang ditampilkan adalah akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi pada masing-masing ruangan.

Pada gambar dibawah ini adalah tangkapan layar dari eksekusi *script* untuk menghitung akurasi kesalahan pada tiap sub lokasi.

# 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