

**SISTEM PEMANTAUAN MOBILITAS KAWANAN SAPI
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *BLUETOOTH LOW
ENERGY* (BLE)**

SKRIPSI

MUSTAFA KAMAL NASUTION

201402085



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

**SISTEM PEMANTAUAN MOBILITAS KAWANAN SAPI
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *BLUETOOTH LOW
ENERGY* (BLE)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah
Sarjana Teknologi Informasi**

MUSTAFA KAMAL NASUTION

201402085



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

PERSETUJUAN

Judul : SISTEM PEMANTAUAN MOBILITAS KAWANAN
SAPI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)

Kategori : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : MUSTAFA KAMAL NASUTION

Nomor Induk Mahasiswa : 201402085

Program Studi : SARJANA (S1) TEKNOLOGI INFORMASI

Fakultas : ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI
INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Medan, 11 Juli 2024

Komisi Pembimbing:

Pembimbing 1



Seniman S.Kom., M.Kom.

NIP : 198705252014041001

Pembimbing 2



Fahrurrozi Lubis B.IT., M.Sc.IT

NIP : 198610122018052001

Diketahui/disetujui oleh
Program Studi Teknologi Informasi
Ketua,


Dedy Arisandi S.T., M.Kom.
NIP : 19790831200912100

PERNYATAAN

SISTEM PEMANTAUAN MOBILITAS KAWANAN SAPI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *BLUETOOTH LOW ENERGY* (BLE)

SKRIPSI

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 11 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mustafa Kamal Nasution' with a stylized flourish at the end.

Mustafa Kamal Nasution

201402085

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia dan keberkahan yang telah diberikan oleh-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat agar penulis dapat memperoleh gelar Sarjana Komputer, Program Studi S1 Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa sallam yang menjadi panutan hidup penulis agar semangat dan tidak mudah menyerah dalam menjalani berbagai aktivitas termasuk dalam mengerjakan skripsi ini.

Penulis telah banyak menerima bimbingan, nasihat, dukungan, dan doa dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Penulis pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ibu Mardiana dan alm. Bapak Ali Nasti tercinta yang paling berjasa dan selalu mendoakan, mendukung, serta menasehati penulis.
2. Bapak Seniman S.Kom., M.Kom. sebagai Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Fahrurrozi Lubis B.IT., M.Sc.IT sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah bersedia dan bersabar dalam membimbing, mengkritik, dan memberikan saran sehingga penulis dapat memperbaiki berbagai kekurangan yang ada dalam penelitian dan penulisan skripsi menjadi lebih baik.
3. Ibu Dr. Erna Budhiarti Nababan M.IT sebagai Dosen Penguji 1 dan Bapak Mohammad Andri Budiman S.T., M.Comp.Sc., M.E.M. sebagai Dosen Penguji 2 yang telah memberikan banyak masukan dalam skripsi ini.
4. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia B.Sc., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
5. Bapak Dedy Arisandi S.T., M.kom., selaku Ketua Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara dan Bapak Ivan Jaya S.Si., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.

6. Seluruh jajaran Dosen dan Staff Program Studi S1 Teknologi Informasi yang telah menyampaikan ilmu yang bermanfaat dan membantu urusan administrasi penulis selama masa perkuliahan.
7. Abang Shahruman yang sudah membantu penulis dalam mencari peternak sapi untuk diwawancarai.
8. Ibu Ngadia yang telah bersedia menjadi narasumber untuk wawancara terkait peternakan sapi.
9. Teman-teman seperjuangan penulis dalam penyelesaian skripsi ini yaitu Doli, Yehanda, Reza, Gideon, dan Galileo yang saling membantu dan mendukung.
10. Teman-teman rekan kuliah penulis yaitu Ridho Damanik, Hafazh, Afdoni, Rio, Farhan, Ridho Atim, Riski, dan Sam yang sama-sama berjuang dalam menyelesaikan berbagai tugas perkuliahan.
11. Teman-teman asrama Rumah Kepemimpinan sebagai *support system* penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman-teman Kom A Stambuk 2020 Teknologi Informasi.
13. Semua pihak yang membantu penulis dalam berbagai hal terkait perkuliahan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga semua pihak yang telah membantu penulis mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penelitian dan penulisan skripsi ini memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat untuk pengembangan dan penyempurnaan penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dikembangkan oleh para pembaca, khususnya para Bapak/Ibu Dosen dan rekan-rekan mahasiswa.

Medan, 11 Juli 2024



Mustafa Kamal Nasution
201402085

ABSTRAK

Hewan Ternak merupakan hewan yang dipelihara secara sengaja dengan tujuan memperbanyak jumlah hewan yang dipelihara tersebut melalui proses perkembangbiakan yang didukung melalui perawatan dan penyediaan pakan secara berkala. Sistem pemeliharaan dalam beternak sapi secara umum terdiri dari 3 jenis, yaitu intensif, ekstensif, dan semi intensif. Peternakan sapi secara ekstensif memiliki keunggulan dalam biaya pakan yang lebih rendah karena kawanan sapi mendapatkan makanannya sendiri dari alam, pemeliharaan yang lebih minim. Namun, salah satu kekurangan dari sistem pemeliharaan ini adalah pemantauan mobilitas kawanan sapi yang kurang maksimal oleh peternak. Masalah ini menyebabkan peternak kesulitan untuk memantau kawanan sapi yang berkemungkinan adanya sapi yang hilang karena terpisah atau bahkan dicuri dari kawanan. Penelitian ini dilaksanakan yaitu untuk membuat perangkat pemantauan mobilitas kawanan sapi berbasis *Internet of Things* (IoT) dan membantu peternak memantau kawanan sapi ketika di luar kandang menjadi lebih maksimal. Penelitian yang dilaksanakan telah memaparkan implementasi komponen *microcontroller* ESP32, BLE, modul GPS Air503Z-BD, sensor MPU6050, modul komunikasi 4G, *bot* Telegram, ThingSpeak, dan aplikasi *web* untuk membangun sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat ESP32 dapat menghubungkan perangkat *Central* dan perangkat *Peripheral* menggunakan BLE *beacon*. Kemudian Modul GPS Air530Z-BD berhasil digunakan untuk menentukan lokasi perangkat keras melalui perangkat *Central*. Selanjutnya, data kawanan sapi yang dikirim ke *web server* ditampilkan menjadi visualisasi data berupa titik koordinat kawanan sapi dan jumlah sapi yang terdeteksi, kemudian ditunjukkan juga pada aplikasi *web*.

Kata kunci: Peternakan sapi, Pemeliharaan ekstensif, BLE, Sistem, Komponen

CATTLE MOBILITY MONITORING SYSTEM USING BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE) TECHNOLOGY

ABSTRACT

Cattle are animals that are kept intentionally with the aim of increasing the number of animals kept through a breeding process that is supported through regular care and provision of feed. There are three types of cattle farming systems: intensive, extensive and semi-intensive. Extensive cattle farming has the advantage of lower feed costs because the herd gets its own food from nature, and less maintenance. However, one of the disadvantages of this rearing system is the less than optimal monitoring of herd mobility by farmers. This problem makes it difficult for farmers to monitor the herd of cattle, which may result in lost cows due to separation or even theft from the herd. This research was conducted to create an Internet of Things (IoT) based cattle herd mobility monitoring device and help farmers monitor cattle herds when outside the cage to be maximized. The research conducted has described the component implementation of the ESP32 microcontroller, BLE, Air503Z-BD GPS module, MPU6050 sensor, 4G communication module, Telegram bot, ThingSpeak, and web application to build a cattle herd mobility monitoring system. The results of this research show that the ESP32 device can connect the Central device and Peripheral devices using BLE beacon. Then the Air530Z-BD GPS Module is successfully used to determine the location of the hardware through the Central device. Furthermore, the cattle data sent to the web server is displayed as a data visualization in the form of the cattle coordinates and the number of cows detected, then also shown on the web application.

Keywords: Cattle farm, Extensive maintenance, BLE, System, Components

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Hewan Ternak Sapi	6
2.2. <i>Bluetooth Low Energy (BLE)</i>	7
2.3. <i>Microcontroller</i>	8
2.4. <i>Global Positioning System (GPS)</i>	9
2.5. <i>Fourth-Generation (4G)</i>	11
2.6. <i>Sensor Gyroscope dan Accelerometer</i>	13

2.7. <i>Hypertext Transfer Protocol (HTTP)</i>	14
2.8. Penelitian Terdahulu.....	15
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	21
3.1. Analisis Masalah	21
3.2. Analisis Data	22
3.3. Perancangan Sistem.....	23
3.3.1. <i>Kebutuhan sistem</i>	23
3.3.2. <i>Perancangan perangkat keras</i>	24
3.3.3. <i>Pembuatan source code perangkat keras</i>	25
3.3.4. <i>Pembuatan web server</i>	25
3.3.5. <i>Pembuatan aplikasi web</i>	26
3.3.6. <i>Pembuatan bot Telegram</i>	26
3.3.7. <i>Mekanisme sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi</i>	27
3.3.8. <i>Studi kelayakan</i>	28
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM.....	31
4.1. Implementasi Sistem	31
4.1.1. <i>Komponen deteksi pergerakan</i>	31
4.1.2. <i>Komponen pelacakan lokasi</i>	32
4.1.3. <i>Koneksi internet perangkat central</i>	33
4.1.4. <i>Menghubungkan antar perangkat keras</i>	33
4.1.5. <i>Pengiriman data ke web server</i>	35
4.1.6. <i>Tampilan lokasi dan jumlah sapi terdeteksi di aplikasi web</i>	36
4.1.7. <i>Bot telegram</i>	37
4.2. Pengujian Sistem	39
4.2.1. <i>Pengujian akurasi modul gps</i>	39
4.2.2. <i>Pengujian jarak jangkauan deteksi perangkat central</i>	44

4.2.3. <i>Pengujian latency pengiriman data</i>	45
4.2.4. <i>Evaluasi sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi</i>	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori LTE UE	12
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Komponen Perangkat Keras.....	24
Tabel 3.2 Komponen Perangkat Lunak.....	24
Tabel 3.3 Rincian harga komponen utama perangkat keras	28
Tabel 4.1 Ukuran tingkat kekuatan sinyal.....	33
Tabel 4.2 Ukuran tingkat kekuatan sinyal yang diterima	35
Tabel 4.3 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian pertama.....	46
Tabel 4.4 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kedua	46
Tabel 4.5 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian ketiga.....	47
Tabel 4.6 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian keempat	47
Tabel 4.7 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kelima.....	48
Tabel 4.8 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian pertama.....	48
Tabel 4.9 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kedua	49
Tabel 4.10 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian ketiga.....	49
Tabel 4.11 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian keempat	50
Tabel 4.12 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kelima.....	50
Tabel 4.13 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan pertama	51
Tabel 4.14 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan kedua.....	52
Tabel 4.15 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan ketiga	52
Tabel 4.16 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan keempat.....	52
Tabel 4.17 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan kelima	53
Tabel 4.18 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan keenam.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pemeliharaan ekstensif di perkebunan sawit.....	7
Gambar 2.2 Hubungan <i>Central</i> dan <i>Peripheral</i>	8
Gambar 2.3 <i>Microcontroller</i> ESP32	9
Gambar 2.4 Sistem Koordinat GPS	10
Gambar 2.5 Modul GPS.....	11
Gambar 2.6 Modul komunikasi 4G.....	12
Gambar 2.7 Ilustrasi cara kerja <i>gyroscope</i>	13
Gambar 2.8 Mekanisme <i>Accelerometer</i>	14
Gambar 2.9 <i>Request</i> dan <i>response</i> pada protokol HTTP	14
Gambar 3.1 Wawancara dengan peternak sapi	21
Gambar 3.2 Arsitektur umum sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi	23
Gambar 3.3 Tampilan <i>channel</i> ThingSpeak.....	25
Gambar 3.4 Tampilan aplikasi <i>web</i>	26
Gambar 3.5 Tampilan <i>bot</i> Telegram	27
Gambar 4.1 Data pergerakan.....	31
Gambar 4.2 Data titik koordinat.....	32
Gambar 4.3 Titik koordinat perangkat modul GPS	32
Gambar 4.4 <i>Test</i> jaringan menggunakan ISP Telkomsel	33
Gambar 4.5 Perangkat <i>Peripheral</i> mengirim data	34
Gambar 4.6 Perangkat <i>Central</i> mendeteksi dan menerima data	34
Gambar 4.7 Visualisasi data titik koordinat.....	35
Gambar 4.8 Visualisasi data jumlah sapi terdeteksi.....	35
Gambar 4.9 Tampilan pada aplikasi <i>web</i>	36
Gambar 4.10 Perubahan jumlah sapi terdeteksi	37
Gambar 4.11 Meminta lokasi perangkat <i>Central</i> melalui <i>bot</i> Telegram	37
Gambar 4.12 <i>Bot</i> Telegram menolak percakapan dengan akun Telegram lain	38
Gambar 4.13 Notifikasi dari <i>bot</i> Telegram	39
Gambar 4.14 Pengujian Lokasi ke-1 di Gedung D Fasilkom-TI	40
Gambar 4.15 Pengujian lokasi ke-2 di Gedung C Fasilkom-TI.....	40

