



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EC184801

**SISTEM PEMANTAU DAN MEDIA INFORMASI HEWAN
PELIHARAAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BLUETOOTH
LOW ENERGY***

Dewi Ayu Lulukisna Alam
NRP 0721154000025

Dosen Pembimbing
Arief Kurniawan, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Y., ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EC184801

**SISTEM PEMANTAU DAN MEDIA INFORMASI HEWAN
PELIHARAAN MENGGUNAKAN *TEKNOLOGI BLUETOOTH
LOW ENERGY***

Dewi Ayu Lulukisna Alam
NRP 0721154000025

Dosen Pembimbing
Arief Kurniawan, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Y., ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - EC 184801

**PET MONITORING SYSTEM AND INFORMATION MEDIA
USING BLUETOOTH LOW ENERGY TECHNOLOGY**

Dewi Ayu Lulukisna Alam
NRP 07211540000025

Advisors
Arief Kurniawan, ST., MT.
Dr. Eko Mulyanto Y., ST., MT.

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Sistem Pemantau dan Media Informasi Hewan Peliharaan Menggunakan Teknologi *Bluetooth Low Energy***” adalah benar-benar hasil karya intelektual sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya orang lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surabaya, 25 Januari 2020



Dewi Ayu Lulukisna Alam
NRP. 0721154000025

LEMBAR PENGESAHAN

**Sistru Pemantau dan Media Informasi Hewan Peliharaan Menggunakan
Teknologi Bluetooth Low Energy**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Dewi Ayu Lulukisna Alam (NRP: 07211540000025)

Tanggal Ujian : 06 Januari 2020

Periode Wisuda : Maret 2020

Disetujui oleh :

Arief Kurniawan, S.T., M.T.
NIP. 197409072002121001

(Pembimbing I)

(Pembimbing II)

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
NIP. 196806011995121009

(Penguji I)

Ahmad Zaini, ST., M.Sc.
NIP. 197504192002121003

(Penguji II)

Eko Pramunanto, ST., MT.
NIP. 196612031994121001



Dr. Supeno Mardi Suski Nugroho, ST., MT.
NIP. 197004131995121001

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Dewi Ayu Lulukisna Alam
Judul Tugas Akhir : Sistem Pemantau dan Media Informasi Hewan Peliharaan Menggunakan Teknologi *Bluetooth Low Energy*
Pembimbing : 1. Arief Kurniawan, ST., MT.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

Menurut data dari Garda Satwa Foundation terhitung sejak bulan Agustus 2019 hingga September 2019 ada enam kasus kehilangan hewan peliharaan yang melaporkan. Namun, pada bulan Oktober 2019 jumlah laporan yang diterima naik pesat hingga mencapai 11 laporan kehilangan. Tentunya, kenaikan jumlah kasus kehilangan hewan peliharaan tersebut berpotensi menimbulkan keresahan bagi para pemilik hewan peliharaan. Untuk mencegah hal tersebut terjadi, adanya aplikasi pemantau keberadaan hewan peliharaan yang dapat diakses dari berbagai tempat dapat sangat membantu. Dengan menggunakan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang dipasangkan ke hewan peliharaan, keberadaan hewan peliharaan tersebut dapat diketahui secara *realtime* melalui smartphone Android. Teknologi BLE menyediakan informasi kuat sinyal yang diterima oleh *receiver* yang berupa Raspberry Pi 3B+ dan dapat digunakan sebagai acuan dari lokasi BLE tersebut. *Receiver* juga dibekali dengan Raspberry Pi *Camera* yang diuganakan untuk mengambil *image* ruangan. Setelah data BLE dan nilai kuat sinyalnya dikirim ke *database*, aplikasi menampilkan nama ruangan tempat BLE berada. Aplikasi ini juga memberikan notifikasi kepada pengguna aplikasi ketika keberadaan hewan peliharaan sudah tidak terdeteksi di lingkungan rumah lagi. Selain itu, aplikasi juga menampilkan *image* ruangan saat hewan peliharaan terdeteksi di ruangan tersebut dalam jangka waktu yang berkala untuk mempermudah pemantauan. Dengan meletakkan *receiver* di tengah setiap ruangan yang dipantau, aplikasi menampilkan lokasi hewan peliharaan sesuai dengan lokasi yang sebenarnya dengan tingkat akurasi sebesar 96,2% dan *image* yang terunggah juga merupakan *image* dari ruangan tempat hewan peliharaan tersebut berada.

Kata Kunci: *Bluetooth*, *Bluetooth Low Energy*, Raspberry Pi 3B+,

Raspberry Pi *Camera*, Android.

ABSTRACT

Name : Dewi Ayu Lulukisna Alam
Title : *Pet Monitoring System and Information Media Using Bluetooth Low Energy Technology*
Advisor : 1. Arief Kurniawan, ST., MT.
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

According to data from the Garda Satwa Foundation from August 2019 to September 2019 there were six reported cases of pet loss. However, in October 2019 the number of reports received rose rapidly to reach 11 lost reports. Of course, the increase in the number of cases of losing pets has the potential to cause unrest for pet owners. To prevent this from happening, a pet monitoring application that can be accessed from various places will be very helpful. By using Bluetooth Low Energy (BLE) technology that is attached to pets, the pet's presence can be known in realtime through an Android smartphone. BLE technology provides signal strength information which is going to be received by Raspberry Pi and can be used as a reference for BLE location. Raspberry Pi Camera is also embedded in receiver to take room photos. After BLE data and the signal strength value sent to database, this application will display the name of the room where BLE is located. This application will also provide notifications to users when the pet's presence is no longer detected. In addition, the application will also display photos of the state of the room when pets are detected in the room for a period of time to improve monitoring. By placing the receiver in the center of each monitored room, the application displays the location of the animal according to its actual location with an accuracy rate of 96.2% and the uploaded image is also an image of the room where the pet is located.

Keywords: Bluetooth, Bluetooth Low Energy, Raspberry Pi 3B+, Raspberry Pi Camera, Android.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul "**Sistem Pemantau dan Media Informasi Hewan Peliharaan Menggunakan Teknologi *Bluetooth Low Energy***" untuk memantau keberadaan hewan peliharaan di rumah dan kondisi lingkungannya serta memberi notifikasi kepada pemilik hewan peliharaan ketika hewan tersebut tidak terdeteksi di lingkungan rumah pemilikinya.

Penelitian ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer, FTEIC-ITS serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Penelitian ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, Ibu, Bapak dan Saudara tercinta yang telah memberikan dorongan spiritual dan material dalam penyelesaian buku penelitian ini.
2. Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Arief Kurniawan, ST., MT. dan Bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. atas bimbingan selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak-ibu dosen pengajar Departemen Teknik Komputer atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Dan teman-teman Teknik Komputer 2015, teman-teman E55 serta teman-teman Laboratorium Komputasi Multimedia B401 yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Surabaya, 29 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Related Works</i>	5
2.1.1 Pengembangan Aplikasi Penentu Lokasi Sapi Menggunakan Metode Triangulasi Berbasis Cubeacon	5
2.1.2 <i>A Bluetooth Low Energy Indoor Positioning System with Channel Diversity, Weighted Trilateration and Kalman Filtering</i>	6
2.1.3 <i>Indoor Location and Motion Tracking System For Elderly Assisted Living Home</i>	8
2.1.4 BLE Observer Device Menggunakan Raspberry Pi 3 Untuk Menentukan Lokasi BLE Broadcaster	9
2.2 Teori Penunjang	11
2.2.1 <i>Bluetooth Low Energy</i>	11
2.2.2 Raspberry Pi 3B+	14
2.2.3 Raspberry Pi Camera Module	16

2.2.4	<i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i> . . .	17
3	DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	19
3.1	Desain Sistem	19
3.2	Alur Implementasi Sistem	22
3.3	Pembuatan Skenario Pengujian	25
3.3.1	Skenario Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Nilai RSSI Terbesar	25
3.3.2	Skenario Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Rata-Rata ID <i>Receiver</i>	27
3.4	Desain <i>Database</i>	28
3.5	Perangkat <i>Receiver</i>	29
3.6	Perangkat BLE	30
3.7	BLE <i>Scanning</i>	31
3.8	BLE <i>Filtering</i>	31
3.9	Pengambilan Rata-Rata RSSI	33
3.10	Pengambilan <i>Image</i> Ruangan	33
3.11	Pengunggahan Data BLE dan <i>Image</i> Ruangan	34
3.12	Konversi Data BLE Menjadi Lokasi Hewan Peliharaan	35
3.13	Menampilkan Lokasi Hewan Peliharaan dan <i>Image</i> Ruangan	35
3.14	Desain <i>User Interface</i> Aplikasi	37
3.14.1	Notifikasi	43
4	PENGUJIAN DAN ANALISA	45
4.1	Pengujian Alat	45
4.1.1	Pengujian Deteksi BLE	46
4.1.2	Pengujian Pengambilan <i>Image</i> Ruangan	50
4.2	Pengujian Sistem	51
4.2.1	Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Nilai RSSI Terbesar	52
4.2.2	Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Rata-Rata ID Raspberry Pi	53
4.3	Pengujian Aplikasi	55
5	PENUTUP	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	61

DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65
Biografi Penulis	67

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

2.1	Metodologi Pengembangan Aplikasi Penentu Lokasi Sapi Menggunakan Metode Triangulasi Berbasis Cu-beacon [1]	6
2.2	Desain <i>Indoor Positioning System</i> Menggunakan BLE[2]	7
2.3	Desain Sistem[3]	8
2.4	Topologi Penelitian[4]	10
2.5	Paket Data BLE[2]	13
2.6	Format Data IBeacon[5]	14
2.7	Raspberry Pi 3B+	14
2.8	Versi <i>Bluetooth</i> dan Komunikasi Antartipe Perangkat	16
2.9	Raspberry Pi <i>Camera</i> [6]	16
3.1	Blok Diagram Sistem	20
3.2	<i>Data Flow Diagram</i> pada Raspberry Pi	23
3.3	<i>Data Flow Diagram</i> pada <i>Server</i> dan <i>Smartphone</i>	24
3.4	Desain Ruang dan Letak BLE dengan <i>Receiver</i> di Ujung Ruang	26
3.5	Desain Ruang dan Letak BLE dengan <i>Receiver</i> di Tengah Ruang	27
3.6	Desain <i>Database</i>	28
3.7	Perangkat <i>Receiver</i> dan Raspicam	30
3.8	Perangkat BLE Pada Pakaian Kucing/ Anjing	31
3.9	<i>Pseudocode BLE Filtering</i>	32
3.10	Desain <i>Array</i> Berisi <i>MAC Address</i> dan RSSI BLE	33
3.11	Ilustrasi Penentuan Lokasi Hewan	35
3.12	Tampilan Beranda Aplikasi	36
3.13	Tampilan Halaman Depan Aplikasi	37
3.14	Tampilan Beranda Aplikasi	38
3.15	Tampilan Menu Daftar Hewan	39
3.16	Tampilan Halaman Data Hewan	40
3.17	Tampilan Halaman Untuk Mendaftarkan Hewan	41
3.18	Tampilan Menu Daftar Ruang	42
3.19	Tampilan Halaman Untuk Mendaftarkan Ruang	43
3.20	Tampilan Noifikasi pada Aplikasi	44

4.1	Grafik Pengujian Deteksi BLE dengan Jarak 1 Meter	47
4.2	Grafik Rekapitulasi Pengujian Deteksi BLE	49
4.3	Hasil <i>Image</i> di Ruang 1	50
4.4	Hasil <i>Image</i> di Ruang 2	51
4.5	Hasil <i>Image</i> di Ruang 3	51
4.6	Sistem Pengujian Akurasi Lokasi BLE Menggunakan Rata-Rata ID Raspberry Pi	53
4.7	Hasil Pengujian Akurasi Lokasi BLE Berdasarkan Rata-Rata ID Raspberry Pi	55
4.8	Tampilan Aplikasi Di Ruang 1	56
4.9	Tampilan Aplikasi Di Ruang 2	57
4.10	Tampilan Aplikasi Di Ruang 3	58
4.11	Tampilan Notifikasi di Aplikasi	59

DAFTAR TABEL

2.1	Tabel Matriks Lokalisasi Dalam Ruangan Menggunakan SVM[3]	9
2.2	Tabel Perbandingan <i>Bluetooth Classic</i> dengan BLE[2]	11
2.3	Spesifikasi Raspberry Pi 3B+	15
3.1	Klasifikasi Ruangan Berdasarkan Rata-Rata ID <i>Receiver</i>	28
3.2	Struktur Tabel <i>Monitoring</i>	34
4.1	Pengujian Deteksi BLE dengan Jarak 1 Meter	46
4.2	Pengujian Deteksi BLE dengan Jarak 20 Meter	48
4.3	Rekapitulasi Pengujian Deteksi BLE	49
4.4	Hasil Pengujian Akurasi Lokasi BLE Berdasarkan Nilai RSSI Terbesar	52
4.5	Hasil Pengujian Akurasi Lokasi BLE Menggunakan Rata-Rata ID Raspberry Pi	54
4.6	Tabel Nama-Nama Ruangan	56

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

Penelitian ini di latar belakang oleh berbagai kondisi yang menjadi acuan. Selain itu juga terdapat beberapa permasalahan yang akan dijawab sebagai luaran dari penelitian.

1.1 Latar belakang

Manusia merupakan makhluk sosial yang saling membutuhkan satu sama lain. Tidak sedikit manusia menjadikan hewan peliharaan sebagai teman dalam kehidupannya. Memiliki hewan-hewan peliharaan adalah hobi tersendiri karena tidak semua orang memiliki keinginan untuk menyayangi dan merawatnya. Dengan kita merawat hewan tersebut otomatis kita harus mengeluarkan biaya ekstra untuk memberi makan dan perlengkapan lainnya. Dengan memelihara hewan manusia dapat melepas stress dan menjadikan hewan peliharaan sebagai teman untuk disayangi (umumnya yaitu anjing, kucing, ikan, dan burung), karena dapat tumbuh saling percaya, ketertarikan, dan saling berbagi. Di samping itu memiliki hewan peliharaan juga mempunyai nilai positif seperti anjing untuk penjaga, ikan untuk keindahan dipandang, burung untuk keindahan didengar, dan lain sebagainya. Hewan-hewan peliharaan juga dapat dilatih sehingga dapat mengikuti perlombaan atau kontes dan sebagai penjaga rumah (anjing).Aktivitas memelihara hewan juga merupakan aktivitas yang digemari oleh berbagai kalangan di Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya komunitas pecinta hewan yang terbentuk seperti Jogja *Domestic Cat Lovers*, *High Five Dogs Club*, Komunitas Aspera (pecinta reptil), dan masih banyak lainnya.