Gambar 4.16 Pengujian lokasi ke-3 di Masjid Al-Ikhlas FKG USU	41
Gambar 4.17 Pengujian lokasi ke-4 di Perpustakaan USU	41
Gambar 4.18 Pengujian lokasi ke-5 di Musholla FISIP USU	42
Gambar 4.19 Pengujian lokasi ke-6 di Masjid Baiturrahmah FEB USU	42
Gambar 4.20 Pengujian lokasi ke-7 di Masjid Asy-Syifa Fakultas Farmasi USU	43
Gambar 4.21 Pengujian lokasi ke-8 di Masjid Dakwah USU	43
Gambar 4.22 Jarak jangkauan pendeteksian oleh perangkat <i>Central</i>	44
Gambar 4.23 Data diterima <i>web server</i> dengan baik	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hewan merupakan sumber daya alam biotik (Murti & Maya, 2021) yang sangat beragam baik itu di darat maupun di air. Berbagai jenis hewan dapat ditenakkan. Hewan Ternak merupakan hewan yang dipelihara secara sengaja dengan tujuan memperbanyak jumlah hewan yang dipelihara tersebut melalui proses perkembangbiakan yang didukung melalui perawatan dan penyediaan pakan secara berkala yang kemudian hasil dari perkembangbiakan itu dapat diambil berbagai manfaat seperti bahan pangan, kebutuhan industri, pengobatan, pemasaran, membantu aktivitas manusia khususnya dalam bertani, dan lain sebagainya.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2009 Pasal 1 mendefinisikan peternakan adalah segala urusan yang berkaitan dengan sumber daya, fisik, benih, bibit dan/atau bakalan, pakan, alat dan mesin peternakan, budi daya ternak, panen, pascapanen, pengolahan, pemasaran, dan pengusahaannya. Sapi merupakan salah satu jenis hewan yang paling banyak ditenakkan karena memberikan hasil yang beragam untuk dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan atau bahkan industri seperti daging, susu, kulit, dan lainnya.

Sistem pemeliharaan dalam beternak sapi secara umum terdiri dari 3 jenis, yaitu intensif, ekstensif, dan semi intensif. Peternakan ekstensif mengutamakan teknik penggembalaan dengan investasi finansial yang terjangkau dan manajemen yang sederhana, sehingga menghasilkan ketahanan ekonomi terhadap fluktuasi pasar (Vaintrub *et al.*, 2021).

Peternakan sapi secara ekstensif juga dapat diintegrasikan dengan perkebunan sawit seperti yang dibahas oleh Melani *et al.* (2023) pada penelitiannya di perkebunan sawit di Desa Sangkir Indah, Kecamatan Pagaran Tapah Darussalam Kabupaten Rokan Hulu, dimana masyarakat di sana mengintegrasikan peternakan sapi di kebun sawit. Pemanfaatan sistem ini membuat sapi mendapatkan pakan yang

lebih banyak sekaligus membantu membersihkan gulma dan rumput liar di area perkebunan sawit yang membantu petani dalam pembersihan area perkebunan, serta kotoran sapi dapat diolah menjadi pupuk organik. Berdasarkan hal di atas dapat disimpulkan integrasi pemeliharaan secara ekstensif di lahan perkebunan sawit membentuk simbiosis mutualisme, dimana pakan untuk sapi tersedia, perkebunan lebih bersih, serta pekebun mendapatkan pupuk alami dari kotoran sapi untuk diolah.

Sistem pemeliharaan ekstensif tidak terlepas dari kekurangan, salah satunya peternak tidak bisa memantau sapi secara maksimal. Hal ini menjadi kendala bagi peternak dalam memastikan keamanan sapi-sapinya seperti hilangnya salah satu atau beberapa sapi karena terpisah atau bahkan dicuri dari kawanan (Zulkarnaen *et al.*, 2022).

Berdasarkan hal di atas, diperlukan usaha lebih untuk membantu peternak dalam memantau kawanan sapinya, salah satu caranya yaitu membuat perangkat pemantauan mobilitas kawanan sapi menggunakan perangkat *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini menerapkan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) agar bisa saling terhubung satu sama lain. Perangkat ini akan dibuat menjadi dua jenis peran, yaitu perangkat *Central* dan *Peripheral*. Setiap perangkat *Peripheral* terhubung ke perangkat *Central* untuk memastikan semua sapi berada dalam kawanannya.

Bluetooth Special Interest Group (SIG) melalui websitenya menjelaskan BLE adalah teknologi *bluetooth* yang dirancang untuk pengoperasian dengan daya yang sangat rendah, konektivitas yang fleksibel yang memungkinkan BLE mendukung pembuatan jaringan perangkat yang andal (Sumber: Bluetooth.com).

Perangkat pemantauan mobilitas kawanan sapi ini akan dipakaikan sapi, kemudian perangkat *Central* akan mendeteksi perangkat *Peripheral* dan memberikan data jumlah sapi pada kawanan. Sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi akan membantu peternak lebih maksimal dan teliti dalam memantau kawanan sapi miliknya ketika berada di luar kandang.

1.2. Rumusan Masalah

Sistem pemeliharaan secara ekstensif memiliki potensi menghasilkan produksi yang lebih tinggi dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah. Namun, salah satu

kekurangan dari sistem pemeliharaan ini adalah pemantauan mobilitas kawanan sapi yang kurang maksimal oleh peternak. Masalah ini menyebabkan peternak kesulitan untuk memantau kawanan sapi yang berkemungkinan adanya sapi yang hilang karena terpisah atau bahkan dicuri dari kawanan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilaksanakan yaitu untuk membuat perangkat pemantauan mobilitas kawanan sapi berbasis *Internet of Things* (IoT) dan membantu peternak memantau kawanan sapi ketika di luar kandang menjadi lebih maksimal. Tujuan lainnya yaitu menguji penggunaan BLE untuk menghubungkan antar perangkat ESP32 dengan cara membuat perangkat tersebut terbagi menjadi dua peran yaitu perangkat *Central* dan *Peripheral*. Tujuan berikutnya yaitu membuat aplikasi *web* yang menampilkan lokasi dan jumlah sapi terdeteksi, menguji akurasi modul GPS Air530Z-BD, serta menguji *latency* pengiriman data perangkat keras menuju *web server*.

1.4. Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Perangkat keras pemantauan mobilitas kawanan sapi tidak menunjukkan lokasi setiap sapi karena perangkat dirancang untuk menunjukkan lokasi kawanan sapi melalui lokasi sapi yang menggunakan perangkat *Central*.
2. Jika ada sapi yang terpisah dari kawanan, informasi yang diberikan sistem yaitu berkurangnya jumlah sapi terdeteksi pada grafik di *channel web server* dan pada tampilan aplikasi *web*, serta notifikasi adanya sapi yang keluar dari kawanan melalui *bot* Telegram.
3. Sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi dirancang untuk peternakan sapi dalam skala kecil hingga menengah dan pemeliharaan secara ekstensif.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini seperti:

1. Membantu peternak agar lebih mudah memantau mobilitas kawanan sapi ketika di luar kandang.

2. Menginformasikan ketika ada sapi yang keluar maupun kembali ke kawanan sehingga peternak dapat secepatnya mencari sapi tersebut.
3. Membantu peternak untuk menjemput kawanan ternak ke lokasi yang ditunjukkan sistem untuk dibawa pulang ke kandang.

1.6. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan langkah-langkah berikut ini:

1. Studi literatur, hal ini dilakukan sebagai upaya pencarian dan informasi yang dibutuhkan untuk dijadikan bahan referensi penelitian yang didapatkan dari beberapa sumber seperti *e-book*, artikel, jurnal penelitian, dan *website* yang terpercaya keabsahan informasi yang disajikannya.
2. Identifikasi masalah yang bertujuan untuk mencari apa saja titik permasalahan yang ada, sehingga bisa disimpulkan rumusan masalah dan ditentukan batasan masalah agar penelitian ini memiliki fokus mencari solusi yang jelas dan terarah.
3. Perancangan sistem. Langkah ini dilakukan untuk merancang arsitektur sistem yang sesuai dengan kebutuhan solusi permasalahan yang dijelaskan pada batasan masalah.
4. Implementasi sistem. Langkah ini mulai dikerjakan ketika arsitektur sistem sudah selesai dirancang dan selanjutnya akan dilakukan perancangan sistem berupa *prototype*.
5. Pengujian sistem. Langkah ini dilaksanakan untuk menguji fungsionalitas perangkat, kemudian hasil yang didapatkan akan dikumpulkan untuk dibahas.
6. Penulisan laporan sebagai langkah akhir dalam penelitian yaitu mendokumentasikan semua hasil penelitian menjadi sebuah skripsi yang utuh.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari beberapa bab, yakni:

BAB 1 : Pendahuluan

Bab ini memuat tentang latar belakang yang menjadi dasar dilaksanakan penelitian yang dibahas pada skripsi ini, berupa pembuatan sistem pemantauan mobilitas

ternak sapi dengan kebutuhan daya dan biaya yang rendah. Bab ini juga berisi penjelasan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang menjadi faktor dalam memberikan solusi melalui penelitian yang dilakukan. Demikian pula, pada bab ini memuat batasan-batasan masalah yang dibuat sebagai ruang lingkup penelitian. Selain itu, juga berisi manfaat penelitian dan metodologi penelitian yang dilaksanakan untuk memberikan solusi permasalahan yang diteliti, serta memuat sistematika penulisan yang berguna untuk mempermudah penulis dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 2 : Landasan Teori

Bab ini berisi tentang kajian teori sebagai landasan penyusunan skripsi ini yang dimulai dari penjelasan tentang hewan ternak sapi, BLE, *microcontroller*, GPS, 4G, *gyroscope*, *accelerometer*, dan HTTP.

BAB 3 : Analisis dan Perancangan Sistem

Bab ini memuat tentang analisis masalah dan pembuatan arsitektur umum yang dirancang sebagai dasar untuk pembuatan sistem pemantauan mobilitas ternak sapi, serta memuat rincian bahan-bahan dan langkah-langkah pembuatan perangkat sistem.

BAB 4 : Implementasi dan Pengujian Sistem

Bab empat berisi tentang proses pembuatan sistem pemantauan mobilitas ternak sapi dan pengujiannya, serta penjelasan mengenai hasil dari pengujian sistem yang telah dibangun.

BAB 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab 5 memuat kesimpulan yang dirangkum dari seluruh bagian penelitian yang telah dilaksanakan melalui hasil penelitian yang didapatkan, serta berisi saran yang berguna untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Hewan Ternak Sapi

Hewan ternak sapi merupakan jenis hewan ternak yang banyak dijumpai di berbagai daerah di Indonesia dengan sistem pemeliharaan yang beragam. Secara umum, peternakan memiliki tiga sistem pemeliharaan yaitu secara intensif, ekstensif, dan semi intensif.

Nafiu *et al.* (2020) menjelaskan definisi tiga sistem pemeliharaan dalam beternak sebagai berikut:

- Sistem pemeliharaan intensif adalah pemeliharaan hewan ternak dengan menempatkannya di dalam kandang yang disediakan pakan ternaknya dan tidak dibawa keluar kandang.
- Sistem pemeliharaan ekstensif yaitu pemeliharaan hewan ternak dengan menggembalakan keluar kandang sejak pagi agar hewan ternak bisa mencari makanannya sendiri dan lebih bebas beraktivitas, kemudian hewan ternak dikandangkan jika sudah sore.
- Sistem pemeliharaan semi intensif adalah kombinasi antara sistem intensif dan ekstensif, yaitu hewan ternak digembalakan di luar kandang, tetapi pakannya juga disediakan, sehingga hewan ternak mendapatkan makanan dari pakan yang disediakan sekaligus dapat mencari makanan sendiri.

Sistem peternakan sapi secara intensif memiliki keunggulan dalam pemantauan yang lebih mudah dilakukan, hal ini dikarenakan sapi berada dalam suatu wilayah yang tertutup dan terstruktur. Peternakan sapi secara ekstensif dan semi intensif memiliki keunggulan dalam biaya pakan yang lebih rendah karena kawanan sapi mendapatkan makanannya sendiri dari alam, pemeliharaan yang lebih minim, serta jika peternak mengintegrasikannya dengan lahan perkebunan sawit akan menghasilkan simbiosis mutualisme dimana sapi memakan gulma rumput liar, dan pelepah sawit sehingga lahan menjadi lebih bersih (Sari & Silalahi, 2022), serta

kotoran ternak dapat diolah menjadi pupuk organik untuk tanaman di lahan perkebunan tersebut yang mana pupuk organik mengandung unsur hara seperti fosfor, kalium, magnesium, nitrogen, natrium, dan lainnya (Hapsari, 2013) yang memiliki keunggulan untuk memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah (Mahardika, 2023).



Gambar 2.1 Pemeliharaan ekstensif di perkebunan sawit

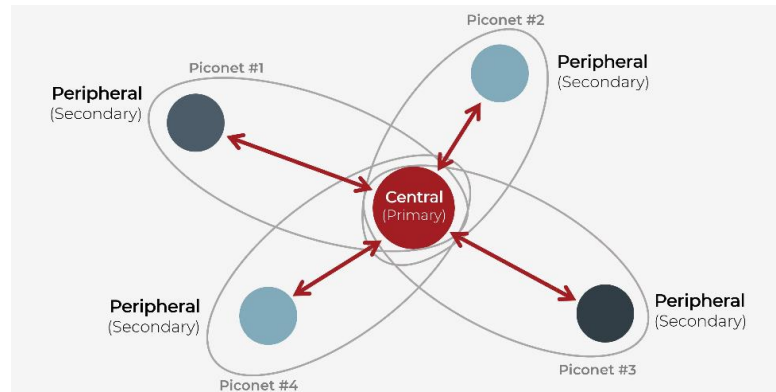
Sumber: <https://www.majalahinfovet.com/2018/03/menantang-peluang-usaha-integrasi-sawit.html>

Gambar 2.1 menampilkan kawanan sapi yang digembalakan di lahan perkebunan sawit.

2.2. Bluetooth Low Energy (BLE)

BLE merupakan teknologi yang mulai dikembangkan sejak *bluetooth v4* dirilis di tahun 2010 dan hingga kini terus dikembangkan bersamaan dengan pembaruan teknologi *bluetooth v5*. BLE dikembangkan untuk penggunaan komunikasi berdaya rendah dan jarak pendek antara sensor IoT dengan perangkat lain, dimana BLE memiliki jarak jangkauan maksimal antara 50-100 m di *outdoor* dan 10-20 m di *indoor* dengan kecepatan tertinggi 1 Mbps untuk BLE *v4*, sedangkan untuk BLE *v5* dapat menjangkau hingga 200 m *outdoor* dan 40-50 m *indoor* dengan kecepatan tertinggi 2 Mbps (Al-Shareeda *et al.*, 2023). *Bluetooth SIG* menyatakan bahwa BLE awalnya digunakan untuk komunikasi perangkat telah berkembang sehingga dapat digunakan secara luas sebagai teknologi pemosisian untuk memenuhi permintaan yang semakin meningkat pada layanan pemosisian dengan akurasi tinggi, serta menyediakan fitur yang memungkinkan satu perangkat menentukan jarak dan arah perangkat lain (Sumber: Bluetooth.com).

Berdasarkan peran, perangkat BLE terdiri dari dua jenis, yaitu sebagai *Central* dan *Peripheral*. Perangkat *Central* merupakan perangkat yang mengontrol hubungan dan mengumpulkan data semua perangkat, serta bertugas untuk mengirimkan data ke *server*.



Gambar 2.2 Hubungan *Central* dan *Peripheral*

Sumber: <https://www.cardinalpeak.com/blog/what-is-ble-and-how-do-its-related-gap-and-gatt-profiles-work>

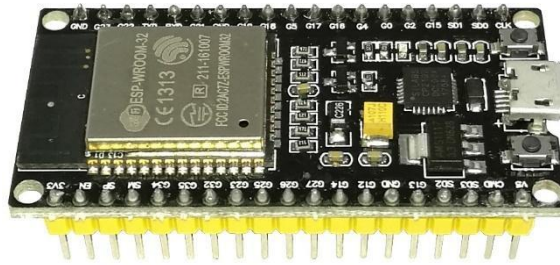
Berdasarkan Gambar 2.2 diketahui bahwa perangkat *Peripheral* adalah perangkat yang terhubung dengan semua perangkat *Peripheral* dan perangkat *Central* untuk menjalin komunikasi dan memberikan data.

2.3. *Microcontroller*

Microcontroller pertama diciptakan oleh Texas Instrument Inc. di tahun 1974, yaitu TMS 1000 Series. *Microcontroller* merupakan komputer berukuran kecil yang dirancang dalam bentuk *integrated circuit chip* (IC). IC adalah komponen elektronik yang tersusun dari ratusan hingga jutaan transistor, resistor, dioda dan kapasitor yang terintegrasi menjadi unit rangkaian elektronik berbentuk *chip*.

Márquez-Vera *et al.* (2023) menyatakan pada penelitiannya menyatakan *microcontroller* merupakan komputer mini sederhana yang dirancang untuk mengintegrasikan *microprocessor* dengan komponen elektronik lain seperti penyimpanan RAM dan ROM, *Analog to Digital Converter* (ADC), *timers*, *counters*, dan perangkat komunikasi yang dapat diprogram untuk mengerjakan operasi tertentu. *Microcontroller* akan bekerja dengan baik jika memiliki *minimum system* yang terdiri dari rangkaian daya untuk kebutuhan listrik, *clock* sebagai jantung yang memberikan detak atau pulsa *digital*, rangkaian *reset* untuk mengatur

ulang tugas *microcontroller* ketika terjadi error saat menjalankan program, dan *programmer chip* untuk memasukkan program kedalam IC *microcontroller*. *Microcontroller* memiliki beragam jenis, diantaranya ESP32, STM32, dan Arduino. Pembuatan perangkat pemantauan mobilitas hewan kawanan sapi menggunakan ESP32.



Gambar 2.3 *Microcontroller* ESP32

Sumber: <https://www.aiophotoz.com/photos/esp32-dev-kit-v3-pinout-tutorials.html>

Gambar 2.3 merupakan tampilan *microcontroller* ESP32. ESP32 berkemampuan dalam konektivitas internet ke *embedded system* sederhana. ESP32 juga memiliki 49 pinout, tetapi tidak semua pin disediakan di *boardnya*. *Pinout* merupakan tempat pemasangan *pin* komponen elektronik seperti GPIO, *input* ADC, *output* PWM dan *serial communication*. Salah satu keunggulan ESP32 yaitu sudah dilengkapi Wi-Fi, fitur konektivitas BLE, dan *bluetooth classic*. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk ESP32 diantaranya C dan C++.

2.4. Global Positioning System (GPS)

GPS awalnya dikembangkan oleh kementerian pertahanan Amerika Serikat yang awalnya dikembangkan untuk pemetaan dan navigasi militer di tahun 1970-an dan kemudian dipublikasikan untuk pemakaian sipil di tahun 1980-an.

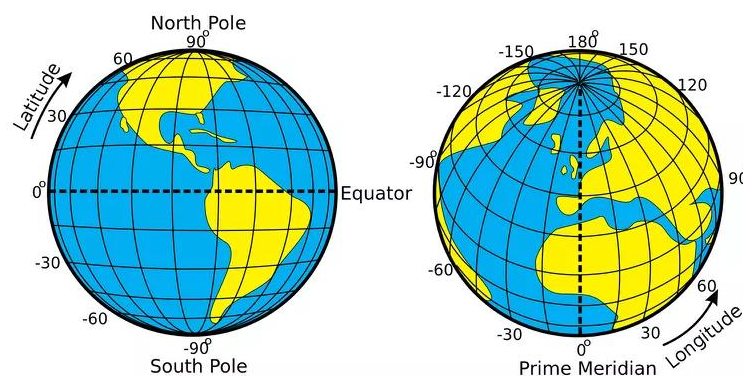
Hartini (2019) menyatakan *Global Positioning System* (GPS) sebagai bukti empiris dari teori relativitas Albert Einstein melalui formulanya $E=mc^2$, dimana GPS merupakan sistem satelit yang dikembangkan untuk navigasi global dalam penentuan titik lokasi, kecepatan arah dan waktu secara akurat dan cepat dalam memberikan informasi.

GPS terdiri dari tiga komponen inti yaitu satelit, *controller*, dan *receiver*. Satelit bertugas dalam menerima dan menyimpan data yang dikirimkan oleh

controller stations, menjaga dan menyimpan informasi waktu secara teliti melalui jam atomik pada satelit, serta memancarkan sinyal dan informasi secara berkelanjutan ke pesawat *receiver* dari pengguna. *Controller* memiliki tugas mengendalikan satelit dari bumi untuk memeriksa kesehatan satelit, penetapan dan perkiraan orbit waktu, sinkronisasi waktu antar satelit, serta mengirim data ke satelit. *Receiver* bertugas dalam menerima data yang dikirimkan satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi, arah, jarak, dan waktu yang dibutuhkan pengguna GPS.

Kaplan & Hegarty (2005) dalam bukunya menjelaskan penentuan posisi GPS memiliki dua metode yaitu *point positioning* dan *differential positioning*. Metode *point positioning* menentukan posisi berdasarkan sebuah pesawat *receiver* dengan akurasi posisi dalam beberapa meter yang umumnya digunakan untuk keperluan navigasi. Metode *differential positioning* menentukan posisi berdasarkan beberapa pesawat *receiver*, dimana GPS dipasang di lokasi tertentu di bumi dan secara terus-menerus menerima sinyal dari satelit pada rentang waktu tertentu untuk dijadikan referensi bagi yang lainnya. Metode *differential positioning* menghasilkan akurasi tinggi yang banyak diterapkan untuk kebutuhan survei geodesi dan pemetaan yang membutuhkan akurasi tinggi.

Sistem satelit GPS memiliki 24 satelit utama yang mengorbit ke bumi di 6 titik dari jarak 20.200 km di atas permukaan bumi dengan kecepatan pergerakan mencapai 14.000 km/jam. Satelit GPS juga dilengkapi roket yang mendorong dan menjaga satelit tetap berada pada orbitnya.



Gambar 2.4 Sistem Koordinat GPS

Sumber: <https://www.lifewire.com/gps-coordinates-1683361>

Gambar 2.4 menjelaskan sistem koordinat GPS diukur dalam lintang dan bujur dengan besaran derajat desimal, derajat menit desimal, atau derajat menit detik. Lintang diukur pada garis ekuator sebagai titik 0 dengan rincian $0^{\circ} - 90^{\circ}$ positif ke arah utara dan negatif ke arah selatan. Bujur diukur melalui titik 0 di Greenwich dengan rincian $0^{\circ} - 180^{\circ}$ ke arah timur dan begitu juga ke arah barat, serta titik 180° dari kedua arah bujur ada di wilayah samudera pasifik. Koordinat GPS ini dapat dipetakan ke koordinat XY dengan sumbu X sebagai bujur dan sumbu Y sebagai lintang.



Gambar 2.5 Modul GPS

Gambar 2.5 merupakan tampilan modul GPS yaitu Air530Z-BD. Satelit GPS memancarkan dua sinyal yaitu L1 berfrekuensi 1575,42 MHz dan L2 berfrekuensi 1227,60 MHz. GPS membutuhkan 3 satelit agar bisa menentukan posisi lintang dan bujur, serta membutuhkan 4 satelit untuk menentukan lintang, bujur, dan tinggi. Jumlah satelit yang dapat dilacak mempengaruhi akurasi posisi. Daerah yang padat dan ruang yang tertutup dapat memperlemah modul GPS dalam menangkap sinyal yang dikirimkan satelit yang berdampak pada berkurangnya keakuratan titik koordinat lokasi.