Aktivitas memelihara hewan yang kian digemari juga dapat dilihat dari banyaknya jumlah pemilik hewan peliharaan di Indonesia. Menurut data survei yang dilakukan oleh *World Animal Protection* tercatat jumlah populasi hewan peliharaan di Indonesia adalah 23.000.000 ekor dengan jumlah anjing sebanyak delapan juta ekor dan kucing 15 juta ekor.[7] Hal ini menunjukkan bahwa tingkat minat pemeliharaan hewan di Indonesia cukup tinggi. Di Indonesia

hewan peliharaan juga sudah mulai menjadi fokus utama masyarakat kota. Hal ini dibuktikan dengan pembentukan komunitas-komunitas pecinta hewan (seperti Perkumpulan Kinologi Indonesia atau PERKIN dan *Animal Defenders* Indonesia), penyelenggaraan berbagai event pecinta hewan, dan pendirian fasilitas-fasilitas pendukung seperti *animal shelter* dan *rescue center*. Meski masih terhitung sedikit dari segi jumlah, fasilitas-fasilitas publik juga mulai dirancang untuk bisa beradaptasi dengan gaya hidup hewan peliharaan dan pemiliknya, contohnya *pet-friendly* G. H. Universal Hotel di Bandung.[8]

Akan tetapi, kasus pencurian hewan peliharaan yang terjadi di Indonesia masih cukup banyak. Hal ini dibuktikan dengan dalam jangka waktu satu bulan jumlah laporan kehilangan yang diterima oleh Garda Satwa *Foundation* bisa mencapai 11 laporan kehilangan. Garda Satwa *Foundation* merupakan sebuah organisasi yang menampung laporan-laporan kehilangan hewan peliharaan serta hewan-hewan yang terlantar. Garda Satwa *Foundation* juga merupakan salah satu organisasi yang turut menyampaikan pendapatnya ketika pihak Kantor Staf Presiden sedang melakukan audiensi dengan para pecinta hewan dan satwa untuk menyerap aspirasi dan masukan dalam perlindungan hewan dan satwa di Indonesia.[9].

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang tersebut, untuk mencegah hewan peliharaan keluar dari rumah dibutuhkan sistem pemantau hewan peliharaan yang dapat memberi notifikasi kepada pemilik ketika hewan berada di luar lingkungan rumah. Pelacak keberadaan hewan peliharaan yang ada saat ini kebanyakan masih menggunakan sistem GPS (*Global Positioning System*) sedangkan penggunaan GPS masih kurang efektif karena tidak bisa digunakan di dalam ruangan.

1.3 Tujuan

Mengimplementasikan BLE sebagai pemberi informasi keberadaan hewan di dalam rumah dengan tampilan akhir berupa aplikasi Android yang mampu memberi peringatan kepada pemilik ketika

hewan keluar dari lingkungan rumah.

1.4 Batasan masalah

Untuk memfokuskan masalah yang akan diangkat maka perlu dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan tersebut diantara lain:

1. *Smartphone* pengguna memiliki koneksi internet.
2. Penerapan sistem dilakukan di lingkungan rumah yang memiliki jaringan WiFi.
3. Jumlah *receiver* yang digunakan bergantung dari jumlah area yang dideteksi.
4. Letak *receiver* telah ditentukan.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini disusun secara sistematis dan memiliki struktur yang mudah dipahami oleh pembaca maupun seseorang yang hendak meneruskan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. BAB I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, permasalahan yang terjadi, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika laporan.
2. BAB II Tinjauan Pustaka
Bab ini berisi tentang uraian teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu sistem kerja BLE, pemanfaatan nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan teori-teori penunjang lainnya.
3. BAB III Desain dan Implementasi Sistem
Bab ini berisi penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang dilakukan dan langkah-langkah pengambilan data sensor dan pengolahan data hingga ditampilkan dalam suatu peta digital. Guna mendukung itu digunakanlah blok diagram agar sistem dapat mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.
4. BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap proses pengambilan data dari sensor, pengolahan data sensor, hasil yang terdapat dalam peta digital dan analisisnya.

5. BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut dituliskan pada bab ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

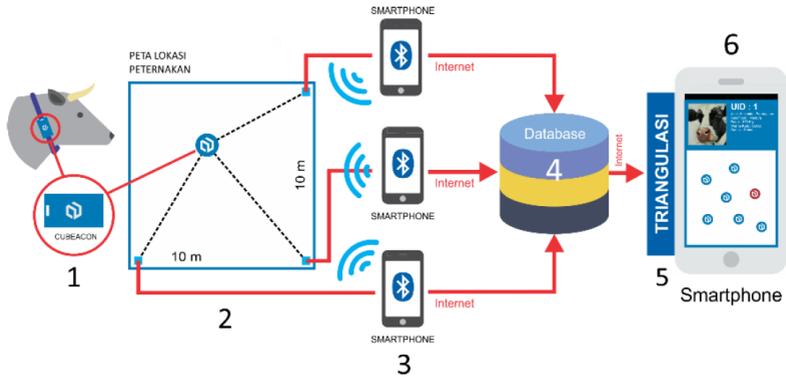
Demi mendukung penelitian ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang dan *related works* sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

2.1 *Related Works*

Penelitian mengenai *Bluetooth Low Energy tracking system* sudah pernah dilakukan sebelumnya. Beberapa referensi yang bisa dijadikan acuan dalam penelitian ini akan dijelaskan pada beberapa subbab berikut.

2.1.1 Pengembangan Aplikasi Penentu Lokasi Sapi Menggunakan Metode Triangulasi Berbasis Cubeacon

Tugas Akhir ini mengembangkan sebuah sistem identifikasi posisi sapi dengan metode triangulasi berbasis Cubeacon yang memudahkan peternak dalam perawatan dan pengecekan secara berkala ternak sapi. Proses penentuan posisi sapi dengan identifikasi jarak antara Cubeacon (BLE) dengan *receiver*. Jarak didapatkan dari konversi redaman sinyal *Bluetooth* yang dikirimkan oleh Cubeacon. Redaman sinyal tersebut adalah RSSI dengan satuan dB (desibel). Selanjutnya jarak tersebut di proses di dalam *receiver* dengan metode triangulasi sehingga mendapatkan posisi sapi dalam sebuah koordinat. *Receiver* ditempatkan di kandang sapi dan tiap sapi dipasang Cubeacon. Sistem tersebut berhasil diterapkan dan menghasilkan posisi sapi dengan *error* untuk tiap koordinat sebesar 0.5 meter - 1.9 meter. Sistem ini sangat membantu peternak di Grati Pasuruan dalam mengamati perkembangan hewan ternak.[1] Metodologi yang digunakan pada sistem tersebut digambarkan pada Gambar 2.1. Pada tugas akhir ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian akurasi RSSI Cubeacon dan pengujian akuisisi jarak. Pengujian akurasi RSSI bertujuan untuk mengukur keakuratan RSSI yang dijadikan acuan jarak. Dari pengujian tersebut diketahui bahwa RSSI yang didapatkan bersifat tidak stabil. Hal tersebut dikarenakan gelombang *Bluetooth* yang mudah sekali terinterferensi



Gambar 2.1: Metodologi Pengembangan Aplikasi Penentu Lokasi Sapi Menggunakan Metode Triangulasi Berbasis Cubeacon [1]

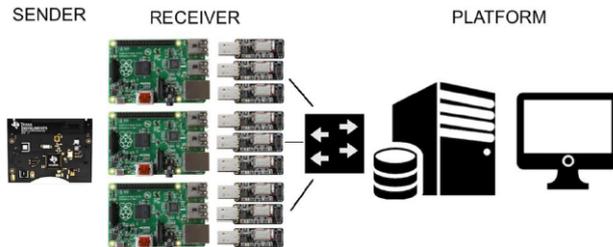
oleh lingkungan. Faktor lain yang mempengaruhi adalah karakteristik *Bluetooth* yang memiliki *range* jarak pendek dan kemampuan transfer data yang rendah.

Pengujian berikutnya adalah pengujian akuisisi jarak. Pada proses ini dilakukan pengambilan rata-rata RSSI dengan tujuan untuk menjadikan RSSI yang didapat bersifat lebih stabil. Hal ini dikarenakan nilai RSSI yang didapatkan dari pengujian sebelumnya bersifat fluktuatif. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan merata-rata nilai RSSI yang didapatkan mampu membuat tingkat fluktuasi nilai RSSI berkurang dan menjadikan hasil akhir pengukuran RSSI lebih stabil.[2]

2.1.2 A Bluetooth Low Energy Indoor Positioning System with Channel Diversity, Weighted Trilateration and Kalman Filtering

IPS (*Indoor Positioning System*) dengan menggunakan *Bluetooth Low Energy* (BLE) sudah mulai marak di kalangan masyarakat. Akan tetapi, masih ditemukan beberapa kekurangan pada sistem tersebut terutama nilai RSSI yang dipancarkan oleh BLE yang cukup fluktuatif. Untuk mengatasi hal tersebut pada penelitian ini dibangun sistem yang mampu meningkatkan akurasi posisi BLE sembari mengurangi konsumsi daya yang digunakan dan bi-

aya yang dikeluarkan dalam penerapannya. Pada sistem ini BLE yang digunakan adalah CC2650 SensorTags dengan *receiver* berupa Raspberry Pi yang terhubung dengan Adafruit *sniffers* untuk mempermudah pemindaian BLE.[2] Desain keseluruhan dari sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2 Tiga metodologi utama yang



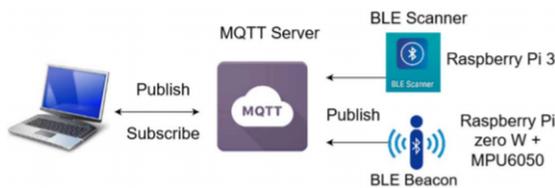
Gambar 2.2: Desain *Indoor Positioning System* Menggunakan BLE[2]

digunakan pada penelitian ini adalah keragaman saluran, Kalman filter, dan trilaterasi. Pengujian menggunakan keragaman saluran dilakukan dengan cara mengurangi efek *fast fading* serta efek interferensi ketika pengukuran RSSI dilakukan. Alih-alih menggunakan hanya satu saluran komunikasi BLE, pada pengujian ini digunakan tiga saluran data BLE yang menerima sinyal BLE dalam waktu yang singkat (tiga data dalam interval 3 ms) sehingga karakteristik yang didapatkan dari tiap saluran cenderung sama dan efek *fast fading* dapat diminimalisir. Setelah itu, dilakukan perhitungan terhadap saluran yang memiliki akurasi terbaik dalam hal jarak RSSI dan menggunakannya untuk mengetahui posisi BLE. Penggunaan trilaterasi akan bekerja secara efektif ketika area pengukuran menyatu di suatu titik. Namun, sebagian besar penelitian lainnya tidak memiliki hasil akhir berupa satu titik lokasi melainkan *area of possible locations*. Pada penelitian ini akurasi triliterasi ditingkatkan dengan cara mempertimbangkan informasi yang disediakan oleh *receiver* yang paling dekat dari BLE dan memindahkan posisi yang diperkirakan ke posisi yang disarankan oleh *receiver*. Pada metodologi ke tiga penggunaan Kalman *filtering* ditujukan untuk mencegah kekacauan komputasi lokasi. Hal ini diperlukan karena adanya kemungkinan salah perhitungan RSSI yang dapat menye-

babkan perkiraan lokasi yang salah. Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah penggunaan ketiga metodologi tersebut berhasil memotong biaya dan meningkatkan akurasi lokasi BLE.[3]

2.1.3 Indoor Location and Motion Tracking System For Elderly Assisted Living Home

Makalah ini menyajikan IPS (*Indoor Positioning System*) dan sistem pelacakan gerakan untuk orang lanjut usia yang tinggal sendirian. Sistem ini dapat melacak lokasi lansia berdasarkan ruangan tempat mereka sedang berada dan mengenali gerakan lansia ketika sedang berpindah atau duduk. Perangkat pintar yang dipasangkan pada lansia adalah Raspberry Pi Zero W yang dibekali *motion sensor* MPU6050. Sedangkan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi lokasi lansia adalah Raspberry Pi 3. Pada penelitian ini data sensorik yang didapatkan dari MPU6050 dianalisa untuk mempelajari jenis gerakan lansia dan mengunggahnya ke MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) *server*. Untuk pelacakan lansia, beberapa Raspberry Pi dipasang di ruangan untuk mengolah RSSI *Bluetooth* yang dipancarkan oleh Raspberry Pi Zero W dan mengunggahnya ke MQTT *server*. Penelitian ini juga menggunakan Weka yang merupakan teknik pembelajaran mesin untuk mengevaluasi dan menentukan klasifikasi gerakan lansia.[3] Desain dari sistem ini digambarkan pada Gambar 2.3. Penentuan lokasi lansia pada pe-



Gambar 2.3: Desain Sistem[3]

nelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) *classifier* untuk *training* RSSI yang diterima menjadi nilai RSSI yang baru. Setelah didapatkan nilai RSSI yang baru, nilai tersebut disimpan hingga didapatkan empat nilai RSSI baru lainnya. Setelah terkumpul lima nilai RSSI baru, nilai-nilai tersebut dirata-

rata untuk mengurangi fluktuasi RSSI BLE. Hasil rata-rata tersebut kemudian dikirim ke MQTT *server* untuk diolah dan ditampilkan di *smartphone* pengguna.[3] Hasil akhir penelitian ini menyimpulkan bahwa akurasi lokasi BLE yang didapatkan dengan menggunakan SVM *classifier* adalah 99% menurut data yang tertera pada Tabel 2.1

Tabel 2.1: Tabel Matriks Lokalisasi Dalam Ruang Menggunakan SVM[3]

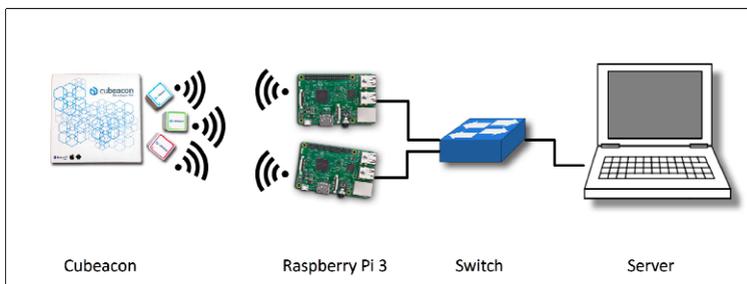
Beacon Position	Detected Location				
	Bedroom	Kitchen	Living Room	Soho	Foyer
Bedroom	100%	0	0	0	0
Kitchen	0.20%	99.80%	0	0	0
Living Room			99.80%		0.20%
Soho	0.20%			99.60%	0.20%
Foyer			0.10%	0.30%	99.60%

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa pelacakan lokasi BLE di dalam ruangan dengan menggunakan *receiver* berupa Raspberry Pi 3 menjadi lebih akurat dengan bantuan SVM *classifier*.