2.5. *Fourth-Generation (4G)*

Teknologi jaringan 4G merupakan salah satu *broadband* jenis nirkabel yang pertama kali dikembangkan di tahun 2000-an, mulai dari *Fourth-Generation Long-Term Evolution* (4G LTE) oleh NTT DoCoMo Inc. di Jepang tahun 2005 hingga 4G yang dikembangkan oleh perusahaan Ericsson di Swedia tahun 2008. 4G LTE berbasis teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) pertama kali dirilis untuk komersial di Stockholm, Swedia dan Oslo, Norwegia tahun 2009, disusul negara lainnya seperti Amerika Serikat dan Jepang. Di Indonesia, 4G

pertama kali dirilis tahun 2014. Jaringan 4G memiliki kecepatan yang sangat tinggi untuk penjadwalan dan teknik kontrol panggilan masuk yang lebih baik, peralihan yang mudah, mendukung *streaming* video HD, *streaming game*, serta mendukung proses unggah dan unduh yang lebih cepat (Zidic *et al.*, 2023). Berdasarkan informasi yang disampaikan pada laman Everythingrf.com, 4G LTE *User Equipment* (LTE UE) terdiri dari beberapa jenis kategori seperti yang dimuat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kategori LTE UE

LTE UE Cat	Kecepatan Unduh (Mbps)	Kecepatan Unggah (Mbps)
NB1	0.68	1
M1	1	1
Cat 0	1	1
Cat 1	10.3	5.2
Cat 2	51	25.5
Cat 3	102	51
Cat 4	150.8	51
Cat 5	299.6	75.4
Cat 6	301.5	51
Cat 7	301.5	102
Cat 8	2998.6	1497.8
Cat 9	452.2	51
Cat 10	452.2	102
Cat 11	603	51
Cat 12	603	102
Cat 13	391.7	150.8
Cat 14	3917	9585
Cat 15	750	226
Cat 16	979	N/A
Cat 17	25065	N/A
Cat 18	1174	N/A
Cat 19	1566	N/A



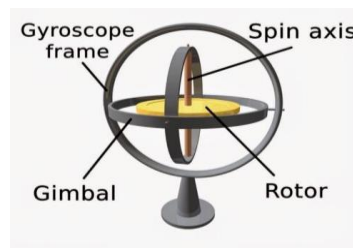
Gambar 2.6 Modul komunikasi 4G

Gambar 2.6 merupakan contoh modul komunikasi 4G yaitu Neoway N58-CA jenis Cat 1. Modul komunikasi 4G jenis NB, M1, dan Cat 1 banyak

dimanfaatkan pada perangkat IoT dengan kebutuhan kecepatan pengiriman data dan konsumsi daya yang rendah seperti pada sistem pemantauan, pelacakan, dan manajemen stok barang karena modul komunikasi 4G jenis ini dapat memberikan efisiensi biaya dan penerapannya yang relatif mudah dipahami.

2.6. Sensor *Gyroscope* dan *Accelerometer*

Eshtewi & Malek (2020) menjelaskan *gyroscope* merupakan suatu alat yang terdiri dari bola atau cakram yang berputar pada sumbu rotasi dan dipasang pada bingkai yang berfungsi untuk mempertahankan orientasi benda terhadap perubahan sudut, serta mampu merasakan kecepatan dan perubahan sudut. Sensor *gyroscope* berfungsi dalam mendeteksi, mengukur, dan menentukan perubahan rotasi suatu benda. Cara kerjanya dengan menggunakan hukum gerak angular yang dimana perubahan sudut dan rotasi benda diukur melalui tiga sumbu ruang, yaitu *pitch* (X), *roll* (Y), dan *yaw* (Z).

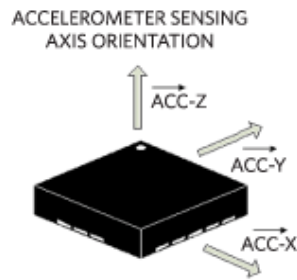


Gambar 2.7 Ilustrasi cara kerja *gyroscope*

Sumber: <https://www.vroque.co/post/sensor-gyroscope-pengertian-dan-prinsip-kerjanya-technology-vroque>

Gambar 2.7 adalah ilustrasi komponen utama *gyroscope* terdiri dari *rotor*, dan kerangka elektronik, dimana *rotor* berputar pada sumbu dianalisis untuk mengukur perubahan rotasi benda dan kemudian diproses oleh kerangka elektronik untuk dikonversi menjadi data perubahan sudut rotasi benda tersebut. *Gimbal* dan *spin axis* berguna sebagai penyangga untuk menjaga keseimbangan *rotor*.

Accelerometer adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur percepatan gerak dan percepatan gravitasi (Huda *et al.*, 2019), serta membaca perubahan kecepatan statis dan dinamis sebuah benda pada garis lurus dalam ruang tiga sumbu utama, yaitu X, Y, dan Z. Sensor *accelerometer* melakukan pengukuran statis berdasarkan daya gravitasi bumi dan pengukuran dinamis melalui pergerakan benda tersebut.



Gambar 2.8 Mekanisme *Accelerometer*

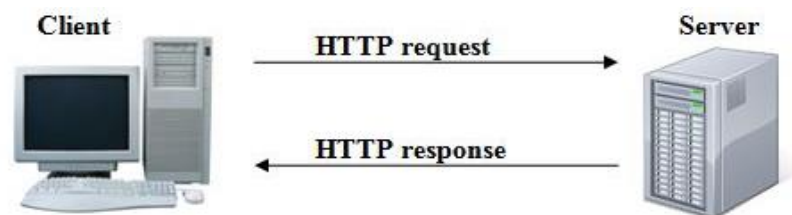
Sumber: <https://arduino.stackexchange.com/questions/47483/should-i-use-an-accelerometer-or-gyroscope-in-my-project>

Gambar 2.8 merupakan ilustrasi kinerja dari sensor *accelerometer* yang bergerak secara linier. Perbedaan antara *gyroscope* dan *accelerometer* yaitu *gyroscope* dapat mendeteksi perubahan rotasi, sedangkan *accelerometer* mendeteksi perubahan arah. Perbedaan lainnya adalah *gyroscope* menghasilkan data pergerakan angular dan *accelerometer* menghasilkan data pergerakan *linear*. Sensor *gyroscope* dan *accelerometer* dapat dipasang di berbagai benda seperti transportasi, *smartphone*, dan lain-lain.

Alfian *et al.* (2021) pada penelitiannya menyatakan *gyroscope* dan *accelerometer* dapat memberikan pengukuran dengan akurasi tinggi, tetapi sangat rentan terhadap getaran dan gelombang suara. Modul sensor *gyroscope* dan *accelerometer* untuk *microcontroller* memiliki beragam jenis, beberapa yang terkenal diantaranya MPU6050, LSM6DS3, dan BNO055.

2.7. Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

HTTP adalah protokol jaringan berstandar *application layer* yang umum digunakan untuk komunikasi dan transfer data melalui internet dengan fitur utama konten negosiasi representasi data, dimana hal ini memungkinkan perangkat heterogen yang berbeda dibangun secara mandiri untuk berbagi data (Al-Masri *et al.* 2020).



Gambar 2.9 Request dan response pada protokol HTTP

Sumber: <http://server2client.com/servlets25/whatishttp.html>

Gambar 2.9 merupakan salah satu contoh penerapan protokol HTTP yaitu komunikasi antara *client* dengan *web server*, dimana *client* melakukan *request* ke *web server* melalui *browser*, kemudian *web server* menanggapi *request* dari *client* dengan mengirimkan data yang tersedia pada *web server*.

Metode penerapan HTTP terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- GET, berfungsi ketika melakukan pengambilan data dari *server* seperti ketika mengunduh data dan membuka halaman *web*.
- POST, digunakan untuk pengiriman data menuju *server* seperti pengiriman data sensor yang dilakukan perangkat IoT menuju *web server* dan mengunggah data.
- PUT, digunakan ketika ingin melakukan pembaruan data pada *server* seperti ketika memperbarui atau mengganti data yang ada pada *server*.
- DELETE, berfungsi untuk melakukan penghapusan data yang ada di *server* seperti penghapusan data dan pembatalan *request*.

Cara yang relatif lebih aman untuk mengimplementasikan protokol HTTP pada sistem IoT adalah dengan membuat perangkat IoT hanya sebagai pengirim data, bukan penerima (Nikolov, 2020).

2.8. Penelitian Terdahulu

Hingga saat ini, BLE sudah banyak dimanfaatkan di berbagai bidang contoh yang familiar yaitu *wireless headset*, *gamepad*, *smart home*, dan lainnya. Teknologi informasi juga banyak digunakan untuk mendukung kemajuan industri, ekonomi, kesehatan, dan pertanian.

Bai *et al.* (2020) dalam penelitiannya merancang suatu sistem penentuan posisi *indoor* menggunakan protokol komunikasi BLE dengan metode trilaterasi dan sidik jari. Eksperimen dilakukan di beberapa lingkungan rumah untuk memverifikasi sistem dan metode yang diajukan. Pemancar sinyal atau BLE *beacon* dijadikan sebagai objek pelacakan yang digunakan pengguna. Algoritma trilaterasi berfungsi untuk melacak posisi BLE *beacon* berdasarkan posisi dan jarak titik sumbu x dan y. Metode sidik jari digunakan untuk menentukan lokasi BLE *beacon*. *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) mentah dari BLE *beacon* digunakan untuk memperhalus gangguan sinyal. Hasil eksperimen yang dilakukan

menunjukkan tingkat akurasi yang baik terdapat pada benda-benda di ruang tamu dan kamar tidur seperti meja dan tempat tidur. Metode sidik jari menunjukkan akurasi mencapai >90%.

Kadir *et al.* (2023) menganalisis *gateway* statis yang digunakan sebagai pengakuisisi data pertanian dan menemukan beberapa kekurangan. Kekurangan *gateway* statis yaitu pada infrastruktur area yang sangat luas dibutuhkan kapital yang sangat besar karena *knowledge processing* membutuhkan data yang luas dan unik agar infrastruktur dapat mengakomodasi kebutuhan itu. Solusi yang diberikan yaitu dengan membuat *gateway* secara *portable* agar mengurangi biaya infrastruktur dan meningkatkan fleksibilitas area yang diliputi yang disebut *gateway mobile*. *Gateway mobile* melakukan agregasi data dari protokol komunikasi yang digunakan sensor, kemudian data tersebut diteruskan ke *cloud* untuk dilakukan *knowledge processing*. *Gateway mobile* yang dikembangkan menggunakan bahasa java. Integrasi komponen sensor menggunakan ESP32 dan Raspberry Pi, serta menggunakan BLE sebagai protokol komunikasinya.

Mutiara & Alfari (2023) melalui penelitiannya menawarkan perangkat pemantauan berbasis IoT untuk membantu peternak memantau kesehatan dan perilaku sapi. *Prototype* yang dirancang menggunakan Arduino, NodeMCU, sensor *pulse*, MPU6050, dan HW-484. *Database* dirancang menggunakan MySQL dan *website* dibangun menggunakan HTML, CSS, dan PHP. Rangkaian pemasangan perangkat pada sapi yaitu sensor *pulse* ditempelkan di bagian daun telinga sapi, MPU6050 dan HW-484 ditempelkan di rahang bawah sapi. Sistem yang dikembangkan dapat memantau kondisi sapi melalui parameter detak jantung, gerak, dan suara dengan efektif. Data yang dikumpulkan sensor dapat ditransmisikan dengan baik dan tersimpan di *database*, serta aplikasi *web* yang dibuat dapat menampilkan data kondisi sapi.

Kurniadi *et al.* (2023) melakukan pengembangan teknologi peternakan berupa sistem deteksi sapi berbasis AI. Perancangan sistemnya menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) v5 untuk *object detection*, pengambilan citra menggunakan *drone*, *dataset* berjumlah 3131 gambar sapi dan 836 gambar non-sapi untuk melakukan *training data*, serta melakukan beberapa tahapan lainnya. Sistem pemantauan sapi ini dirancang menggunakan arsitektur YOLO v5

dan diberikan custom *training* menggunakan *dataset* yang ada. Pengujian *epoch* dilakukan 7 kali, pengujian *batch* dilakukan 2 kali, dan pengujian *learning rate* dilakukan 2 kali. Setelah *trained*, selanjutnya dilakukan uji coba klasifikasi pada gambar dan video sapi yang direkam oleh *drone* menggunakan rumus akurasi *confusion matrix* yang menghasilkan akurasi 75% di ketinggian 5 m, 69,1% di ketinggian 10 m, dan 47,2% di ketinggian 15 m. *Drone* dalam kondisi bergerak dengan kecepatan 0,1 m/s di ketinggian 5 m menghasilkan akurasi 75%, 0% di ketinggian 10 m, dan 25% di ketinggian 15 m.

Arta *et al.* (2022) melalui penelitian mereka memberikan solusi dengan membuat perangkat *monitoring* sapi berbasis IoT. Komponen dari perangkat yang dibuat menggunakan ESP8266, GPS, NodeMCU, Firebase dan Kodular. Cara kerja perangkat yaitu GPS mengirimkan data lintang dan bujur ke Firebase melalui jaringan Wi-Fi. Data yang ada ditampilkan di aplikasi berupa lokasi sapi pada Google Maps serta memuat titik koordinat berupa lintang dan bujur. Selain itu, perangkat juga dilengkapi LED yang membantu peternak memantau posisi sapi ketika malam hari.

Priono *et al.* (2023) memberikan solusi untuk membuat sistem identifikasi kesehatan pencernaan menggunakan *machine learning* dengan model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *smartphone* yang *portable* dan dapat berjalan tanpa harus terhubung ke internet dengan menggunakan protokol komunikasi BLE. Perangkat keras dirancang menggunakan stetoskop, mikrofon, *sound card*, dan Raspberry Pi. Untuk aplikasi yang dirancang menggunakan bahasa Flutter. Protokol komunikasi BLE digunakan agar Raspberry Pi dan komponen lainnya dapat saling terhubung untuk melakukan pengiriman data hasil prediksi kesehatan dan data sinyal suara.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Keterangan
1.	Lu Bai, Fabio Ciravegna, Raymond Bond, dan Maurice Mulvena (2020)	A Low Cost Positioning System Using Bluetooth Low Energy	Penelitian ini dilakukan untuk merancang perangkat berbasis IoT dengan protokol komunikasi BLE yang dapat menentukan posisi <i>indoor</i> untuk memantau pola hidup lansia dan penyandang disabilitas. Eksperimen yang

			dilakukan pada penelitian ini memberikan hasil bahwa sistem mampu memindai lokasi pengguna di lingkungan rumah dengan akurat, serta memindai pola hidup pengguna, sehingga dapat disimpulkan status kesehatan pengguna.
2.	Arif Abdul Kadir, Adhitya Bhawiyuga, dan Achmad Basuki (2023)	Implementasi Perangkat Gateway Mobile Berbasis Protokol BLE untuk Mendukung Akuisisi Data Internet of Things secara Portabel	Penelitian ini membahas tentang pengembangan teknologi IoT untuk pertanian menggunakan BLE sebagai protokol komunikasi untuk pembuatan <i>gateway mobile</i> yang berperan dalam mengakuisisi data pertanian yang didapatkan dari pengumpulan data menggunakan sensor dan perangkat kecil. Kemudian data yang diperoleh akan digunakan untuk proses <i>knowledge processing</i> . BLE digunakan karena mekanismenya yang tidak terlalu rumit dan mudah diakses, konsumsi daya yang ringan, serta ideal dengan akuisisi portable data IoT.
3.	Giva Andriana Mutiara dan Muhammad Rizky Alfarisi (2023)	Internet of Things Untuk Monitoring Perilaku Hewan Ternak Menggunakan MySQL	Penelitian ini dilakukan untuk merancang perangkat pemantauan kesehatan dan perilaku sapi berbasis IoT yang berguna membantu peternak dalam memantau kesehatan maupun perilaku sapi. Tujuan dari pemantauan kesehatan dan perilaku sapi ini dilakukan agar membantu peningkatan populasi sapi untuk kebutuhan produksi, khususnya daging untuk kebutuhan pasar yang semakin tinggi.
4.	Fauzan Andaru Kurniadi, Casi Setianingsih, dan	Sistem Deteksi Sapi Pada Peternakan Dari Citra dan	Penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem pemantauan kawanan berbasis

	Randy Erfa Syaputra (2023)	Video Uav Menggunakan Algoritma YOLO	AI untuk mendeteksi sapi yang tidak berada di dalam kandang menggunakan YOLO v5.
5.	I Kadek Cahyadi Arta, Andrian Febriyanto, Ida Bagus Made Harisanjaya Adi Nugraha, I Gede Suputra Widharma, dan Ida Bagus Irawan Purnama (2022)	Animal Tracking Berbasis Internet Internet of Things	Penelitian ini menghasilkan perangkat berbasis IoT yang mampu memantau kawanan ternak sapi yang ditenakkan dengan sistem ekstensif untuk membantu peternak dalam memantau sapi sebagai upayaantisipasi kehilangan ternak karena pencurian, baik di siang maupun malam hari.
6.	Ryan Anggito Priono, Barlian Henryranu Prasetyo, dan Eko Setiawan (2023)	Pengembangan Sistem Monitoring pada Identifikasi Kesehatan Pencernaan menggunakan Bluetooth Low Energy (BLE) berbasis Aplikasi Smartphone	Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan teknologi medis berupa sistem identifikasi kesehatan pencernaan yang dapat berjalan tanpa memerlukan koneksi internet dengan membuat aplikasi <i>smartphone</i> dan memanfaatkan BLE sebagai protokol komunikasi.

Perbedaan antara penelitian Bai *et al.* (2020) dengan penelitian penulis terletak pada pemanfaatan BLE, dimana penelitian Bai *et al.* (2020) menggunakan BLE *beacon* untuk melacak objek yang digunakan pengguna di *indoor* untuk menentukan posisi yang sering ditempati pengguna, sedangkan penelitian penulis menggunakan BLE *beacon* untuk menghubungkan antar perangkat ESP32 untuk melacak keberadaan kawanan ternak sapi di *outdoor*.

Perbedaan penelitian penulis dengan penelitian Kadir *et al.* (2023) yaitu penelitian Kadir *et al.* (2023) menggunakan BLE sebagai protokol komunikasi untuk *gateway* secara *portable* untuk mengakuisisi data suhu dan kelembaban lahan pertanian menuju *server*, sedangkan penelitian penulis menggunakan BLE sebagai protokol komunikasi untuk mengirimkan data pergerakan dan posisi kawanan ternak sapi menuju *server*.

Penelitian Mutiara & Alfarisi (2023) dengan penelitian penulis memiliki perbedaan pada peran perangkat IoT pada peternakan sapi, dimana Mutiara & Alfarisi (2023) membuat perangkat yang terdiri dari sensor gerak, detak jantung, dan suara untuk memantau kondisi sapi, sedangkan penulis membuat perangkat

yang terdiri dari sensor gerak dan posisi untuk memantau kawanan sapi di alam terbuka.

Kurniadi *et al.* (2023) dalam penelitiannya memanfaatkan teknologi *machine learning* dalam pemantauan kawanan sapi menggunakan *object detection* dan *drone* yang terintegrasi, sedangkan penulis dalam penelitian ini memanfaatkan teknologi IoT dalam pemantauan kawanan sapi menggunakan perangkat sensor dan *microcontroller* yang terintegrasi.

Penelitian Arta *et al.* (2022) dengan penelitian penulis memiliki kesamaan untuk membuat perangkat pemantauan kawanan ternak sapi di alam terbuka, tetapi yang menjadi pembeda diantaranya Arta *et al.* (2022) menggunakan ESP8266 sebagai *microcontroller* dan Wi-Fi untuk koneksi jaringan, sedangkan penulis menggunakan ESP32 dan modul komunikasi 4G. Selain itu, Arta *et al.* (2022) membuat perangkat menggunakan modul GPS untuk mencari lokasi sapi dan LED untuk memperjelas posisi sapi ketika malam hari, sedangkan penulis pada penelitian ini menggunakan modul GPS untuk mencari lokasi kawanan sapi melalui perangkat *Central* dan sensor MPU6050 untuk membaca pergerakan sapi.

Priono *et al.* (2023) dalam penelitiannya menggabungkan teknologi *machine learning* dan IoT untuk membuat perangkat pengidentifikasi kesehatan pencernaan yang dapat berjalan secara *offline* dengan BLE sebagai protokol komunikasi untuk menghubungkan antar komponen yang ada dan mengirimkan data ke ponsel, sedangkan penulis memanfaatkan BLE untuk menghubungkan antar perangkat yang dipakai masing-masing sapi serta mengumpulkan data tiap perangkat menuju perangkat *Central* yang kemudian data-data tersebut dikirimkan ke server melalui perangkat *Central* tersebut.

BAB 3

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1. Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan untuk mencari tahu permasalahan yang terjadi, kemudian dari permasalahan tersebut dilakukan penelitian untuk memberikan solusi penyelesaian masalah yang ada.



Gambar 3.1 Wawancara dengan peternak sapi

Gambar 3.1 merupakan kegiatan wawancara dengan peternak sapi. Penulis melakukan wawancara dengan Ibu Ngadia sebagai pemilik peternakan sapi. Beliau memiliki sapi berjumlah 24 ekor, yang ditenakkan dengan sistem pemeliharaan ekstensif yang terintegrasi dengan perkebunan sawit di Desa Klumpang Kebon, Kecamatan Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang. Kawanan sapi dibawa ke kebun sawit pada pukul 9 pagi, kemudian dibawa pulang ke kandang pukul 6 sore. Ibu Ngadia dan anak-anaknya bergantian menjaga kawanan sapi.

Permasalahan yang dialami beliau yaitu adanya sapi yang keluar dari kawanan dan baru disadari ketika sudah ingin membawa kawanan sapi pulang. Hal tersebut membuat beliau harus pergi mencari sapi yang terpisah itu dan membutuhkan waktu yang lama, bahkan pernah terjadi ada sapi yang keluar dari kawanan dan ketika dicari tidak ditemukan lagi. Ibu Ngadia menyatakan kalau sapinya itu sudah dicuri. Kelengahan ini tentunya menjadi suatu permasalahan yang cukup serius, mengingat hal ini dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar. Sejak kejadian sapi hilang Ibu Ngadia dan anaknya menjadi lebih waspada dan selalu berada di sekitar kawanan sapi, dimana hal ini membuat beliau merasa kelelahan karena harus berada di sekitar kawanan sapi setiap saat, ditambah lagi kawanan sapi tersebut sering berpindah-pindah dari satu tempat ke tempat lain sehingga beliau harus selalu mengikuti kawanan sapinya kemanapun pergi.

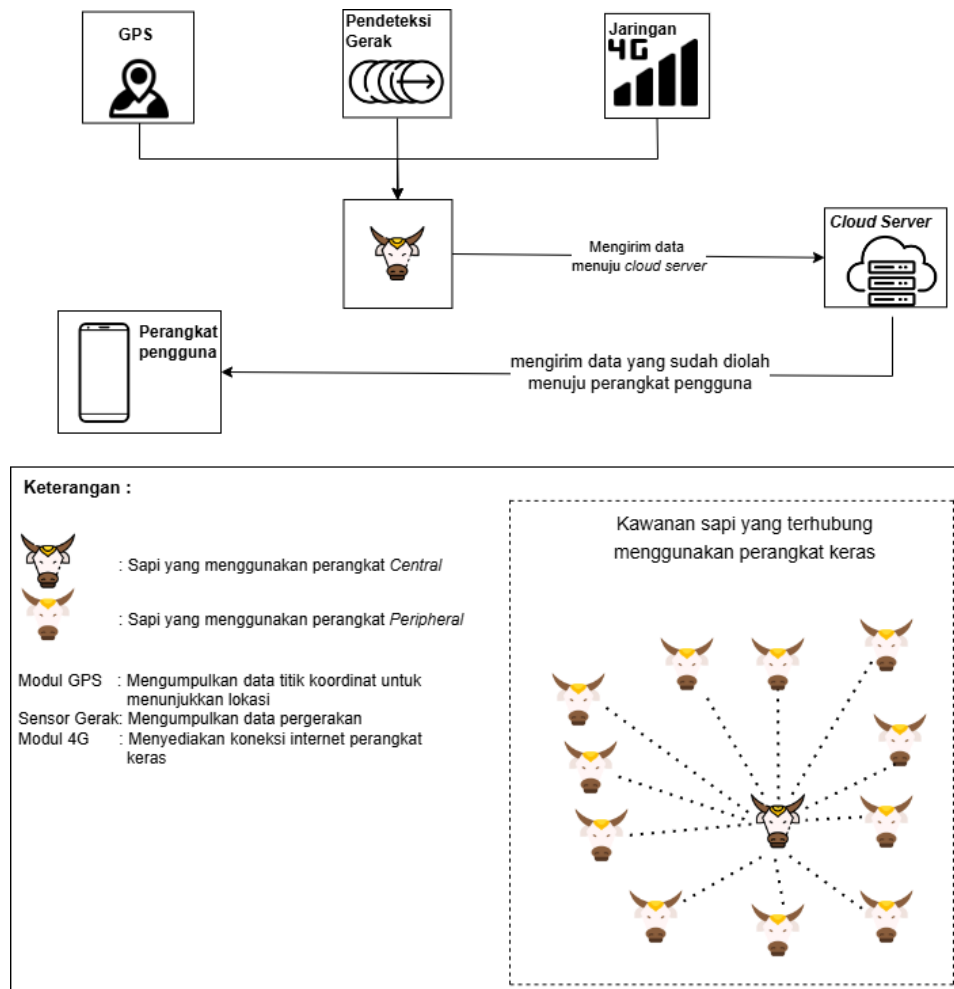
Berdasarkan permasalahan yang terjadi, penulis menawarkan solusi untuk permasalahan yang ada dengan membuat perangkat pemantauan mobilitas kawanan sapi. Perangkat ini dapat menunjukkan titik koordinat untuk melihat lokasi kawanan sapi melalui perangkat *Central*, serta menunjukan jumlah sapi yang berada di kawanan melalui perangkat *Peripheral* yang terhubung ke perangkat *Central*. Perangkat ini akan sangat membantu dalam memantau sapi karena dengan adanya perangkat ini, Ibu Ngadia cukup memantau dari satu titik di kebun sawit sebagaimana sebelum terjadinya kehilangan sapi dan tidak harus selalu berada di sekitar kawanan sapi yang membantu menginformasikan jika ada sapi yang keluar dari kawanan, sehingga peternak dapat dengan secepatnya mencari sapi tersebut.