2.1.4 BLE *Observer Device* Menggunakan Raspberry Pi 3 Untuk Menentukan Lokasi BLE *Broadcaster*

Dalam penelitian ini digunakan tiga buah *beacon* dari Cubeacon sebagai perangkat *broadcaster-only* dan dua buah Raspberry Pi 3 yang akan dibuat sebagai *observer* serta sebuah *server* sebagai penyimpan data yang dibaca oleh *observer* sebelum diproses lebih lanjut.[4] Secara garis besar gambaran topologi jaringannya ada pada Gambar 2.4. Dalam penelitian ini isi data yang ditransmisikan

Cubeacon tidak dilakukan pengecekan. Identifikasi dari *broadcaster* hanya dilihat dari MAC *Media Access Control* (MAC) *address* yang dimiliki oleh masing-masing BLE. Sementara pada Raspberry Pi 3, BLE digunakan mode *observer* yang secara terus-menerus mendengarkan transmisi BLE yang ada di sekitarnya. Dari penerimaan si-



Gambar 2.4: Topologi Penelitian[4]

nyal Cubeacon ini, didapatkan RSSI yaitu berupa angka yang mengindikasikan *power level* sinyal yang diterima oleh antenna Raspberry Pi. Rumus sederhana penghitungan RSSI seperti pada Persamaan 2.1.

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

Dimana n adalah *path loss exponent* dan untuk 2.4 GHz di *free space* digunakan angka 2. d adalah jarak dalam meter. Sedangkan A adalah referensi *signal strength* (dBm) yang diukur dalam jarak 1 meter.[4] Hasil akhir dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Raspberry Pi 3 sebagai *observer* dalam jaringan BLE sangat dimungkinkan dan dengan mengukur tingkat RSSI ini memiliki fluktuasi yang harus dipertimbangkan dalam perhitungan. Untuk mendapatkan posisi lebih *valid*, maka diperlukan beberapa *observer* yang bisa menerima sinyal dari *broadcaster* yang sama. Dengan menggunakan perhitungan triangular atau menghitung irisan di jarak masing-masing *observer*, kesalahan bisa dikoreksi. Penggunaan *observer* dan *broadcaster* dari *vendor* yang sama sangat disarankan agar RSSI yang dihasilkan lebih seragam dan akan membuat perhitungan lebih mendekati kondisi lapangan. Pengukuran menggunakan MAC *address* sebagai acuan akan membebani *observer*. Karena itu disarankan dilakukan *filtering* dengan menggunakan *Universally Unique Identifier* (UUID) dan *stack protocol* BLE sebelum informasi keberadaan *broadcaster* dilaporkan ke layar aplikasi.

2.2 Teori Penunjang

Dalam penelitian tugas akhir ini juga dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan adanya teori pendukung ini diharapkan penelitian tugas akhir akan menjadi lebih terarah.

2.2.1 *Bluetooth Low Energy*

Bluetooth adalah standart teknologi nirkabel yang dapat bertukar data dalam jarak dekat (menggunakan sinyal UHF *radio waves* mulai dari 2,4 sampai 2,485 GHz) dari titik acuan perangkat *mobile* dan *Personal Area Network* (PAN) bangunan. Ditemukan oleh Telecom Vendor Ericsson pada 1994. Seiring berkembangnya zaman, teknologi *Bluetooth* juga turut berkembang dengan pesat. Pada saat ini versi paling terbaru dari *Bluetooth* adalah versi 5. Mulai pada versi 4.0 *Bluetooth* mengembangkan fitur baru yaitu *Low Energy* (LE). Perbedaan *Bluetooth classic* dengan BLE adalah pada konsumsi daya yang digunakan. Untuk beberapa perbedaan lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2: Tabel Perbandingan *Bluetooth Classic* dengan BLE[2]

Spesifikasi	<i>Classic Bluetooth Tech</i>	<i>Bluetooth Low energy Tech</i>
Jangkauan	100 m	>100 m
Data rate di udara	1-3 Mbit/s	125kbit/s – 1 Mbit/s – 2Mbit/2
Konsumsi daya	1W	0.01 – 0.50 W (sesuai penggunaan)
Waktu minimal untuk mengirim data	100 ms	3 ms
<i>Latency</i>	100 ms	6 ms

Bluetooth 4.0 memiliki spesifikasi konsumsi hemat energi untuk dapat mentransfer data dalam jarak yang cukup dekat. Teknologi ini merupakan penyempurnaan kapabilitas *Bluetooth 3.0*, generasi *Bluetooth* pedahulunya yang diluncurkan bulan April 2009. Saat ini *Bluetooth 4.0* dianggap sebagai teknologi yang paling cocok untuk digunakan sebagai media transfer jaringan komunikasi jarak dekat

meskipun memiliki pesaing perusahaan teknologi nirkabel yang tidak kalah besarnya seperti WiBro, Ultra Wide Band (UWB), dan WiFi.

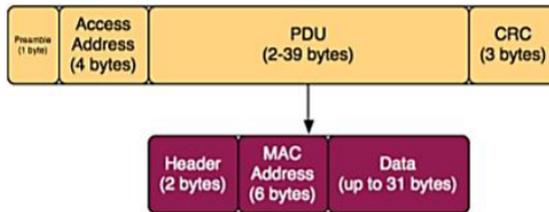
Paket data BLE sangat pendek, memiliki maksimal 27 oktet dan minimal 8 oktet. Paket data tersebut ditransmisikan pada kecepatan 1 Mbps. Untuk jangkauan sendiri BLE mampu menjangkau energi hingga 100 meter. Topologi BLE menggunakan alamat akses 32 bit di setiap pakek datanya. Dengan demikian banyak perangkat yang bisa terkoneksi dengan BLE. Selain itu, BLE juga mendukung koneksi *one-to-many* dengan menggunakan topologi *star*. Saat menggunakan koneksi cepat atau pemutusan koneksi, data dapat di gerakkan dalam sebuah topologi semacam penghubung.[2]

BLE bekerja dengan menggunakan sinyal radio dengan modulasi GFSK (*Gaussian Frequency Shift Keying*) pada pita frekuensi 2.4 GHz. BLE bekerja dengan lebar saluran 2 MHz dengan menggunakan prinsip *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS). BLE memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknologi lain, seperti komunikasi yang tidak dipengaruhi oleh benda padat, seperti dinding, komunikasi yang cepat, jangkauan sinyal yang luas, konsumsi daya yang kecil, memerlukan biaya yang relatif murah serta mampu menghemat daya. BLE mampu menghemat dayanya dengan tetap berada pada mode *sleep* hingga adanya inisiasi koneksi komunikasi. BLE juga cocok digunakan dalam sistem pemantauan tekanan darah, pemantauan lingkungan industri serta aplikasi transportasi publik. BLE khusus digunakan pada aplikasi yang tidak membutuhkan banyak pertukaran data.

Parameter-parameter yang terdapat pada proses komunikasi melalui BLE antara lain *connection interval*, *slave latency* dan *connection supervision timeout*. *Connection interval* adalah interval waktu yang diberikan bagi sisi pengirim dan penerima pada proses komunikasi. Contohnya, jika *connection interval* bernilai 5 detik, maka sisi pengirim maupun sisi penerima hanya dapat berkomunikasi pada satu waktu selama 5 detik pada satu sesi komunikasi. *Slave latency* adalah banyaknya koneksi interval yang boleh dilewati agar BLE dapat menghemat daya. Contohnya, apabila *connection interval* bernilai 20 detik dan *slave latency* bernilai 4, maka sisi penerima boleh merespon komunikasi setiap 80 detik. *Connection*

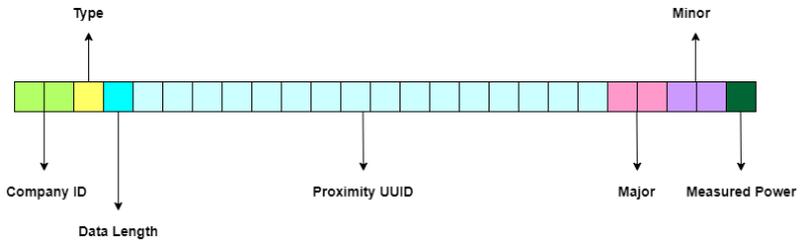
supervision timeout merupakan batas waktu kosong yang diperbolehkan bagi sisi pengirim maupun penerima sebelum menerima paket. Contohnya, apabila *connection supervision timeout* bernilai 100 detik, maka sisi pengirim atau penerima boleh hilang atau tidak ada selama 100 detik tersebut.[10]

BLE melakukan transmisi data dengan mengirim paket data sebesar 47 Bytes dimana 1 Byte merupakan *preamble*, 4 Bytes merupakan *access address*, 2-39 Bytes merupakan *advertising channel PDU* dan 3 Bytes terakhir merupakan CRC.[2] Pembagian paket data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5.



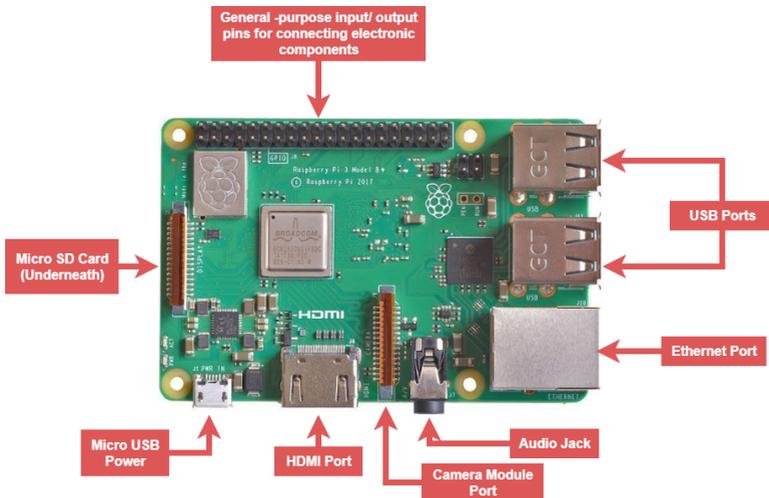
Gambar 2.5: Paket Data BLE[2]

Sesuai dengan penjabaran pada [11] *advertising channel protocol data unit* atau yang selanjutnya disebut *advertising channel PDU* adalah potongan data pada *layer model advertising*, biasanya terdiri dari 39 Bytes dimana 2 Bytes awal merupakan *header*, 6 Bytes merupakan *MAC address* dan 31 Bytes terakhir merupakan data. Dalam tugas akhir ini yang perlu diperhatikan adalah 31 Bytes data. Contohnya, sebuah iBeacon mentransmisikan data pada sebuah *smartphone* dan didapat paket data seperti berikut: 02 01 06 1A FF 4C 00 02 15 B9 40 7F 30 F5 F8 46 6E AF F9 25 55 6B 57 FE 6D 00 49 00 0A C5. Kemudian akan dicoba dikelompokkan dalam 3 grup berdasarkan jenis datanya, paket data akan terlihat seperti berikut: [02 01 06 1A FF 4C 00 02 15] [B9 40 7F 30 F5 F8 46 6E AF F9 25 55 6B 57 FE 6D] [00 49] [00 0A] [C5]. Berdasarkan pengelompokkannya, 9 Bytes pertama merupakan data *prefix*, 16 Bytes berikutnya merupakan *proximity UUID*, 2 Bytes *major*, 2 Bytes *minor* dan 1 Bytes *measured power*.[2] Format data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Format Data IBeacon[5]

2.2.2 Raspberry Pi 3B+



Gambar 2.7: Raspberry Pi 3B+

Raspberry Pi adalah *single board computer* (SBC) yang diproduksi oleh Raspberry Pi *Foundation* pada tahun 2018. Raspberry Pi dapat digunakan untuk menjalankan program, memutar media, dan mengakses internet layaknya komputer pada umumnya. Raspberry Pi model 3B+ dibekali dengan 64-bit *quad core processor* yang mampu bekerja pada kecepatan 1.4GHz, dengan *processor* tersebut eksekusi program dapat berjalan lebih cepat jika dibandingkan

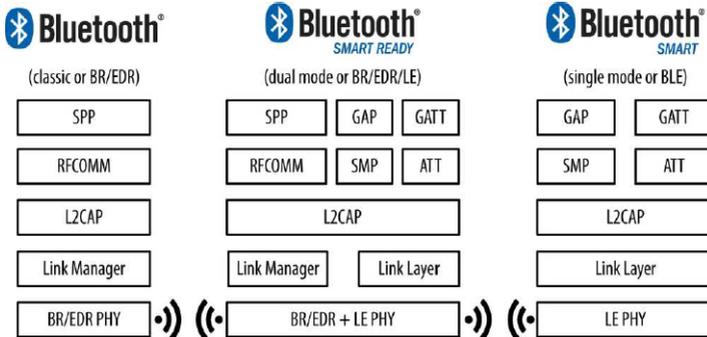
dengan seri-seri Raspberry Pi sebelumnya. Raspberry Pi 3B+ juga memiliki jaringan *dual-band* 2.4GHz dan 5GHz *wireless Local Area Network* (WLAN) yang membuat akses internet melalui jaringan WiFi maupun *Local Area Network* LAN menjadi lebih cepat. Selain itu, yang membuat perangkat ini cocok untuk digunakan pada tugas akhir ini adalah adanya chip *Bluetooth* tertanam yang memudahkan pemindaian BLE di sekitarnya. Raspberry 3B+ diluncurkan pada tahun 2018 lalu dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Spesifikasi Raspberry Pi 3B+

1	<i>Processor</i>	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
2	RAM	1GB LPDDR2 SDRAM
2	GPU	Broadcom Videocore-IV
3	<i>Connectivity</i>	2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE, Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps), 4 × USB 2.0 ports
4	<i>Access</i>	Extended 40-pin GPIO header
5	<i>Video and Sound</i>	1 × full size HDMI, MIPI DSI display port, MIPI CSI camera port, 4 pole stereo output and composite video port
6	<i>SD Card Support</i>	Micro SD format for loading operating system and data storage
7	<i>Input Power</i>	5V/2.5A DC via micro USB connector, 5V DC via GPIO header, Power over Ethernet (PoE)-enabled (requires separate PoE HAT)
2	<i>Dimensions</i>	82 mm x 56 mm x 19.5 mm 50 g

Sebagai sistem operasi, pihak Raspberry Pi menyediakan Raspbian yang merupakan distribusi Linux turunan Debian yang bisa diunduh. Beberapa pihak ke tiga lainnya juga menyediakan sistem operasi yang bisa digunakan di Raspberry Pi seperti Ubuntu, Windows 10 IoT Core, RISC OS, dan masih banyak lainnya. Untuk bahasa pemrogramannya, pihak Raspberry Pi mendukung penggunaan bahasa Python dan Scratch sebagai bahasa pemrograman utamanya. Meskipun demikian, beberapa bahasa pemrograman lain juga tetap dapat dieksekusi pada sistem tersebut. Raspberry Pi 3B+ memiliki fitur *Bluetooth 4.1 Low Energy* yang tertanam di dalamnya. Oleh

karena itu *Bluetooth* pada Raspberry Pi 3B+ digunakan sebagai *Basic Rate/ Enhanced Data Rate* (BR/ EDR) atau yang lebih dikenal sebagai *classic Bluetooth* atau *Low Energy* (LE).[4] Kemampuan ini lebih dikenal *Bluetooth Smart Ready* seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8: Versi *Bluetooth* dan Komunikasi Antartipe Perangkat

Selain adanya fitur *Bluetooth* yang tertanam, Raspberry Pi 3B+ juga dibekali beberapa *ports* yang dapat digunakan untuk mempermudah penghubungan perangkat I/O lain. Beberapa *ports* tersebut digambarkan pada Gambar 2.7.