3.2. Analisis Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data titik koordinat berupa *latitude* dan *longitude* untuk mengetahui posisi kawanan sapi melalui perangkat *Central*, kemudian dilakukan pengujian akurasi data titik koordinat untuk mengetahui perangkat dapat memberikan data titik koordinat yang akurat. Selain itu, data akselerasi dan perubahan rotasi juga digunakan untuk mengetahui pergerakan sapi khususnya sapi indukan. Selanjutnya, data jumlah perangkat *Peripheral* yang terhubung ke *Central* digunakan untuk mengetahui jumlah sapi yang berada di kawanan.

3.3. Perancangan Sistem

Arsitektur umum dirancang untuk mengetahui kebutuhan sistem untuk pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak sistem, serta mengetahui mekanisme sistem secara garis besar. Rancangan arsitektur umum sistem yang dibangun diilustrasikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Arsitektur umum sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi

3.3.1. Kebutuhan sistem

Sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi membutuhkan beberapa komponen untuk membuat perangkat keras dan perangkat lunak (*source code* untuk perangkat keras, *web server* dan aplikasi *web*) sistem. Komponen yang dibutuhkan untuk membuat perangkat keras sistem dimuat pada Tabel 3.1 dan komponen perangkat lunak sistem dimuat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Komponen Perangkat Keras

No.	Komponen Perangkat Keras	Keterangan
1.	ESP-WROOM-32E	Sebagai <i>microprocessor</i> untuk menjalankan fungsi komponen-komponen perangkat keras.
2.	Kabel <i>Jumper</i>	Sebagai kabel penghubung antar komponen
3.	Air530Z-BD	Sebagai modul GPS untuk mendapatkan data titik koordinat.
4.	MPU6050	Sebagai sensor untuk mendeteksi gerak.
5.	Neoway N58-CA	Sebagai modul komunikasi untuk menghubungkan perangkat keras ke internet.
6.	ISP Telkomsel	Sebagai penyedia layanan internet oleh <i>provider</i> Telkomsel untuk fungsi modul komunikasi.
7.	Baterai Li-ion 18650 <i>rechargeable</i>	Sebagai <i>power supply</i> agar perangkat mendapatkan sumber daya untuk menghidupkan <i>microprocessor</i> , MPU6050, dan GPS.
8.	<i>Battery holder</i>	Sebagai tempat baterai
9.	<i>Battery shield 18650</i>	Sebagai komponen untuk mengisi kembali daya baterai.
10.	<i>Breadboard</i>	Sebagai <i>board</i> untuk merancang rangkaian elektronik perangkat keras.
11.	<i>Box</i>	Sebagai tempat peletakan perangkat keras

Tabel 3.2 Komponen Perangkat Lunak

No.	Tools	Keterangan
1.	Arduino IDE	<i>Software</i> yang menyediakan <i>tools</i> dan <i>library</i> untuk membuat, mengedit, dan mengunggah <i>source code</i> untuk <i>microcontroller</i> , sensor, dan modul agar dapat berjalan sesuai fungsinya.
2.	ThingSpeak	<i>Platform</i> IoT yang digunakan dalam pembuatan <i>web server</i> untuk menampilkan data pergerakan dan titik koordinat kawanan ternak sapi.
3.	Visual Studio Code	<i>Code editor</i> untuk membangun UI aplikasi <i>web</i> sederhana untuk sistem.
4.	Telegram	Sebagai aplikasi untuk membuat <i>bot</i> untuk melakukan komunikasi dengan perangkat keras.

3.3.2. Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras menggunakan ESP32 sebagai *microcontroller* dan diintegrasikan dengan komponen lainnya. ESP32 sudah memuat BLE yang

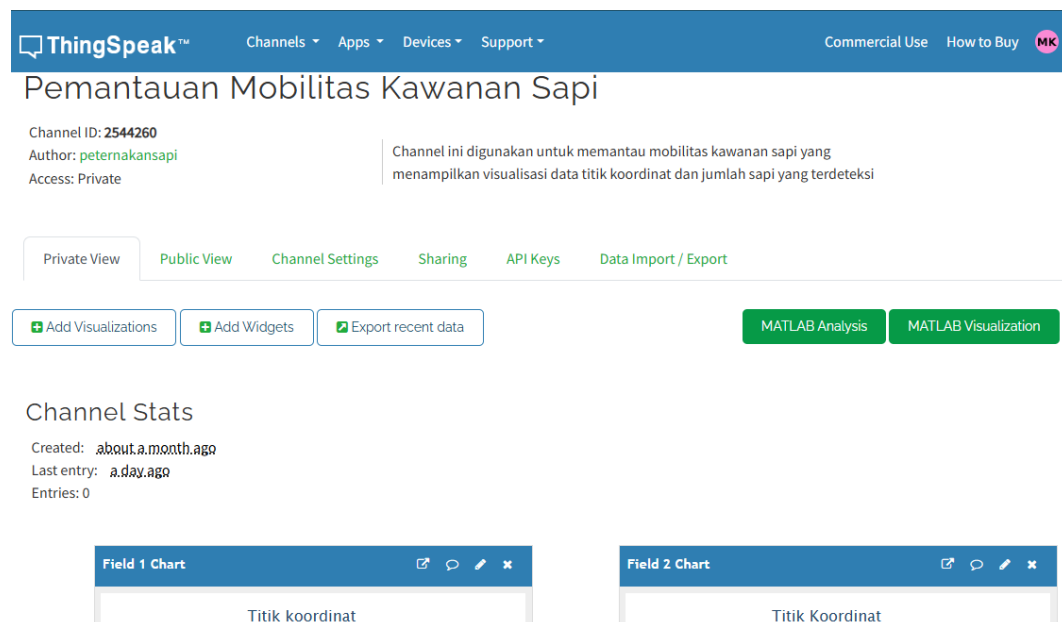
berfungsi untuk menghubungkan perangkat *Central* dengan perangkat *Peripheral*. Perangkat *Central* terdiri dari modul GPS, sensor MPU6050 dan modul komunikasi 4G, sedangkan perangkat *Peripheral* hanya memiliki sensor MPU6050 saja.

3.3.3. Pembuatan source code perangkat keras

Pembuatan *source code* perangkat keras menggunakan Arduino IDE. *Source code* terdiri dari berbagai instruksi dan pernyataan yang disusun dalam sebuah sketsa *Source code* yang telah selesai dibuat dan tidak ada *error* diunggah ke *microcontroller* sehingga *microcontroller* dapat menjalankan instruksi yang diterimanya untuk mengontrol komponen yang terintegrasi dengannya, sehingga perangkat keras dapat berfungsi dan mengumpulkan data yang diberikan komponen-komponen tersebut.

3.3.4. Pembuatan web server

Web server dibuat menggunakan ThingSpeak, yaitu *platform* IoT berbasis *cloud* untuk menyimpan dan memvisualisasikan data. *Web server* ini ditujukan kepada Admin untuk melakukan olah data.

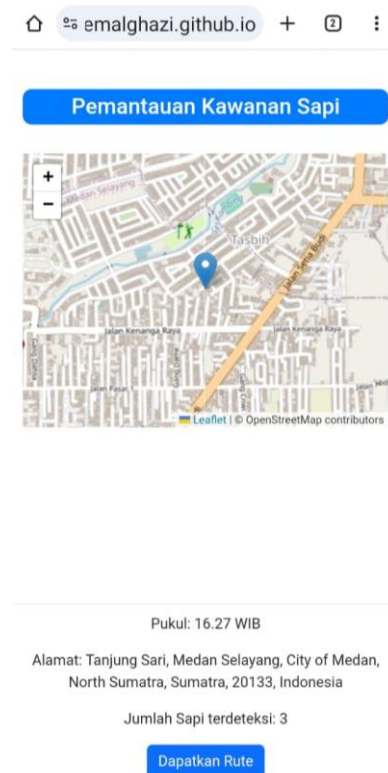


Gambar 3.3 Tampilan *channel* ThingSpeak

Gambar 3.3 merupakan tampilan *channel* ThingSpeak yang berfungsi sebagai tempat untuk menampilkan visualisasi data titik koordinat berupa nilai *latitude* dan *longitude*, serta data jumlah sapi yang terdeteksi pada kawan.

3.3.5. Pembuatan aplikasi web

Aplikasi *web* dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript UI untuk memantau kawanan sapi. *Source code* yang dirancang untuk aplikasi *web* menggunakan *library* JavaScript yaitu Leaflet sebagai *library* utama. Leaflet adalah *library open source* untuk membangun aplikasi berupa peta yang interaktif untuk menampilkan map, alamat, dan jumlah sapi terdeteksi. Selain itu, aplikasi *web* juga dibangun menggunakan *framework* Bootstrap agar aplikasi *web* menjadi lebih responsif.



Gambar 3.4 Tampilan aplikasi *web*

Gambar 3.5 merupakan tampilan aplikasi *web* yang menampilkan titik lokasi kawanan sapi melalui *marker* pada map, serta menunjukkan waktu, alamat, dan jumlah sapi terdeteksi.

3.3.6. Pembuatan bot Telegram

Bot Telegram dibuat agar perangkat *Central* dapat dihubungi peternak untuk mengetahui lokasi kawanan sapi. Kemudian, *chat id* akun Telegram peternak didefinisikan pada *source code* agar *bot* diizinkan melakukan percakapan dan memberikan informasi hanya ke akun Telegram peternak, sehingga ketika ada akun Telegram lain mencoba melakukan percakapan dan meminta informasi lokasi

kawanan sapi maka *bot* Telegram akan menolak dan memberi tahu akun tersebut tidak memiliki otorisasi.



Gambar 3.5 Tampilan *bot* Telegram

Gambar 3.6 merupakan tampilan awal *bot* Telegram yang berperan untuk membagikan lokasi kawanan sapi, mengirimkan notifikasi ketika ada sapi yang keluar dari kawanan, serta notifikasi jika sapi telah kembali ke kawanan

3.3.7. Mekanisme sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi

Perangkat *Central* mengumpulkan data GPS, sensor gerak dan jumlah perangkat *Peripheral* yang terdeteksi, kemudian data-data tersebut dikirim menuju *web server*. Data yang diterima *web server* kemudian diolah untuk menghasilkan titik lokasi kawanan sapi dan jumlah sapi yang terdeteksi. Proses pengiriman data ini tentunya membutuhkan koneksi internet. Solusi untuk daerah yang belum terjangkau koneksi internet dapat menggunakan modul komunikasi LoRa.

Ketika ada sapi yang terpisah dari kawanan maka perangkat *Peripheral* pada sapi tersebut tidak terdeteksi perangkat *Central*, kemudian pada *web server* akan terlihat jumlah perangkat *Peripheral* yang terdeteksi oleh perangkat *Central* berkurang dan muncul notifikasi melalui *bot* Telegram sehingga peternak segera

mencarinya. Apabila semua perangkat *Peripheral* tidak terdeteksi oleh perangkat *Central* maka yang terjadi adalah sapi yang memakai perangkat *Central* itu sendiri yang terpisah dari kawanan

3.3.8. Studi kelayakan

Studi kelayakan dibuat untuk melihat potensi pengembangan sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi yang dibuat. Sistem ini memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan karena memberikan manfaat yang bagus seperti kemudahan pemantauan sapi tanpa harus selalu di sekitar kawanan dan mempermudah dalam mengetahui sapi yang keluar dari kawanan sehingga meminimalisir resiko adanya sapi hilang.

Namun, yang menjadi pertimbangan sekarang ini adalah terkait biaya perancangan sistem khususnya perangkat keras perlu diperhatikan agar sistem ini dapat terjangkau bagi semua kalangan peternak. Demikian pula, sistem yang dibangun masih merupakan *prototype* bukan produk akhir sehingga biaya yang dikeluarkan menjadi lebih mahal karena kebutuhan eksperimen dan pengembangan konsep. Tabel 3.3 merupakan daftar estimasi harga komponen utama yang dibutuhkan untuk pengembangan sistem.