Pada tugas akhir ini salah satu *port* yang digunakan adalah *camera module port* untuk dihubungkan dengan Raspberry Pi *Camera* yang akan mengambil *image* ruangan tempat BLE berada.

2.2.3 Raspberry Pi Camera Module



Gambar 2.9: Raspberry Pi Camera[6]

Modul kamera Raspberry Pi atau disingkat Raspicam meru-

pakan kamera yang digunakan untuk mengambil *image* atau video. Raspicam mempunyai resolusi sebesar 5 MegaPixel dan mendukung resolusi video 720p, 1080p dan VGA90. Pada Gambar 2.9 tampak Raspicam menggunakan kabel *serial* untuk dihubungkan ke *port Camera Serial Interface* (CSI) 15 pin yang ada pada Raspberry Pi. Sudut pengambilan video disarankan dipasang tegak lurus terhadap objek atau $\pm 90^\circ$. [6] Untuk mempermudah akses dan penggunaan Raspicam melalui program Python dibutuhkan *library* PiCamera.

2.2.4 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Receive Signal Strength Indicator (RSSI) adalah sebuah ukuran untuk mengetahui kuat sinyal yang dipancarkan oleh suatu pemancar BLE dan diterima oleh objek (Raspberry Pi). Teknologi *indoor localization* biasanya menggunakan nilai RSSI untuk menentukan jarak. Dengan menggunakan nilai RSSI, maka jarak antara *transceiver* dan *receiver* dapat diperoleh. [12] Hubungan antara RSSI dan jarak dapat diperoleh dari persamaan 2.2.

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

Dimana n adalah *path loss exponent* dan untuk 2,4 GHz di *free space* digunakan angka 2. d adalah jarak dalam meter. Sedangkan A adalah referensi *signal strength* (dBm) yang diukur dalam jarak 1 meter. [4]

Halaman ini sengaja dikosongkan

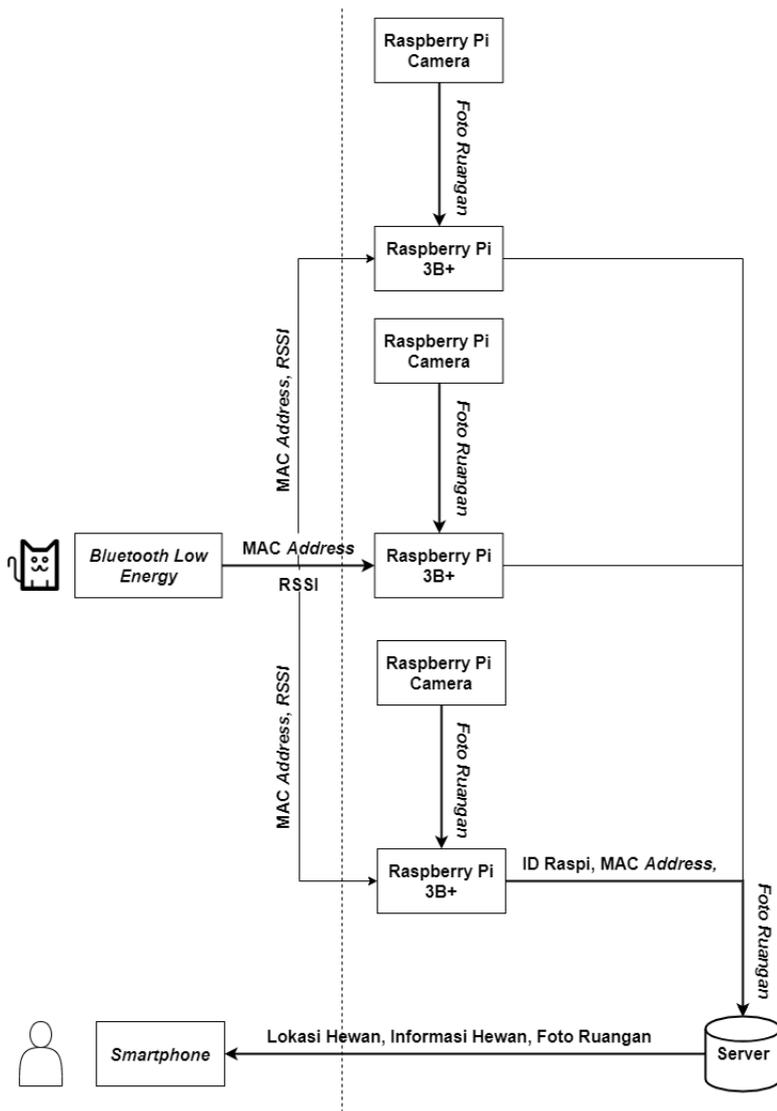
BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur dan kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan.

3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini merupakan salah satu bentuk dari pemanfaatan BLE dan Raspberry Pi 3B+ untuk memantau keberadaan hewan peliharaan di rumah serta menampilkan *image* ruangan tempat hewan tersebut berada. Selain itu, sistem ini memiliki tampilan akhir berupa aplikasi yang dapat memperingati pengguna ketika hewan peliharaan meninggalkan lingkungan rumah. Proses kerja dari sistem ditunjukkan pada Gambar 3.1. Berdasarkan diagram pada Gambar 3.1, BLE berperan sebagai *transmitter* yang mengirimkan beberapa data berupa MAC *address*, UUID, dan RSSI. Data yang dikirimkan oleh BLE kemudian diterima oleh Raspberry Pi 3B+ melalui modul *Bluetooth* tertanam. Untuk membaca data yang dikirimkan ke modul *Bluetooth* tersebut diperlukan pengaturan awal pada Raspberry Pi 3B+ seperti instalasi *library Bluetooth* dan *BlueZ*. Setelah instalasi dilakukan, pemindaian BLE dilakukan dengan membaca data yang diterima oleh *socket Bluetooth* dengan menggunakan bantuan dari *library BlueZ*. Setelah perangkat BLE berhasil dipindai, maka data yang diterima kemudian dikonversi menjadi *string* dan disimpan ke beberapa variabel untuk mempermudah pengolahan data.



Gambar 3.1: Blok Diagram Sistem

Berdasarkan diagram pada Gambar 3.1, BLE berperan sebagai *transmitter* yang mengirimkan beberapa data berupa MAC *address*, UUID, dan RSSI. Data yang dikirimkan oleh BLE kemudian diterima oleh Raspberry Pi 3B+ melalui modul *Bluetooth* tertanam. Untuk membaca data yang dikirimkan ke modul *Bluetooth* tersebut diperlukan pengaturan awal pada Raspberry Pi 3B+ seperti instalasi *library Bluetooth* dan BlueZ. Setelah instalasi dilakukan, pemindaian BLE dilakukan dengan membaca data yang diterima oleh *socket Bluetooth* dengan menggunakan bantuan dari *library* BlueZ. Setelah perangkat BLE berhasil dipindai, maka data yang diterima kemudian dikonversi menjadi *string* dan disimpan ke beberapa variabel untuk mempermudah pengolahan data.

Pada sistem ini MAC *address* yang terdeteksi akan dicocokkan dengan MAC *address* yang telah didefinisikan pada program. Apabila MAC *address* tersebut cocok dengan MAC *address* yang ada, maka nilai RSSI dari BLE tersebut akan disimpan ke dalam suatu variabel *array*. Sebaliknya, jika MAC *address* tidak cocok maka akan dilakukan pemindaian ulang. Pemindaian akan dilakukan secara berulang hingga didapatkan lima nilai RSSI dari BLE yang sama. Dari kelima nilai tersebut diambil rata-rata guna meningkatkan akurasi lokasi BLE. Selain pengambilan rata-rata nilai RSSI, setelah BLE terdeteksi maka Raspberry Pi 3B+ akan mengambil *image* ruangan dengan menggunakan Raspberry Pi Camera. Hal ini dilakukan dengan instalasi *library* PiCamera dan integrasi program utama dengan *library* tersebut. *image* yang telah diambil kemudian disimpan pada sebuah direktori yang telah ditentukan.

Setelah *image* disimpan, program akan melakukan pengunggahan beberapa data seperti ID Raspi, MAC *address* BLE, hasil rata-rata RSSI, keterangan waktu, dan *image* ruangan yang telah disimpan sebelumnya ke *database* dengan menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) *Requests*. Data BLE yang diunggah disimpan pada tabel *monitoring* yang telah dipersiapkan di *database*. Namun, untuk *file image* yang diunggah disimpan ke dalam ruang penyimpanan yang disediakan oleh pihak *hostinger*. Setelah pengunggahan selesai, proses selanjutnya dilakukan di aplikasi yang terdapat di *smartphone* pengguna. Pada aplikasi, pengguna akan diminta untuk memasukkan data hewan peliharaan dan ru-

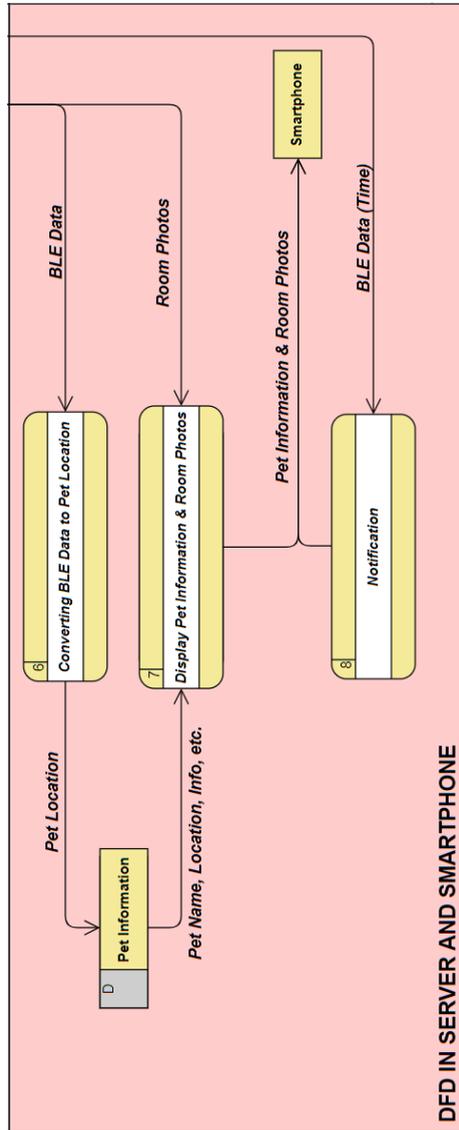
angan yang akan dipantau. Hal ini bertujuan untuk mempermudah konversi data BLE yang diterima dari *database* menjadi nama dan lokasi hewan peliharaan. Selain menampilkan informasi keberadaan hewan, aplikasi juga akan memberikan notifikasi kepada penggunaanya ketika hewan tidak terdeteksi di seluruh Raspberry Pi 3B+ yang terpasang.

3.2 Alur Implementasi Sistem

Pengerjaan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan berdasarkan metodologi penelitian, yaitu :

1. BLE *Scanning*.
2. BLE *Filtering*.
3. Pengambilan Rata-Rata RSSI.
4. Pengambilan *Image* Ruangan.
5. Pengunggahan Data BLE dan *Image* Ruangan.
6. Konversi Data BLE Menjadi Lokasi Hewan Peliharaan.
7. Menampilkan Lokasi Hewan Peliharaan dan *Image* Ruangan.
8. Notifikasi.

Alur data pada tahapan-tahapan sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



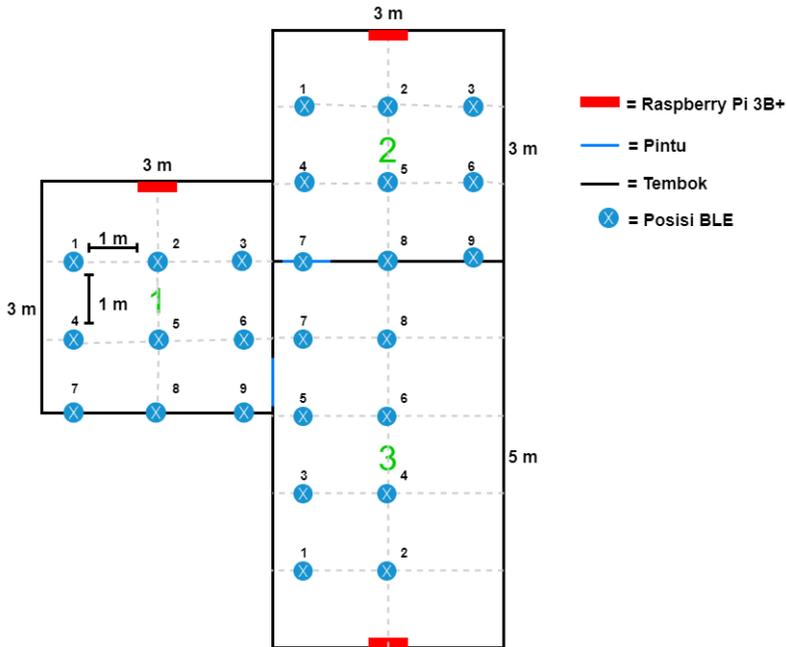
Gambar 3.3: Data Flow Diagram pada Server dan Smartphone

3.3 Pembuatan Skenario Pengujian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis implementasi BLE sebagai pemberi informasi keberadaan hewan di dalam rumah dengan tampilan akhir berupa aplikasi Android yang mampu memberi peringatan kepada pemilik ketika hewan keluar dari lingkungan rumah. Oleh karena itu, diperlukan pembuatan skenario pengambilan data pengujian yang akan dianalisis sehingga didapatkan hasil dari pengujian tersebut. Dari hasil pengujian akan diketahui seberapa baik performa sistem dalam mendeteksi keberadaan hewan di skenario-skenario yang telah ditentukan.

3.3.1 Skenario Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Nilai RSSI Terbesar

Pengujian berdasarkan pada lokasi peletakkan BLE bertujuan untuk mengetahui pengaruh lokasi peletakkannya terhadap kuat sinyal yang diterima oleh Raspberry Pi 3B+. Pada penelitian ini bentuk ruangan dan letak BLE yang digunakan untuk pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.