Tabel 3.3 Rincian harga komponen utama perangkat keras

No.	Komponen Perangkat Keras	Harga	Perangkat <i>Central</i>	Perangkat <i>Peripheral</i>
1.	ESP-WROOM-32E	Rp 100.000	✓	✓
2.	Kabel <i>Jumper</i>	Rp 3.000	✓	✓
3.	Air530Z-BD	Rp 190.000	✓	×
4.	MPU6050	Rp 25.000	✓	✓
5.	Neoway N58-CA	Rp 1.300.000	✓	×
6.	Baterai Li-ion 18650 <i>rechargeable</i>	Rp 30.000	✓	✓
7.	<i>Battery holder</i>	Rp 3.000	✓	✓
8.	<i>Battery Shield</i>	Rp 30.000	✓	✓
9.	<i>Breadboard</i>	Rp 10.000	✓	✓
10.	<i>Box</i>	Rp 8.000	✓	✓
Total Biaya			Rp.1.699.000	Rp. 209.000

Berdasarkan Tabel 3.3 diketahui estimasi biaya pembuatan perangkat *Central* adalah Rp 1.699.000/unit dan perangkat *Peripheral* Rp 209.000/unit. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2021 mengenai rata-rata upah buruh penggembala ternak di Sumatera Utara adalah Rp 62.221/hari sehingga gaji penggembala perbulan adalah Rp 1.866.630/bulan dan Rp 22.399.560/tahun (Sumber: Databoks.katadata.co.id). Sistem ini dirancang untuk peternakan sapi skala kecil (1 – 10 ekor) hingga skala menengah (11 – 50 ekor) (Sumber: Siskaforum.org).

Perbandingan biaya yang dikeluarkan peternak untuk pemantauan kawanan sapi skala kecil menggunakan sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi dan menggunakan jasa penggembala dengan percontohan pada 10 ekor sapi, dimana jika menggunakan sistem maka jumlah perangkat yang digunakan yaitu 1 ekor sapi menggunakan perangkat *Central* dan 9 lainnya menggunakan perangkat *Peripheral* sehingga estimasi biaya penggunaan sistem adalah:

$$\begin{aligned}\text{Menggunakan sistem} &= 1 \times \text{perangkat } central + 9 \times \text{perangkat } Peripheral \\ &= \text{Rp } 1.699.000 + \text{Rp } 1.881.000 \\ &= \text{Rp } 3.580.000\end{aligned}$$

Sedangkan jika menggunakan jasa penggembala maka butuh gaji dua bulan yaitu $\text{Rp } 1.866.630 \times 2 = \text{Rp } 3.733.260$ untuk mengimbangi harga sistem pemantauan dan gaji penggembala dapat digunakan untuk menggunakan sistem pemantauan kawanan sapi.

Perbandingan berikutnya yaitu penggunaan sistem pemantauan dengan gaji penggembala untuk memantau kawanan sapi pada peternakan skala menengah dengan percontohan jumlah 50 ekor sapi, dimana jika menggunakan sistem maka jumlah perangkat yang digunakan yaitu 1 ekor sapi menggunakan perangkat *Central* dan 49 lainnya menggunakan perangkat *Peripheral* sehingga estimasi penggunaan sistem adalah:

$$\begin{aligned}\text{Menggunakan sistem} &= 1 \times \text{perangkat } central + 49 \times \text{perangkat } Peripheral \\ &= \text{Rp } 1.699.000 + \text{Rp } 10.241.000 \\ &= \text{Rp } 11.940.000\end{aligned}$$

Sedangkan jika menggunakan jasa penggembala maka butuh gaji tujuh bulan yaitu $\text{Rp } 1.866.630 \times 7 = \text{Rp } 13.066.410$ untuk mengimbangi harga sistem

pemantauan dan gaji penggembala ini digunakan untuk menggunakan sistem pemantauan kawanan sapi.

Berdasarkan komponen-komponen perangkat keras yang digunakan dapat diperkirakan jangka waktu pemakaiannya dapat beroperasi hingga beberapa bulan hingga tahunan karena komponen-komponen yang digunakan merupakan komponen yang dikhususkan untuk pemakaian jangka panjang.

Berdasarkan analisis biaya dan manfaat sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi di atas, untuk penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan sistem agar biaya pembuatannya menjadi lebih efisien, khususnya pada komponen modul komunikasi perangkat keras yang sangat mahal bisa diganti menggunakan modul komunikasi yang lebih ekonomis seperti GSM A9, SIM900, dan lainnya.

Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan dari sisi manfaat seperti menambah komponen *output* bunyi yang memancing sapi agar kembali ke kawanan, sebagaimana yang dilakukan penggembala untuk memanggil sapi yang keluar dari kawanan. Selain itu, sistem ini pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan komponen yang dapat mendeteksi adanya percobaan tindak pencurian melalui notifikasi kepada peternak jika terdeteksi guncangan yang tidak biasa pada perangkat keras.

Hal yang juga harus dipahami adalah bahwa setiap pengembangan awal suatu sistem atau teknologi memiliki biaya yang besar contohnya ketika teknologi ponsel dan komputer pada awal pengembangan memiliki biaya yang besar. Namun, dengan terus dilakukannya penelitian dan pengembangan akan menghasilkan biaya pembuatan ponsel dan komputer jauh lebih efisien dan lebih banyak manfaat sejalan dengan *Moore's law*. *Moore's law* merupakan model tekno-ekonomi yang memungkinkan industri IT yang meningkatkan kinerja dan fungsionalitas suatu barang elektronik setiap dua tahun dengan biaya, daya, dan kapasitas yang tetap dengan ekspektasi menghasilkan ekosistem yang relatif stabil (Shalf, 2020). Hal itulah yang penulis harapkan kepada peneliti selanjutnya agar sistem pemantauan ini terus berkembang hingga menghasilkan biaya pembuatan sistem yang efisien dan lebih banyak manfaatnya.

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1. Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem dilaksanakan untuk menerapkan ide pembuatan sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi. Penerapan sistem dilakukan dengan merancang dan menjalankan fungsi komponen untuk mengetahui sistem dapat berjalan dengan baik.

4.1.1. Komponen deteksi pergerakan

Implementasi komponen deteksi pergerakan menggunakan *library* Adafruit MPU6050 dan sensor MPU6050. Komponen deteksi pergerakan dapat berjalan dengan baik dalam mendeteksi gerak.

```
Adafruit MPU6050 test!
MPU6050 Found!

AccelX:0.96,AccelY:-1.07,AccelZ:8.85, GyroX:-0.06,GyroY:0.03,GyroZ:-0.00
AccelX:0.58,AccelY:-0.78,AccelZ:8.95, GyroX:-0.32,GyroY:-0.26,GyroZ:-0.55
AccelX:1.69,AccelY:-1.27,AccelZ:8.74, GyroX:-0.07,GyroY:0.04,GyroZ:-0.01
AccelX:2.03,AccelY:-1.36,AccelZ:8.69, GyroX:-0.05,GyroY:0.06,GyroZ:0.01
AccelX:1.52,AccelY:-1.41,AccelZ:9.02, GyroX:-0.12,GyroY:-0.97,GyroZ:-0.14
AccelX:1.09,AccelY:-1.16,AccelZ:8.84, GyroX:-0.07,GyroY:0.01,GyroZ:0.00
AccelX:1.15,AccelY:-1.31,AccelZ:8.74, GyroX:-0.22,GyroY:-0.42,GyroZ:-0.06
AccelX:3.18,AccelY:-1.65,AccelZ:8.08, GyroX:-0.20,GyroY:-0.61,GyroZ:-0.03
AccelX:3.24,AccelY:-1.70,AccelZ:8.07, GyroX:-0.07,GyroY:-0.11,GyroZ:-0.00
AccelX:1.18,AccelY:-0.95,AccelZ:8.82, GyroX:-0.06,GyroY:0.06,GyroZ:0.01
AccelX:0.89,AccelY:-0.73,AccelZ:9.11, GyroX:-0.11,GyroY:-0.18,GyroZ:0.03
AccelX:1.00,AccelY:-0.90,AccelZ:9.12, GyroX:-0.06,GyroY:0.00,GyroZ:0.17
```

Gambar 4.1 Data pergerakan

Gambar 4.1 menunjukkan data yang diberikan sensor MPU6050 berdasarkan pergerakan yang diberikan kepadanya. Nilai *accel* merupakan nilai akselerasi atau percepatan linier dengan satuan m/s^2 , sedangkan nilai *gyro* merupakan kecepatan perubahan rotasi atau anguler yang terjadi pada perangkat.

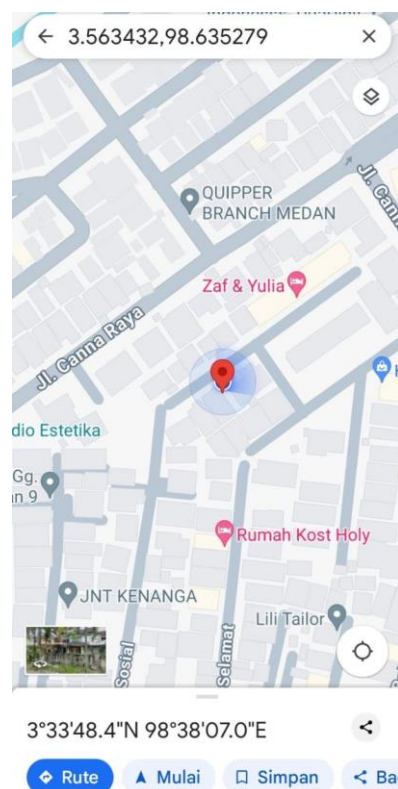
4.1.2. Komponen pelacakan lokasi

Tahap berikutnya yaitu implementasi komponen pelacakan lokasi menggunakan modul GPS Air530Z-BD dan *source code* program yang dibuat menggunakan *library* Tiny GPS++. Komponen dapat berjalan dan memberikan hasil akurasi titik koordinat yang baik.

```
Time (UTC): 14:59:23
Local Time: 21:59:23
Latitude: 3.563432
Longitude: 98.635279
Date: 21/5/2024
Time (UTC): 14:59:24
Local Time: 21:59:24
Latitude: 3.563432
Longitude: 98.635279
Date: 21/5/2024
Time (UTC): 14:59:25
Local Time: 21:59:25
```

Gambar 4.2 Data titik koordinat

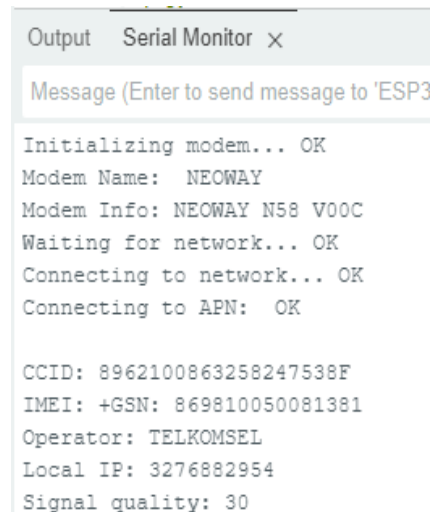
Tampilan titik koordinat yang diberikan modul GPS dapat dicari pada aplikasi Google Maps untuk menampilkan lokasi.



Gambar 4.3 Titik koordinat perangkat modul GPS

4.1.3. Koneksi internet perangkat central

Tahap berikutnya yaitu implementasi komponen koneksi internet untuk perangkat *Central* menggunakan modul 4G Neoway N58-CA. Modul 4G Neoway N58-CA menyediakan *frequency band* LTE Cat 1. *Source code* program untuk mencoba fungsi modul 4G ini dibuat menggunakan *library* TinyGSM.



```

Output  Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'ESP3

Initializing modem... OK
Modem Name:  NEOWAY
Modem Info: NEOWAY N58 V00C
Waiting for network... OK
Connecting to network... OK
Connecting to APN:  OK

CCID: 8962100863258247538F
IMEI: +GSN: 869810050081381
Operator: TELKOMSEL
Local IP: 3276882954
Signal quality: 30
  
```

Gambar 4.4 Test jaringan menggunakan ISP Telkomsel

Gambar 4.4 merupakan tampilan *serial monitor* yang menunjukkan informasi nama modul komunikasi, nama ISP, serta kekuatan sinyal. Tabel 4.1 memuat ukuran tingkat kekuatan sinyal yang dimiliki modul 4G berupa nilai CSQ (*Cell Signal Quality*).

Tabel 4.1 Ukuran tingkat kekuatan sinyal

Nilai CSQ	Kekuatan Sinyal
0	Tidak ada sinyal
1-2	Sangat buruk
3-9	Buruk
10-14	Cukup bagus
15-19	Bagus
20-30	Sangat Bagus
31	Sangat bagus sekali

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa modul 4G Neoway memiliki sinyal yang sangat bagus sekali.