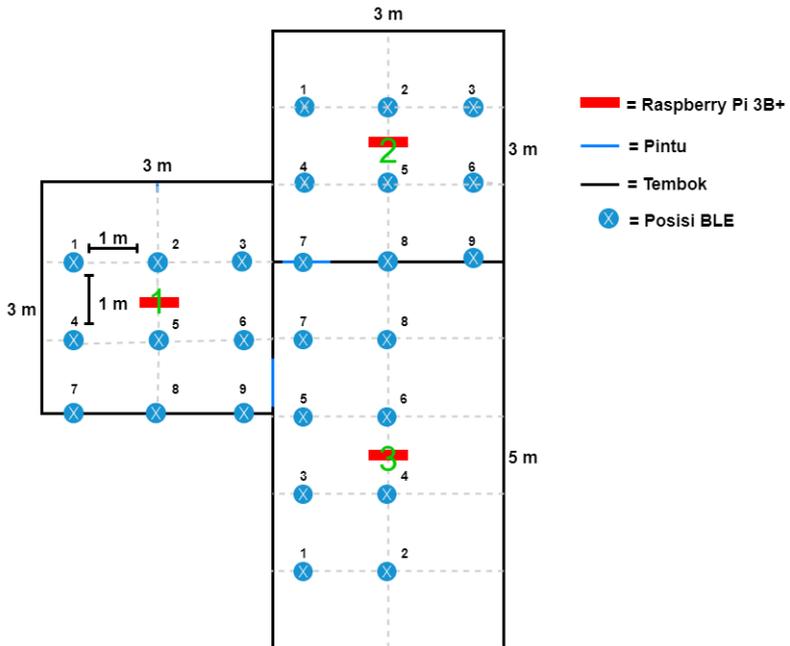


Gambar 3.4: Desain Ruang dan Letak BLE dengan *Receiver* di Ujung Ruang

Pada pengujian ini, BLE dan *receiver* diletakkan sesuai dengan Gambar 3.4. Pada setiap posisinya sistem akan mengambil lima data terakhir yang ada di *database* dan menampilkan ID Raspberry dengan nilai RSSI terbesar. Hal ini dilakukan karena adanya kemungkinan BLE untuk terdeteksi di Raspberry Pi 3B+ lain dengan nilai RSSI yang sama. Ketika terdapat dua nilai RSSI yang sama dari dua Raspberry Pi 3B+ yang berbeda, maka pengambilan *image* akan dilakukan oleh kedua Raspberry Pi 3B+ tersebut dan aplikasi akan mengalami kesalahan pada konversi datanya sehingga lokasi hewan peliharaan dan *image* yang ditampilkan bisa menjadi salah dan tidak sesuai dengan keberadaan hewan sesungguhnya.

Selain itu, dilakukan pengujian terhadap lokasi hewan peliharaan ketika *receiver* dipindah ke bagian tengah ruangan. Hal ini ditujukan untuk mengukur efisiensi terhadap perluasan da-

erah pendeteksian. Skema ruangan dan penempatan BLE dapat dilihat seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5: Desain Ruang dan Letak BLE dengan *Receiver* di Tengah Ruang

3.3.2 Skenario Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Rata-Rata ID *Receiver*

Dengan menggunakan desain ruangan dan letak BLE yang sama pada Gambar 3.4, dari lima data terakhir yang terunggah ke *database* akan diambil nilai ID Raspberry Pi dari kelima data tersebut untuk dijumlahkan dan kemudian dirata-rata. Pada pengujian ini yang dijadikan acuan adalah seberapa sering BLE tersebut terdeteksi di suatu ruangan. Hal ini dilakukan karena menurut penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, semakin dekat jarak BLE dengan *receiver* maka *transmit time* yang dibutuhkan

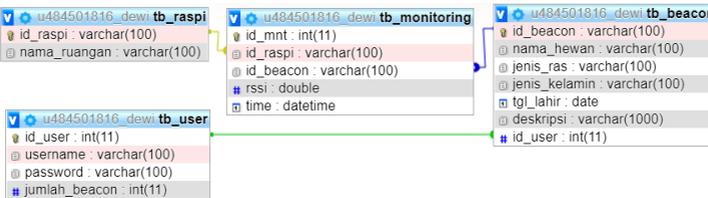
untuk mengirimkan data akan menjadi semakin kecil yang membuat BLE tersebut menjadi lebih sering terdeteksi di *receiver* yang lebih dekat. Klasifikasi ruangan berdasarkan rata-rata ID *receiver*/Raspberry Pi pada sistem tersebut dapat diilustrasikan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Klasifikasi Ruangan Berdasarkan Rata-Rata ID *Receiver*

Hasil Rata-Rata ID Raspberry	Ruangan
1,0 - 1,4	1
1,4 - 2,4	2
2,5 - 3,0	3

3.4 Desain Database

Terdapat tiga tabel dalam database pada tugas akhir ini. Relasi dan susunan tabel yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6: Desain Database

Tabel pertama adalah tabel raspi yang berisikan ID dari Raspberry Pi 3B+ yang digunakan sebagai *receiver*. Tabel inilah yang nantinya digunakan untuk mengonversikan ID Raspberry Pi 3B+ menjadi nama lokasi tempat Raspberry Pi 3B+ tersebut dipasang. Untuk memenuhi kebutuhan sistem, tabel ini dilengkapi dengan data nama ruangan. Data tersebut didapatkan dari *user* yang memasukkan nama ruangan beserta ID Raspberry Pi 3B+ pada aplikasi. Berikutnya adalah tabel Beacon. Tabel ini berisikan seluruh perangkat BLE yang terdaftar di sistem. Selain itu, tabel ini juga digunakan untuk menyimpan beberapa data seperti nama hewan

peliharaan, informasi hewan peliharaan, dan nama *file image* hewan tersebut. Data pada tabel ini nantinya akan digunakan untuk mengubah ID Beacon yang berupa MAC *address* BLE menjadi nama hewan yang didaftarkan oleh pengguna. Selain itu, data-data seperti nama, informasi, dan *image* hewan peliharaan digunakan ketika pengguna ingin menampilkan profil dari hewan tersebut pada aplikasi. Selanjutnya adalah tabel *monitoring*. Tabel ini berisikan seluruh informasi yang didapatkan selama sistem *monitoring* berjalan. Ketika Raspberry Pi 3B+ mendeteksi keberadaan BLE yang terdaftar, maka Raspberry Pi 3B+ akan menyimpan MAC *address* dari BLE tersebut dan nilai RSSI yang didapat. Setelah data tersebut diterima, maka Raspberry Pi 3B+ akan mengunggah data-data tersebut ke *database*. Selain itu, Raspberry Pi 3B+ juga akan mengunggah ID Raspi yang merupakan ID dari Raspberry Pi 3B+ yang mengunggah data tersebut. ID Raspi sendiri telah didefinisikan di dalam program untuk membedakan Raspberry Pi 3B+ satu dan lainnya. Pada tabel ini juga terdapat ID *monitoring* yang berupa angka dan menggunakan sistem *auto-increment*. ID tersebut digunakan untuk menandai setiap unggahan data dari Raspberry Pi 3B+ yang diterima oleh *database*. Sedangkan kolom *time* digunakan untuk menandai waktu ketika data-data tersebut diunggah ke *database*. Tabel *monitoring* inilah yang digunakan untuk menampilkan lokasi hewan peliharaan.

3.5 Perangkat *Receiver*

Pada peneliatan tugas akhir ini perangkat on-board yang digunakan adalah Raspberry Pi 3B+. Raspberry Pi 3B+ merupakan *Single-Board Computer* (SBC) yang dirasa paling efektif dan efisien untuk sistem yang digunakan pada tugas akhir ini. Hal ini disebabkan protokol *Bluetooth* yang terdapat pada Raspberry Pi 3B+ telah memiliki kemampuan untuk mendeteksi perangkat BLE. Alasan pendukung lainnya yaitu Raspberry Pi 3B+ memiliki pin out yang dapat langsung dihubungkan dengan perangkat Raspberry Pi Camera atau Raspicam. Selain itu, Raspberry Pi 3B+ memiliki modul WiFi terintegrasi sehingga perangkat ini dapat menerima jaringan internet yang nantinya akan digunakan untuk mengirimkan data yang didapat ke *server*. Bentuk dari perangkat *receiver* yang

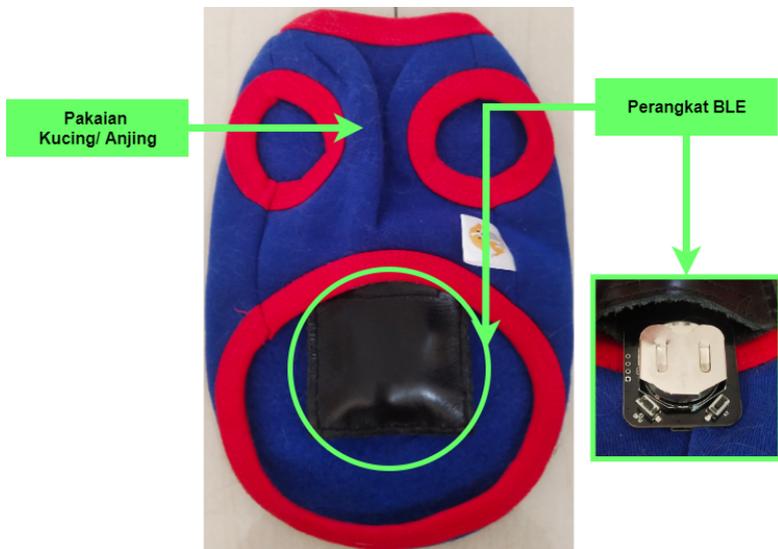
digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7: Perangkat Receiver dan Raspicam

3.6 Perangkat BLE

Pada penelitian tugas akhir ini perangkat BLE yang digunakan adalah modul *Bluetooth* NRF51822 yang dikeluarkan oleh perusahaan Cubeacon. Perangkat tersebut dipilih karena sudah memiliki *socket* baterai yang terhubung kepada modul *Bluetooth*nya sehingga perangkat bisa tetap menyala ketika sedang dibawa kemana-mana oleh hewan. Untuk mencegah kerusakan alat dari air, modul tersebut dilindungi oleh *cover* yang terbuat dari kulit sapi. Perangkat tersebut juga dapat ditempelkan pada *harness* atau baju hewan agar hewan bisa tetap bergerak bebas dan tidak terganggu ketika menggunakannya. Bentuk akhir perangkat tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8: Perangkat BLE Pada Pakaian Kucing/ Anjing

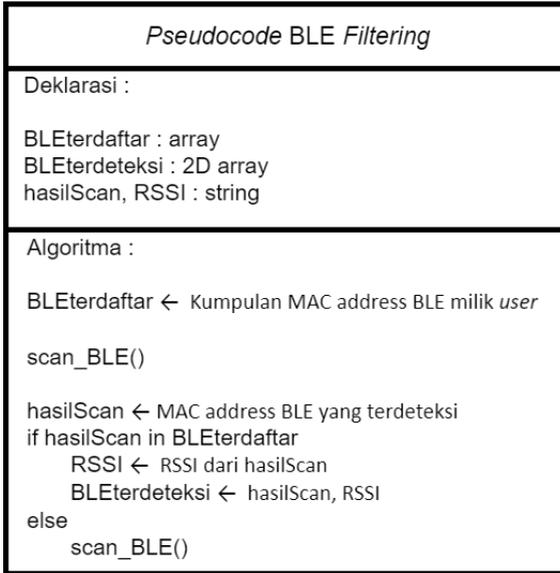
3.7 BLE Scanning

Pemindaian BLE dilakukan secara terus-menerus oleh Raspberry Pi 3B+. Pemindaian ini ditujukan untuk mengetahui seluruh BLE yang ada dalam lingkungan rumah. Pada tahap ini terdapat beberapa hal yang perlu dipersiapkan terlebih dahulu yaitu instalasi program *Bluetooth*, *Bluez*, *Blueman*, dan *Python-Bluez* agar Raspberry Pi dapat menangkap sinyal BLE dan mengolah data yang pada program yang akan digunakan. Pemindaian BLE dilakukan dengan memanggil *library* *BlueZ* pada program yang berjalan untuk menyimpan segala informasi yang diterima oleh *socket Bluetooth* ke dalam variabel berbentuk yang kemudian dikonversi menjadi *string* untuk mempermudah pengolahan data selanjutnya.

3.8 BLE Filtering

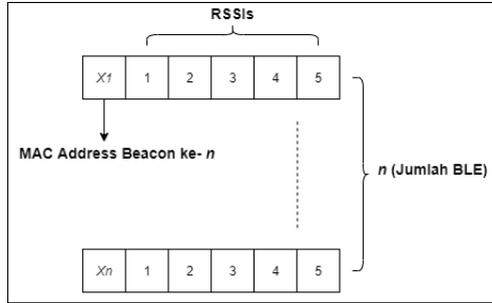
Seluruh perangkat BLE tentunya memiliki *MAC address* yang berbeda-beda dan tidak menutup kemungkinan adanya perangkat BLE lain yang turut terdeteksi pada saat pemindaian dilakukan. *BLE Filtering* dilakukan dengan tujuan untuk membedakan antara

BLEuser yang terdaftar dengan perangkat BLE lainnya. Proses ini berjalan seperti pada *pseudocode* di Gambar 3.9.



Gambar 3.9: *Pseudocode BLE Filtering*

Bentuk 2D *array* yang digunakan untuk menyimpan MAC *address* BLE yang cocok dan nilai RSSI dari BLE tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.10



Gambar 3.10: Desain *Array* Berisi *MAC Address* dan *RSSI BLE*

3.9 Pengambilan Rata-Rata *RSSI*

Setelah pemindaian dilakukan sebanyak lima kali dan seluruh nilai *RSSI* disimpan ke dalam *array* tersebut seperti pada Gambar 3.10, maka pada tahap ini nilai-nilai tersebut akan dijumlahkan dan diambil rata-ratanya. Hal ini ditujukan agar nilai *RSSI* yang didapat lebih akurat. proses ini dibutuhkan karena sinyal ayng dipancarkan oleh BLE bersifat fluktiatif sehingga ketika BLE berdiam di suatu tempat nilai *RSSI* yang diterima masih berubah-ubah dengan selisih ± 20 dBm. Fluktuasi dari nilai *RSSI* sebelum dirata-rata yang diambil pada jarak 1 meter dari *receiver* dalam waktu 20 detik dapat dilihat pada bab pengujian.

3.10 Pengambilan *Image* Ruangan

Setiap kali BLE *user* terdeteksi, Raspberry Pi 3B+ akan mengakses modul Raspberry Pi Camera yang terhubung dengan menggunakan *library* PiCamera. *library* tersebut digunakan untuk mempermudah penggunaan Raspberry Pi Camera. Setelah fungsi PiCamera didefinisikan di dalam program, hal selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mengatur rotasi kamera, karena hasil *image* dari kamera tersebut bersifat terbalik. Pengambilan *image* dilakukan dengan menggunakan perintah `'capture('x' + y)'` dengan x sebagai direktori tempat *image* akan disimpan dan y sebagai nama *image*. Setelah *image* disimpan, fungsi PiCamera harus dimatikan agar kamera tidak menyala secara terus-menerus.

3.11 Pengunggahan Data BLE dan *Image* Ruang-an

Setelah nilai rata-rata RSSI dan *image* ruangan didapatkan, maka data BLE tersebut diunggah menuju ke *database* menggunakan *Hypertext Transfer Protocol (HTTP) Request* yang akan memanggil file PHP yang ada pada *server*. File PHP tersebut berisi *query* untuk memasukkan data BLE beserta ID Raspberry Pi pengirimnya ke *database* yang telah dibuat sebelumnya. Data-data yang dikirim ke *database* tak lain adalah MAC *address* BLE sebagai ID Beacon, ID Raspberry Pi pengirim, rata-rata nilai RSSI dari BLE tersebut, dan waktu saat data tersebut dikirimkan. Struktur tabel yang digunakan untuk menyimpan data-data tersebut tertera pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Struktur Tabel *Monitoring*

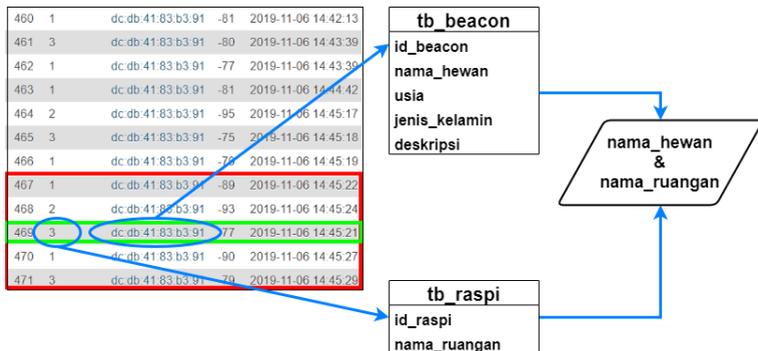
id_mnt	id_raspi	id_beacon	rss_i	time
386	1	dc:db:41:83:b3:91	-62	2019-11-06 14:16:04
387	2	dc:db:41:83:b3:91	-93	2019-11-06 14:16:07
388	1	dc:db:41:83:b3:91	-68	2019-11-06 14:16:07
389	1	dc:db:41:83:b3:91	-62	2019-11-06 14:16:10
390	2	dc:db:41:83:b3:91	-93	2019-11-06 14:16:14
391	1	dc:db:41:83:b3:91	-63	2019-11-06 14:16:15
392	2	dc:db:41:83:b3:91	-92	2019-11-06 14:16:17
393	1	dc:db:41:83:b3:91	-69	2019-11-06 14:17:26
394	1	dc:db:41:83:b3:91	-58	2019-11-06 14:17:31
395	1	dc:db:41:83:b3:91	-63	2019-11-06 14:17:35
396	1	dc:db:41:83:b3:91	-64	2019-11-06 14:17:39

Pengunggahan *image* ke *server* dilakukan dengan cara yang berbeda yaitu menggunakan *File Transfer Protocol (FTP)*. Hal ini dilakukan dengan mendefinisikan *host*, *username*, dan *password* yang akan digunakan untuk mengakses *server* terlebih dahulu. *Host* yang didefinisikan adalah alamat IP (*Internet Protocol*) dari *server* yang digunakan. Setelah FTP didefinisikan, pengunggahan *image* dilakukan dengan cara membuka berkas *image* yang telah disimpan pada proses sebelumnya dan menyimpannya ke dalam suatu variabel yang akan dipanggil saat *FTP Request* dilakukan. Selain *image*, *user* juga perlu mendefinisikan nama yang digunakan untuk mena-

mai berkas *image* ketika disimpan di *server*. Pada tugas akhir ini nama yang digunakan merupakan MAC *address* BLE. Hal ini ditunjukkan untuk mempermudah pemanggilan *image* sesuai ID atau MAC *address* BLE pada aplikasi.

3.12 Konversi Data BLE Menjadi Lokasi Hewan Peliharaan

Pada tahap ini konversi data *monitoring* yang ada di *server* diambil menggunakan program PHP pada *server*. Program tersebut menentukan lokasi hewan dengan cara mengambil 5 data terakhir pada tabel *monitoring* dan memilih satu data dengan nilai RSSI terbesar. Setelah data *monitoring* didapatkan maka ID Raspberry Pi dan ID Beacon kemudian dicocokkan dengan nama ruangan dan nama hewan yang ada pada tabel Beacon dan tabel Raspi. Proses tersebut diilustrasikan pada Gambar 3.11.

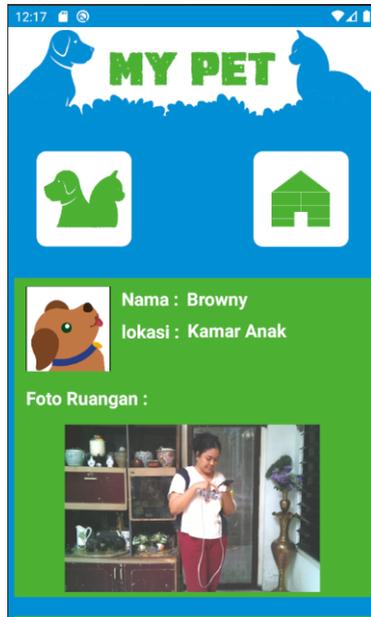


Gambar 3.11: Ilustrasi Penentuan Lokasi Hewan

3.13 Menampilkan Lokasi Hewan Peliharaan dan *Image* Ruangannya

Setelah instalasi aplikasi selesai dilakukan, hal pertama yang harus dilakukan oleh *user* adalah memasukkan ID Raspberry Pi yang digunakan beserta nama ruangan tempat Raspberry Pi tersebut diletakkan. Setelah *user* memasukkan ID Raspberry Pi yang digunakan beserta nama ruangnya, selanjutnya, *user* akan diminta

untuk memasukkan *MAC address* dari BLE yang digunakan beserta nama dan informasi lain mengenai hewan peliharaannya. Seluruh data mengenai nama ruangan dan hewan peliharaan yang didaftarkan akan disimpan di *database* agar aplikasi tidak memakan ruang penyimpanan yang banyak untuk menyimpan data-data tersebut.



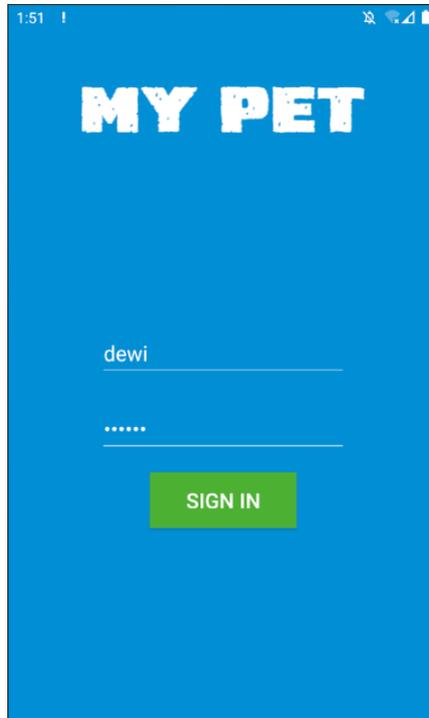
Gambar 3.12: Tampilan Beranda Aplikasi

Jika *user* telah memasukkan seluruh data mengenai hewan peliharaan dan ruangan yang ada di rumah, maka nama dan lokasi hewan akan ditampilkan di beranda aplikasi beserta *image* ruangan yang telah diambil dari *server* sebelumnya seperti pada Gambar 3.12. Seperti yang dapat dilihat pada gambar tersebut, aplikasi memiliki dua menu yaitu data hewan dan data ruangan. Pada halaman data hewan akan ditampilkan daftar hewan-hewan peliharaan yang telah didaftarkan sebelumnya beserta deskripsi dari hewan tersebut. Pada halaman data ruangan terdapat daftar ruangan-ruangan yang telah

diregistrasikan sebelumnya beserta ID Raspberry Pi yang diletakkan di ruangan tersebut. Pada proses penampilan *image* ruangan, aplikasi akan mengunduh *image* yang ada di *server* sesuai dengan ID Beacon yang akan ditampilkan data pemantauannya. tampilan hasil *monitoring* akan diperbarui secara otomatis setiap lima detik.

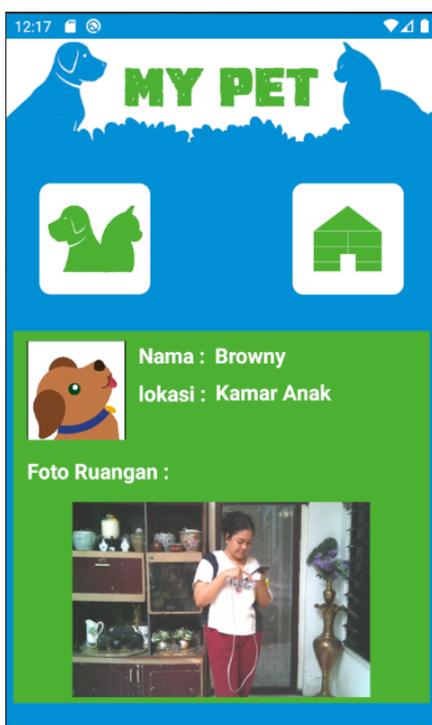
3.14 Desain *User Interface* Aplikasi

Pada halaman utama seperti pada Gambar 3.13, pengguna akan diminta untuk memasukkan *username* dan *password* yang telah diberikan sebelumnya. Setelah pengguna berhasil *login*, maka aplikasi akan menampilkan halaman berandanya.



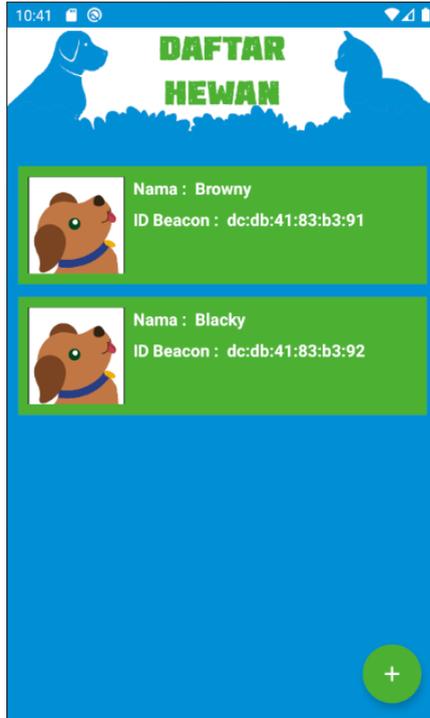
Gambar 3.13: Tampilan Halaman Depan Aplikasi

Aplikasi yang digunakan pada tugas akhir ini memiliki dua menu utama yaitu daftar hewan dan daftar ruangan pada halaman berandanya. Halaman beranda sendiri memuat dua tombol dan satu tampilan *monitoring* dari masing-masing hewan peliharaan yang memuat nama, *image*, dan lokasi hewan peliharaan serta *image* ruangan tempat hewan peliharaan berada. Tampilan beranda pada Aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.14. Selain itu terdapat dua tombol yang akan mengarahkan pengguna ke halaman Daftar Hewan atau Daftar Ruangan.



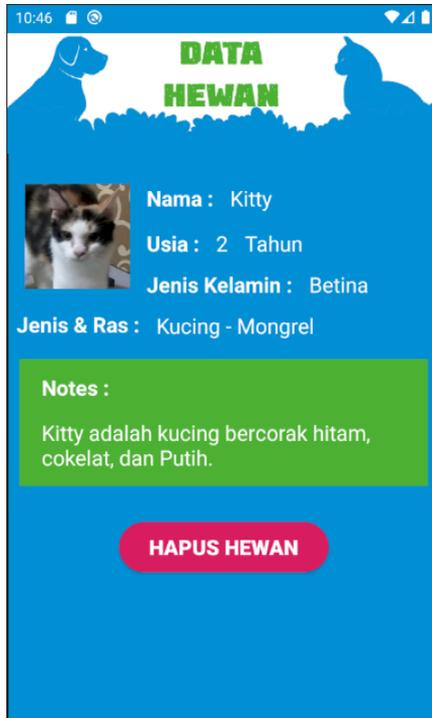
Gambar 3.14: Tampilan Beranda Aplikasi

Menu Daftar Hewan akan menampilkan daftar hewan peliharaan yang terdaftar dan memiliki tampilan seperti pada Gambar 3.15.



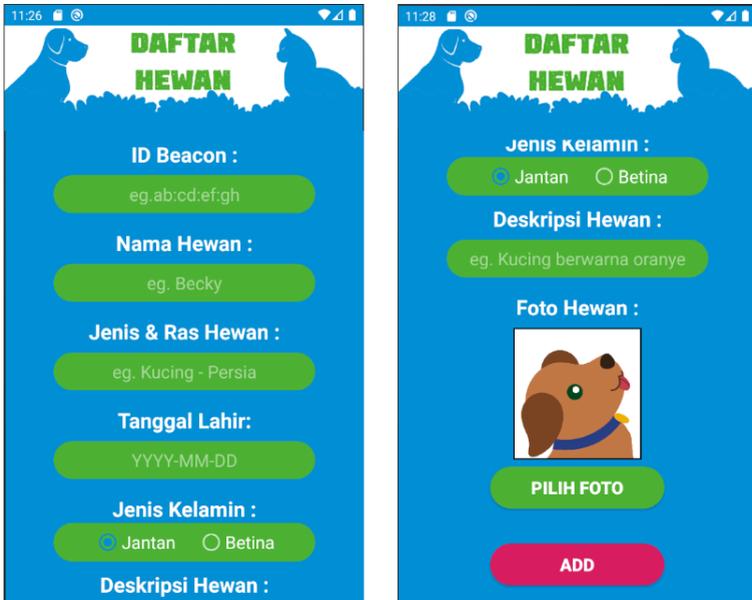
Gambar 3.15: Tampilan Menu Daftar Hewan

Jika salah satu info hewan peliharaan diklik maka aplikasi akan menampilkan data lengkap mengenai hewan peliharaan tersebut pada halaman Data Hewan. Data tersebut berisi nama, jenis dan ras hewan, usia, jenis kelamin, dan deskripsi hewan peliharaan seperti pada Gambar 3.16. Pada halaman ini juga terdapat tombol yang digunakan untuk menghapus data hewan peliharaan.



Gambar 3.16: Tampilan Halaman Data Hewan

Pada menu Daftar Hewan terdapat tombol "+" yang akan membuka halaman yang digunakan untuk menambahkan hewan peliharaan baru seperti pada Gambar 3.17. Pada halaman penambahan hewan ini, pengguna akan diminta untuk memasukkan beberapa informasi mengenai hewan peliharaannya beserta *MAC address* dari BLE yang dipasangkan ke hewan.



(a) Bagian Atas Halaman Tambah Hewan (b) Bagian Bawah Halaman Tambah Hewan

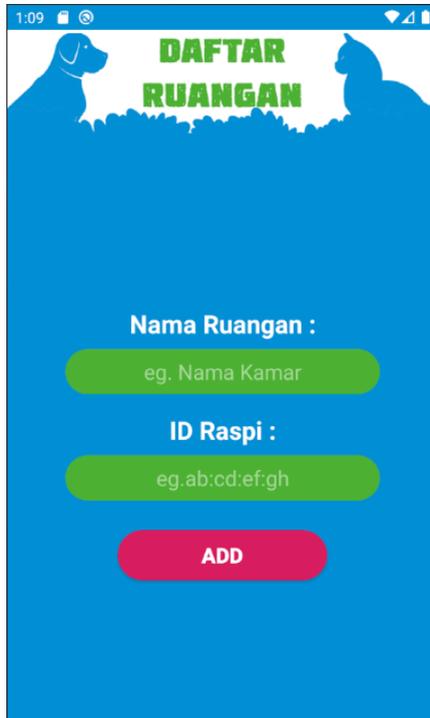
Gambar 3.17: Tampilan Halaman Untuk Mendaftarkan Hewan

Sedangkan pada menu Daftar Ruangan akan ditampilkan nama-nama ruangan beserta ID Raspberry Pi yang berada pada ruangan tersebut. Tampilan dari menu ini dapat dilihat pada Gambar 3.18. Pada halaman ini pengguna akan diminta memasukkan MAC *address* dari *receiver* yang digunakan beserta nama ruangan tempat *receiver* tersebut diletakkan nantinya.



Gambar 3.18: Tampilan Menu Daftar Ruangan

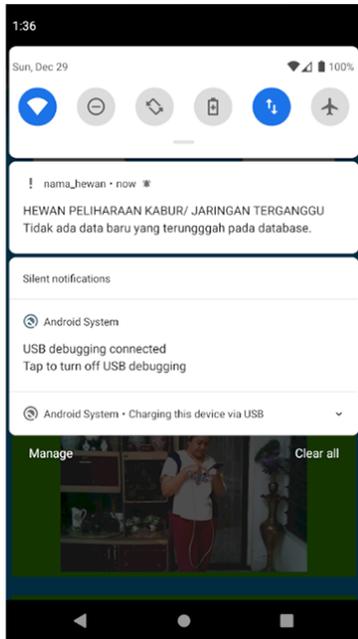
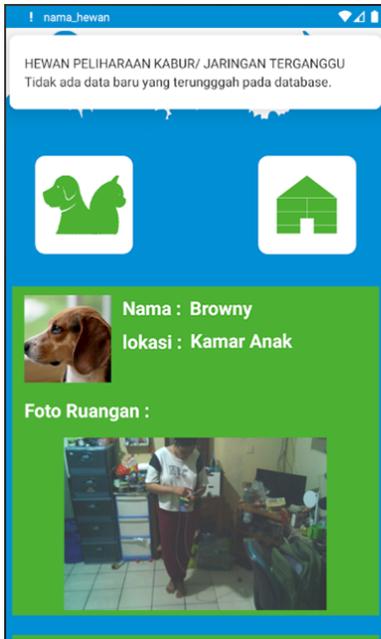
Selain menampilkan daftar ruangan pada menu tersebut terdapat tombol "+" yang dapat digunakan untuk mendaftarkan ruangan baru. Pengguna akan diminta untuk memasukkan nama ruangan dan ID Raspberry baru yang akan digunakan pada halaman pendaftaran ruangan tersebut. Tampilan dari halaman pendaftaran ruangan dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19: Tampilan Halaman Untuk Mendaftarkan Ruangan

3.14.1 Notifikasi

Aplikasi didesain untuk memberi notifikasi kepada pengguna ketika salah satu hewan peliharaannya keluar dari lingkungan rumah atau jaringan di rumah sedang mengalami gangguan. Notifikasi akan tampil ketika dalam tiga menit tidak ada data *monitoring* baru dari hewan tersebut yang terunggah ke *database*. Tampilan notifikasi pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20: Tampilan Noifkasi pada Aplikasi

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dilakukan pengujian serta analisa terhadap desain sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan maksud dan tujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas serta efisiensi desain sistem sehingga dapat menarik kesimpulan terhadap penelitian tugas akhir ini. Secara garis besar, pengujian yang akan dilakukan pada bagian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Alat - Meliputi pengujian kemampuan daya tangkap *receiver* dalam mendeteksi perangkat *Bluetooth* BLE serta pengambilan *image* ruangan ketika BLE terdeteksi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi alat bila diimplementasikan pada sistem yang telah dirancang.
2. Pengujian Sistem Pemantauan Hewan Peliharaan - Meliputi pengujian pengolahan data di sistem yang akan mengeluarkan nama ruangan tempat hewan peliharaan dan BLE berada sebagai keluarannya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi sistem dalam menentukan lokasi keberadaan hewan peliharaan berdasarkan alur sistem yang telah dirancang.
3. Pengujian Aplikasi - Meliputi pengujian efektivitas *User Interface* (UI) sebagai tampilan akhir dari desain sistem yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keahaman pengguna aplikasi dalam mengoperasikan aplikasi yang telah dirancang.

4.1 Pengujian Alat

Bagian ini merupakan langkah awal dalam memulai pengujian secara keseluruhan. Pada bagian pengujian alat terdapat pengujian kemampuan daya tangkap *receiver* dalam mendeteksi perangkat BLE pada jarak yang telah ditetapkan serta pengambilan *image* ruangan menggunakan Raspberry Pi *Camera* ketika BLE berada di ruangan yang telah ditentukan skemanya.

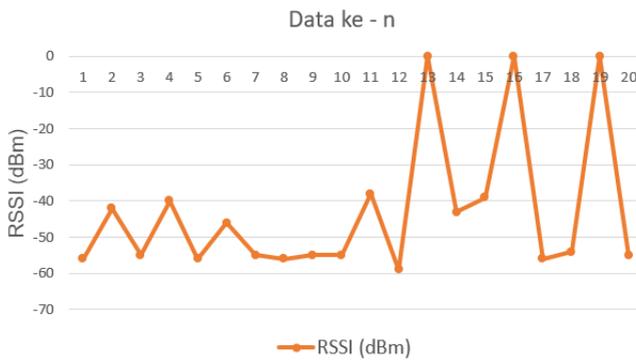
4.1.1 Pengujian Deteksi BLE

Pengujian ini dimulai dengan memasukkan MAC *address* yang dimiliki oleh setiap perangkat BLE ke dalam *database* yang terdapat di *server*. Dengan cara ini *receiver* dapat membedakan perangkat BLE yang terdaftar dan tidak terdaftar pada sistem. Pada keseluruhan pengujian ini Raspberry Pi 3b+ digunakan sebagai *receiver*. Berikutnya, dilakukan pengujian deteksi perangkat BLE menggunakan *receiver*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan perangkat BLE pada jarak satu meter dengan *receiver*. Kemudian dilakukan pengujian selama dua puluh detik untuk mendapatkan dua puluh sampel data yang akan menunjukkan kemampuan *receiver* dalam mendeteksi perangkat BLE beserta indikator kekuatan sinyal yang dicatat dalam nilai *Receive Signal Strength Indicator* (RSSI). Pengujian deteksi BLE pada jarak satu meter dicatat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Pengujian Deteksi BLE dengan Jarak 1 Meter

Data ke - n	RSSI (dBm)
1	-56
2	-42
3	-55
4	-40
5	-56
6	-46
7	-55
8	-56
9	-55
10	-55
11	-38
12	-59
13	0
14	-43
15	-39
16	0
17	-56
18	-54
19	0
20	-55

Dari data yang tertera dapat disimpulkan bahwa perangkat BLE terdeteksi sebanyak 17 kali pada pengujian dengan jarak satu meter selama 20 detik. Nilai RSSI yang bersifat fluktuatif diakibatkan sinyal *broadcast* BLE yang sifatnya juga cenderung fluktuatif. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada dasarnya RSSI bersifat rentan terhadap *noise*, *multi-path fading*, gangguan, dan lain sebagainya. Jika digambarkan dengan grafik maka fluktuasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 dengan nilai RSSI nol ketika BLE tidak terdeteksi oleh *receiver*.



Gambar 4.1: Grafik Pengujian Deteksi BLE dengan Jarak 1 Meter

Selanjutnya pengujian dilakukan kembali dengan menambah jarak antara perangkat BLE dan *receiver* sebanyak satu meter dan terus ditambahkan pada pengujian berikutnya sampai jarak antara perangkat BLE dan *receiver* berjarak 20 meter. Pengujian deteksi BLE pada jarak 20 meter dicatat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Pengujian Deteksi BLE dengan Jarak 20 Meter

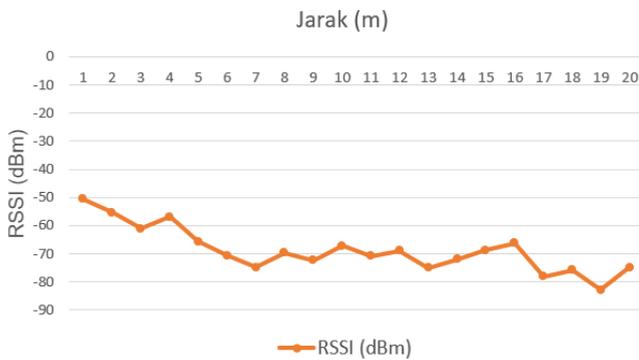
Data ke - n	RSSI (dBm)
1	-91
2	-
3	-79
4	-
5	-68
6	-80
7	-81
8	-65
9	-
10	-
11	-67
12	-80
13	-
14	-70
15	-67
16	-
17	-69
18	-82
19	-69
20	-79

Dari data yang tertera dapat disimpulkan bahwa perangkat BLE terdeteksi sebanyak 14 kali pada pengujian dengan jarak 20 meter selama 20 detik. Setelah dilakukan percobaan dengan 20 jarak yang berbeda-beda, dibuatlah rekapitulasi data jumlah deteksi BLE pada setiap meternya yang dicatat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Rekapitulasi Pengujian Deteksi BLE

Jarak (m)	Jumlah BLE Terdeteksi	RSSI (dBm)
1	17	-50.59
2	19	-55.37
3	19	-61.11
4	19	-56.89
5	20	-65.65
6	13	-70.54
7	16	-74.75
8	15	-69.73
9	13	-72.31
10	13	-67.23
11	15	-70.8
12	17	-68.94
13	17	-74.94
14	17	-71.94
15	18	-68.67
16	11	-66.17
17	9	-78
18	14	-75.79
19	4	-82.75
20	14	-74.79

Jika digambarkan dengan grafik maka perubahan nilai RSSI terhadap jarak BLE dari *receiver* dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2: Grafik Rekapitulasi Pengujian Deteksi BLE

Dari data yang tertera dapat disimpulkan bahwa BLE masih dapat dideteksi sampai dengan jarak 20 meter walau pun nilai RSSI-nya masih bersifat fluktuatif. Dan dapat disimpulkan bahwa RSSI dari BLE yang tidak diolah tidak dapat dijadikan sebagai acuan jarak BLE dari *receiver* karena nilainya yang fluktuatif. Oleh karena itu pada penelitian tugas akhir ini yang dijadikan acuan lokasi BLE hanya perbandingan nilai RSSI yang didapatkan dari setiap *receiver* atau ruangan.

4.1.2 Pengujian Pengambilan *Image* Ruangan

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan *image* menggunakan Raspberry Pi *Camera* atau Raspicam pada saat BLE terdeteksi di ruangan tersebut. Hasil *image* ruangan tersebut kemudian diberi nama sesuai dengan MAC *address* BLE yang terdeteksi. Setelah *image* diambil dan disimpan, hal selanjutnya yang dilakukan oleh program adalah mengatur *brightness*, *contrast*, dan rotasi dari hasil *image* tersebut dan mengunggahnya ke server agar dapat diteruskan ke aplikasi. Skema ruangan-ruangan yang digunakan pada pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 3.3. Dengan meletakkan BLE di ruangan yang berbeda pada waktu yang berbeda maka didapatkan hasil *image* sesuai dengan Gambar 4.3, Gambar 4.4, dan Gambar 4.5.



Gambar 4.3: Hasil *Image* di Ruangan 1



Gambar 4.4: Hasil *Image* di Ruangn 2



Gambar 4.5: Hasil *Image* di Ruangn 3

Dari ketiga gambar tersebut dapat dibuktikan bahwa ketika kamera berada di dalam ruangan, hasil *image* yang didapatkan cenderung bersifat gelap dan kurang saturasi meskipun pencahayaan di ruangan tersebut sudah cukup terang. Akan tetapi ketika kamera diletakkan di ruangan yang terkena cahaya matahari seperti pada Gambar 4.4, hasil *image* terlihat lebih jelas.

4.2 Pengujian Sistem

Pada bagian ini pengujian yang dilakukan meliputi cara kerja sistem yang digunakan untuk menentukan lokasi BLE. Beberapa sistem yang digunakan adalah, deteksi lokasi BLE berdasarkan nilai RSSI terbesar dan deteksi lokasi BLE berdasarkan rata-rata ID Raspberry Pi.

4.2.1 Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Nilai RSSI Terbesar

Pada pengujian ini, BLE diletakkan pada posisi sesuai Gambar 3.3. dan dari lima data terakhir pada *database* diambil ID Raspberry Pi dengan RSSI terbesar dengan tujuan untuk mengetahui akurasi lokasi BLE dengan menggunakan sistem tersebut. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan posisi BLE berada di ujung ruangan, didapatkan data sesuai Tabel 4.4

Tabel 4.4: Hasil Pengujian Akurasi Lokasi BLE Berdasarkan Nilai RSSI Terbesar

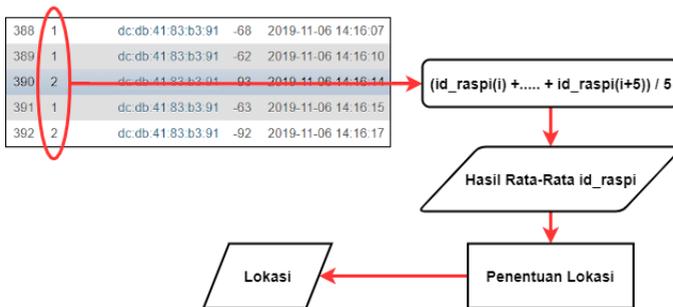
Posisi BLE (Ruangan, Titik)	Receiver di Ujung Ruangan		Receiver di Tengah Ruangan	
	Posisi Terdeteksi (Ruangan)	Error	Posisi Terdeteksi (Ruangan)	Error
1,1	1	0	1	0
1,2	1	0	1	0
1,3	1	0	1	0
1,4	1	0	1	0
1,5	1	0	1	0
1,6	1	0	1	0
1,7	1	0	1	0
1,8	1	0	1	0
1,9	1	0	1	0
2,1	2	0	2	0
2,2	2	0	2	0
2,3	2	0	2	0
2,4	2	0	2	0
2,5	2	0	2	0
2,6	2	0	2	0
2,7	2	0	2	0
2,8	2	0	2	0
2,9	2	0	2	0
3,1	3	0	3	0
3,2	3	0	3	0
3,3	3	0	3	0
3,4	3	0	3	0
3,5	1	1	3	0
3,6	3	0	3	0
3,7	3	0	3	0
3,8	1	1	1	1
Jumlah Error		2	Jumlah Error	1
Persentase Error		7,7%	Persentase Error	3,8%

Dari Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem yang mengambil ID Raspberry Pi dengan RSSI terbesar menghasilkan tingkat akurasi sebesar 92,3%. Terjadinya *error* pada pengujian ini dikarenakan jarak BLE pada titik 3,5 dan 3,8 le-

bih dekat ke *receiver* yang berada di ruangan 1. Begitu pula dengan pengujian yang dilakukan ketika *receiver* diletakkan di tengah ruangan. Selain itu, dapat diketahui juga bahwa tingkat *error* semakin menurun menjadi 3,8% ketika *receiver* berada di tengah ruangan. Hal ini dikarenakan terjadinya perluasan wilayah pendeteksian *receiver* sehingga titik yang semulanya terdeteksi oleh *receiver* lain menjadi lebih dekat dengan *receiver* ruangan yang sebenarnya. Kesalahan pendeteksian yang terjadi pada titik 3,7 dikarenakan jarak BLE yang lebih dekat dengan *receiver* yang berada di ruangan 1.

4.2.2 Deteksi Lokasi BLE Berdasarkan Rata-Rata ID Raspberry Pi

Pada pengujian ini BLE diletakkan pada posisi yang sama dengan pengujian sebelumnya, dan dari lima data terakhir yang terunggah ke *database* diambil lima ID Raspberry pi dari kelima data tersebut. Setelah didapatkan lima nilai maka nilai-nilai tersebut dijumlahkan dan dibagi lima untuk menentukan rata-ratanya. Setelah ditemukan rata-ratanya maka hal selanjutnya yang dilakukan adalah klasifikasi nilai tersebut sehingga lokasi BLE dapat ditentukan. Ilustrasi dari sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6. Dari



Gambar 4.6: Sistem Pengujian Akurasi Lokasi BLE Menggunakan Rata-Rata ID Raspberry Pi

pengujian terhadap sistem tersebut didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.5.

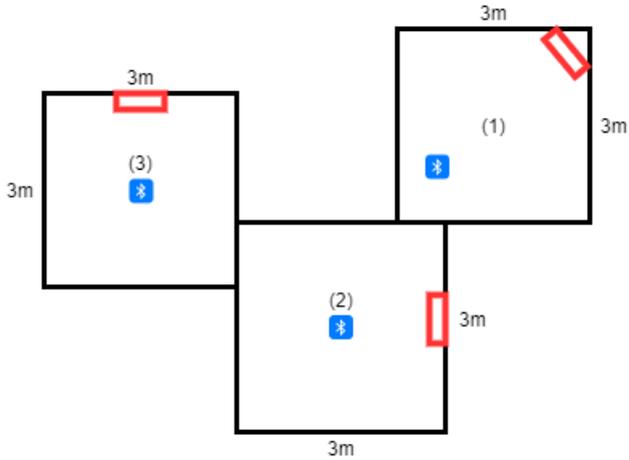
Tabel 4.5: Hasil Pengujian Akurasi Lokasi BLE Menggunakan Rata-Rata ID Raspberry Pi

Posisi BLE (Ruangan, Titik)	Posisi Terdeteksi (Ruangan)	Error
1,1	1	0
1,2	1	0
1,3	2	1
1,4	1	0
1,5	1	0
1,6	1	0
1,7	1	0
1,8	1	0
1,9	1	0
2,1	2	0
2,2	2	0
2,3	2	0
2,4	1	1
2,5	1	1
2,6	2	0
2,7	1	1
2,8	2	0
2,9	2	0
3,1	3	0
3,2	3	0
3,3	3	0
3,4	3	0
3,5	1	1
3,6	3	0
3,7	1	1
3,8	1	1

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan sistem ini tingkat *error* yang didapatkan lebih besar dari pengujian sebelumnya. Pada pengujian sistem ini *error* yang didapatkan sebesar 26,9%. Hal tersebut menandakan bahwa penggunaan sistem ini sebagai penentu lokasi BLE atau hewan peliharaan masih kurang efektif.

4.3 Pengujian Aplikasi

Pada bagian ini pengujian yang dilakukan meliputi tampilan aplikasi ketika BLE berada di ruangan-ruangan yang berbeda dengan denah ruangan dan letak BLE seperti pada Gambar 4.7.



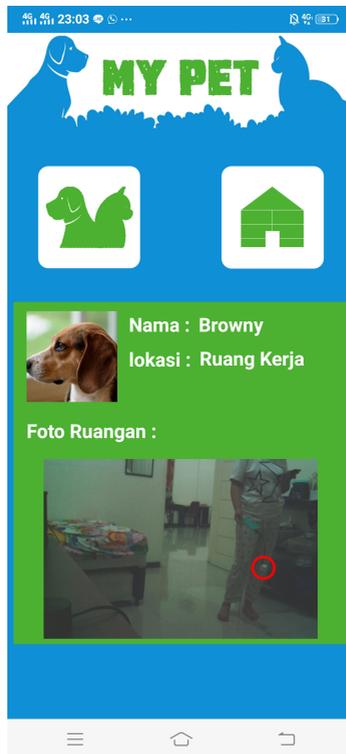
Gambar 4.7: Hasil Pengujian Akurasi Lokasi BLE Berdasarkan Rata-Rata ID Raspberry Pi

BLE yang digunakan pada pengujian ini adalah BLE dengan nama hewan Brownly. Sedangkan nama ruangan-ruangan yang digunakan pada pengujian ini sesuai dengan Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Tabel Nama-Nama Ruangan

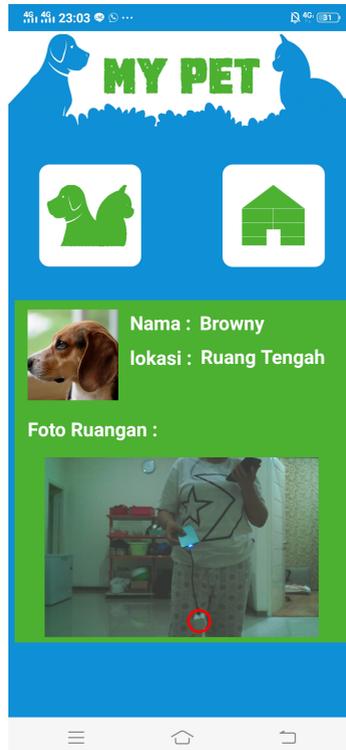
Nomor Ruangan	Nama Ruangan
1	Ruang Kerja
2	Ruang Tengah
3	Ruang TV

Dari pengujian tersebut didapatkan hasil ketika BLE berada di ruangan dan posisi 1, tampilan aplikasi terlihat seperti pada Gambar 4.8.



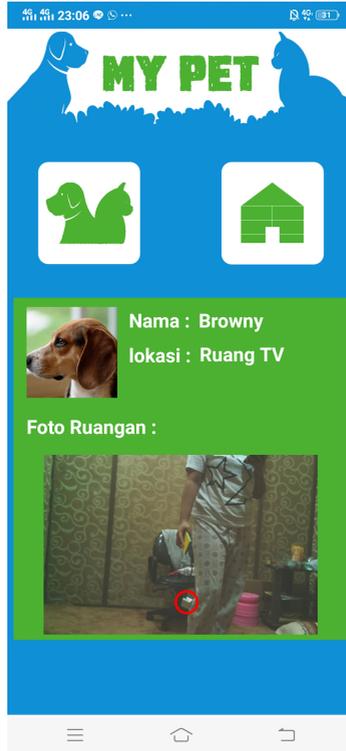
Gambar 4.8: Tampilan Aplikasi Di Ruangan 1

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa data keberadaan BLE serta *image* ruangan yang tampil pada aplikasi sudah sesuai dengan keberadaan BLE yang sebenarnya. Sedangkan ketika BLE berada di ruangan 2 tampilan aplikasi berubah menjadi seperti pada Gambar 4.9. Data yang tampil pada aplikasi ketika BLE berada di ruangan 2 juga sudah sesuai dengan keberadaannya.



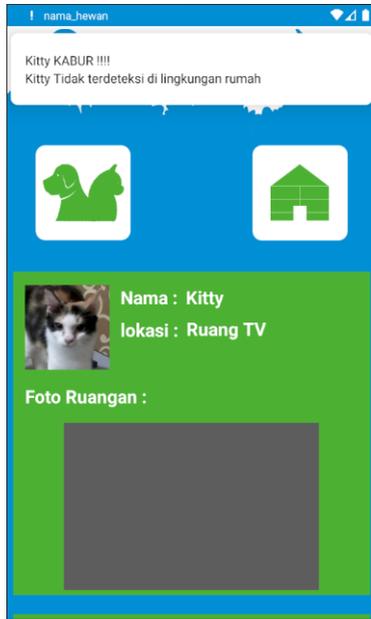
Gambar 4.9: Tampilan Aplikasi Di Ruangan 2

Hal yang sama pun juga terjadi ketika BLE berada di ruangan 3. Tampilan aplikasi saat BLE berada di ruangan 3 dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10: Tampilan Aplikasi Di Ruangan 3

Dari ketiga tampilan aplikasi tersebut lingkaran merah pada setiap *image* ruangan merupakan BLE yang digunakan pada pengujian ini. Dan dalam waktu satu menit setelah BLE berada di luar jangkauan *receiver* maka aplikasi akan menampilkan notifikasi seperti pada Gambar 4.11. Selain itu, *smartphone* juga akan bergetar ketika berada dalam mode getar dan berbunyi ketika dalam mode bunyi.



Gambar 4.11: Tampilan Notifikasi di Aplikasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah diimplementasikan serangkaian prosedur untuk membuat sistem *Monitoring* Hewan Peliharaan dengan menggunakan BLE pada transportasi umum dan setelah dilakukan beberapa pengujian data, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian penggunaan sistem pemantau dan media informasi hewan peliharaan dengan menggunakan teknologi BLE, sistem tersebut dapat bekerja lebih efektif ketika *receiver* diletakkan di tengah ruangan dengan selisih *error* sebesar 3,9% dari hasil pengujian sistem ketika *receiver* berada di ujung ruangan. Hal ini dikarenakan terjadinya perluasan wilayah yang terdeteksi oleh *receiver* yang menjadikan beberapa titik *error* lebih dekat ke salah satu *receiver* dan bisa lebih mudah dideteksi.
2. Pada sistem penentuan lokasi hewan peliharaan menggunakan pemilihan data dengan nilai RSSI terbesar masih terdapat beberapa *error* yang dapat menyebabkan hewan terdeteksi di lokasi yang salah. Tingkat *error* dari pengujian sistem tersebut sebesar 3,8% dengan letak *receiver* berada di tengah ruangan.
3. Penentuan lokasi BLE dengan memilih data dengan nilai RSSI terbesar lebih efektif jika dibandingkan dengan sistem penentuan lokasi BLE menggunakan rata-rata ID Raspberry Pi. Hal ini dikarenakan tingkat *error* yang dihasilkan oleh sistem penentu lokasi menggunakan rata-rata ID Raspberry Pi adalah 26,9%.

5.2 Saran

Demi pengembangan lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, disarankan beberapa langkah lanjutan sebagai berikut:

1. Pembuatan *interface* aplikasi yang lebih informatif dan stabil.
2. Pengembangan sistem yang dapat menampilkan hasil pemantauan dalam waktu yang lebih cepat.

3. Pengembangan sistem agar satu *database* dapat digunakan oleh lebih dari satu *user*.
4. Pengembangan notifikasi pada aplikasi agar lebih interaktif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. K. Fariqi, "Pengembangan aplikasi penentu lokasi sapi menggunakan metode triangulasi berbasis cubeacon," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018. (Dikutip pada halaman xi, 5, 6).
- [2] J. P. A. Vicente Cantón Paterna, Anna Calveras Augé and M. A. P. Bullones, "*A Bluetooth Low Energy Indoor Positioning System with Channel Diversity, Weighted Trilateration and Kalman Filtering*," Universitat Politècnica de Catalunya, 2017. (Dikutip pada halaman xi, xiii, 6, 7, 11, 12, 13).
- [3] W.-H. T. Nour Eddin Tabbakha and C.-P. Ooi, "*Indoor Location and Motion Tracking System For Elderly Assisted Living Home*," Multimedia University, 2017. (Dikutip pada halaman xi, xiii, 8, 9).
- [4] M. N. A. Azam and B. Anindito, "Ble *Observer Device* menggunakan raspberry pi untuk menentukan lokasi ble *Broadcaster*," Universitas Narotama, 2016. (Dikutip pada halaman xi, 9, 10, 16, 17).
- [5] "Ibeacon - *beacon scanner*." <https://coday.me/news/20170530/19671.html>. terakhir diakses tanggal 14 Januari 2018. (Dikutip pada halaman xi, 14).
- [6] U. S. Muhammad Irfan Kurniawan and R. Tulloh, "*Internet of Things : Sistem keamanan rumah berbasis raspberry pi dan telegram Messenger*," Universitas Telkom, 2018. (Dikutip pada halaman xi, 16, 17).
- [7] D. A. Rahmayanti, "Hubungan antara kelekatan pada hewan peliharaan dengan empati," Universitas Gadjah Mada, 2016. (Dikutip pada halaman 1).
- [8] G. D. A. Hartono, P. P. Egan, and A. Sembel, "Pusat hewan peliharaan di kota manado "arsitektur biomimetik"," Arsitektur Biomimetik, 2017. (Dikutip pada halaman 2).

- [9] “Garda satwa minta pelaku penyiksaan diberi efek jera.” <http://ksp.go.id/garda-satwa-minta-pelaku-penyiksaan-hewan>. Terakhir diakses tanggal 1 April 2019. (Dikutip pada halaman 2).
- [10] R. P. Arief Sukma Indrayana and K. Amron, “Rancang bangun sistem komunikasi bluetooth *Low Energy* (ble) pada sistem pengamatan tekanan darah,” Universitas Brawijaya, 2018. (Dikutip pada halaman 13).
- [11] “*How do* ibeacons *Work*.” <https://www.javacodegeeks.com/2014/01/how-do-ibeacons-work.html>. terakhir diakses tanggal 20 November 2019. (Dikutip pada halaman 13).
- [12] T. I. N. A. D. Andika and P. Sihombing, “Perancangan sistem pengukur jarak antara 2 titik *Wireless* xbee pro berdasarkan nilai rssi,” Universitas Sumatera Utara, 2011. (Dikutip pada halaman 17).

LAMPIRAN

Berikut lampiran dari hasil *output* sistem untuk deteksi lokasi BLE menggunakan Raspberry Pi 3B+, untuk hasil lainnya dapat dilihat pada link berikut: **<https://intip.in/5SD4>**

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Dewi Ayu Lulukisna Alam, lahir pada 22 April 1997 di Surabaya, Jawa Timur. Penulis lulus dari SMP Negeri 6 Surabaya pada tahun 2012 kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 5 Surabaya hingga akhirnya lulus pada tahun 2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S-1 ke Departemen Teknik Komputer, FTE-ITS Surabaya. Saat di kuliah penulis aktif menjadi staff *online marketing* di CV Hobby & Pet Centre. Selama masa kuliah penulis aktif dalam berbagai macam organisasi. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau pertanyaan mengenai tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email dewiayula@gmail.com.

Halaman ini sengaja dikosongkan