4.1.4. Menghubungkan antar perangkat keras

Langkah berikutnya adalah menghubungkan perangkat keras yaitu perangkat *Central* dan perangkat *Peripheral*. Perangkat keras dihubungkan menggunakan BLE *beacon*. Cara kerja BLE *beacon* yaitu setiap perangkat keras memancarkan

sinyal, kemudian salah satu dari perangkat tersebut berperan sebagai penerima data (perangkat *Central*) dan pengirim data (perangkat *Peripheral*). Perangkat *Central* mendeteksi dan menghitung jumlah perangkat *Peripheral* disekitarnya. Perangkat *Peripheral* mengirim datanya, kemudian perangkat *Central* menerima data yang dikirim perangkat *Peripheral* tersebut.

```
Starting ESP32. Bootcount = 13
Deep sleep (74s since last reset, 6s since last boot)
Sensor MPU6050 terbaca!

Acceleration X: 8560, Y: 1020, Z: 9800 m/s^2
Rotation X: 64380, Y: 32768, Z: 4441 rad/s
Advertising dilakukan pada 5 detik berikutnya...
Mulai deep sleep selama 5 detik
```

Gambar 4.5 Perangkat *Peripheral* mengirim data

Perangkat *Peripheral* mengirim data pergerakan berbentuk data mentah, sehingga pada *source code* perangkat *Central* perlu ditambahkan *code* berupa rumus untuk mengolah data mentah tersebut menjadi data pergerakan yang sebenarnya. Perangkat *Central* terhubung dengan perangkat *Peripheral*. Perangkat *Central* akan mendeteksi perangkat *Peripheral* dan menunjukkan data perangkat *Peripheral* tersebut serta menunjukkan jumlah perangkat *Peripheral* yang terhubung.

```
nilai RSSI: -41
Accel X: -0.05 m/s^2
Accel Y: 0.22 m/s^2
Gyro X X: 30.16 rad/s
Gyro X Y: -41.08 rad/s

ID Sapi: Sapi 3

nilai RSSI: -50
Accel X: -0.21 m/s^2
Accel Y: -0.09 m/s^2
Gyro X X: -40.56 rad/s
Gyro X Y: -69.82 rad/s

jumlah sapi terdeteksi: 3
```

Gambar 4.6 Perangkat *Central* mendeteksi dan menerima data

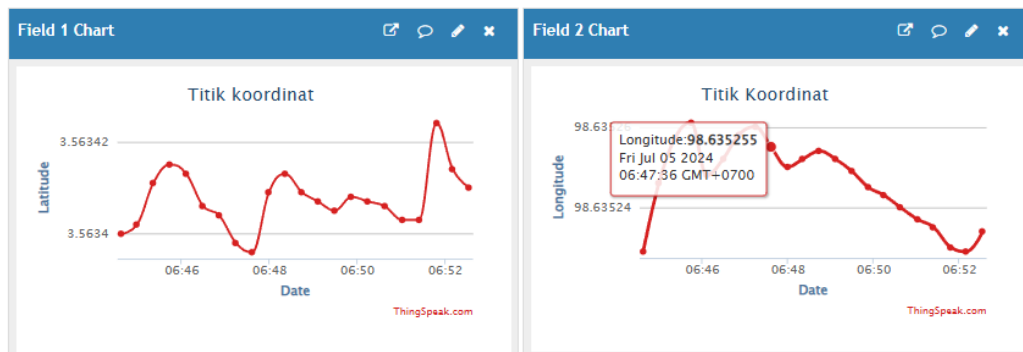
Berdasarkan Gambar 4.6 diketahui bahwa perangkat *Central* mendeteksi perangkat *Peripheral* sebanyak 3, serta menampilkan data pergerakan dan kekuatan sinyal yang diterima dari perangkat *Peripheral* berupa nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*). Ukuran tingkat kekuatan sinyal dimuat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ukuran tingkat kekuatan sinyal yang diterima

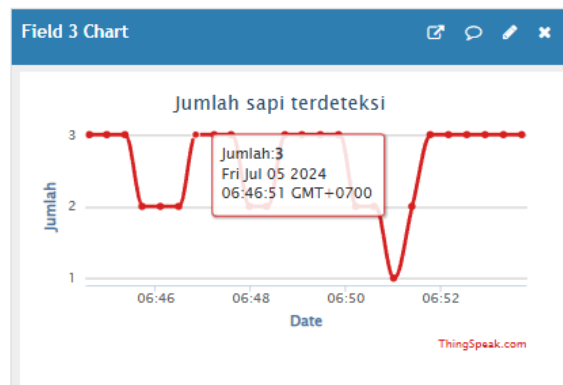
Nilai RSSI (dBm)	Kekuatan Sinyal
-113 atau kurang	Tidak ada sinyal
-111 hingga -109	Sangat buruk
-107 hingga -93	Buruk
-91 hingga -83	Cukup bagus
-81 hingga -73	Bagus
-71 hingga -53	Sangat Bagus
-51 atau lebih	Sangat bagus sekali

4.1.5. Pengiriman data ke web server

Data titik koordinat dan pergerakan dikirim ke *web server* ThingSpeak untuk disimpan dan divisualisasikan. *Source code* yang dibuat agar perangkat *Central* mengirim data ke *web server* menggunakan *library* ThingSpeak. Interval atau jarak waktu pengiriman data ditetapkan setiap 20 detik. Pengiriman data titik koordinat dan jumlah sapi terdeteksi menuju *web server* berhasil dengan baik.

**Gambar 4.7** Visualisasi data titik koordinat

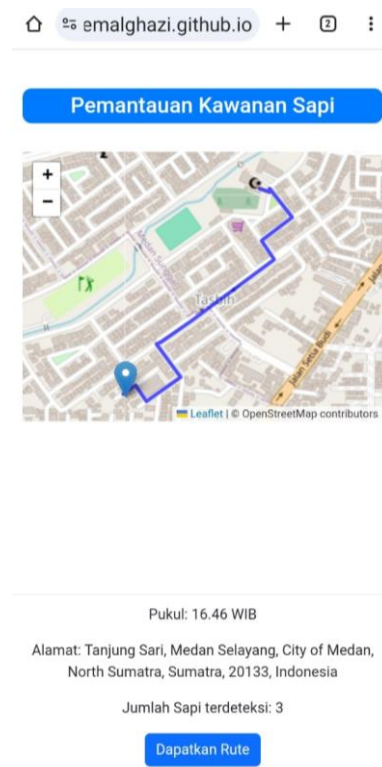
Gambar 4.7 merupakan tampilan grafik data titik koordinat berupa nilai *latitude* dan *longitude* yang dikumpulkan melalui modul GPS.

**Gambar 4.8** Visualisasi data jumlah sapi terdeteksi

Gambar 4.8 menampilkan grafik jumlah sapi terdeteksi yang didapatkan melalui jumlah perangkat *Peripheral* yang terdeteksi.

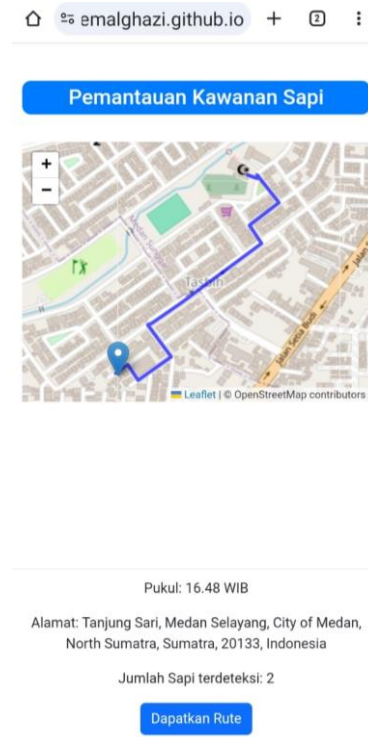
4.1.6. Tampilan lokasi dan jumlah sapi terdeteksi di aplikasi web

Titik lokasi dan jumlah sapi terdeteksi ditampilkan di aplikasi *web*. Data yang ditampilkan pada aplikasi *web* ini diambil melalui data yang tersimpan di *database web server* menggunakan API code ThingSpeak. Rute dari lokasi pengguna menuju lokasi perangkat *Central* juga dapat dilihat pada aplikasi web.



Gambar 4.9 Tampilan pada aplikasi *web*

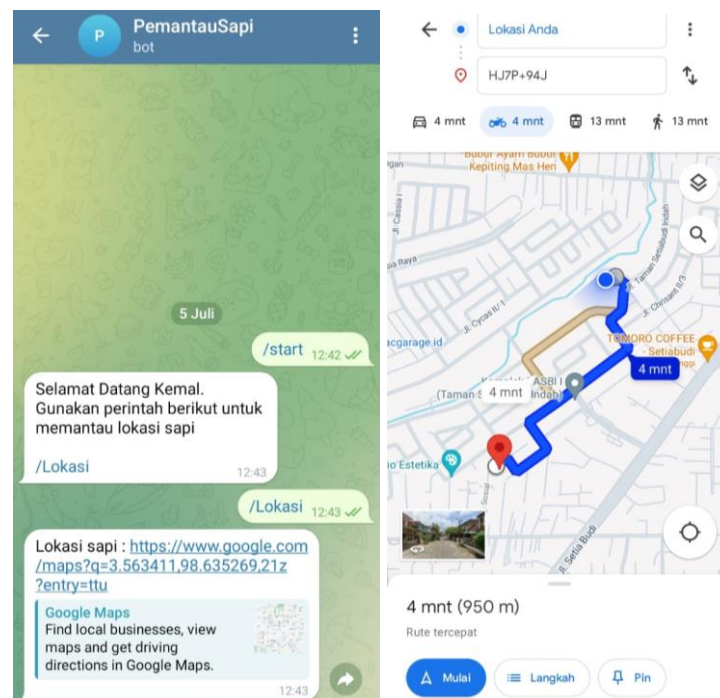
Gambar 4.9 menunjukkan lokasi kawanan sapi melalui perangkat *Central*, menampilkan waktu, alamat, serta jumlah sapi yang terdeteksi. Berdasarkan Gambar 4.10 terlihat bahwa jumlah sapi terdeteksi berkurang, dimana ini terjadi karena ada perangkat *Peripheral* yang tidak terdeteksi.



Gambar 4.10 Perubahan jumlah sapi terdeteksi

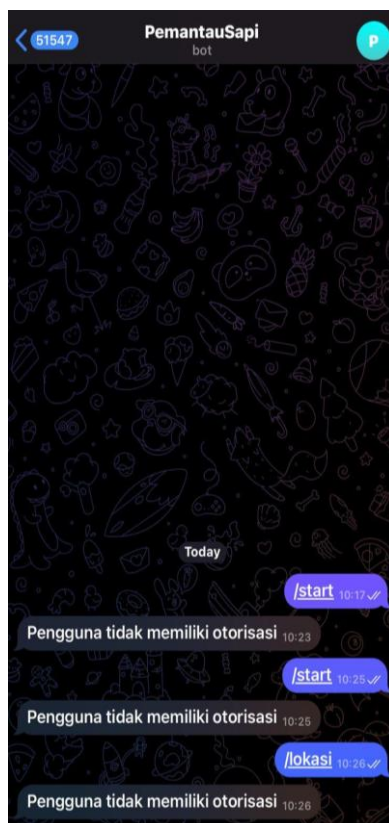
4.1.7. Bot telegram

Tahap selanjutnya yaitu implementasi *bot* Telegram perangkat *Central* untuk melakukan komunikasi antara perangkat *Central* dengan perangkat pengguna. *Source code* dibuat menggunakan *library* Universal Telegram Bot.



Gambar 4.11 Meminta lokasi perangkat *Central* melalui *bot* Telegram

Gambar 4.11 menunjukkan *bot* Telegram dapat membagikan *link* lokasi kawanan sapi dengan akurat melalui Google Maps. Berikutnya yaitu ketika ada akun Telegram lain ingin melakukan percakapan dengan *bot* Telegram maka *bot* Telegram akan menolaknya.



Gambar 4.12 *Bot* Telegram menolak percakapan dengan akun Telegram lain

Berdasarkan Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa *bot* Telegram menolak permintaan percakapan dari akun Telegram lain. Jika ada perangkat *Peripheral* yang menjauh dan tak terdeteksi maka perangkat *Central* maka *bot* Telegram mengirim notifikasi ke perangkat pengguna bahwa ada sapi yang keluar dari kawanan dan ketika perangkat *Peripheral* tersebut kembali ke kawanan maka *bot* Telegram mengirim notifikasi bahwa sapi yang keluar dari kawanan telah kembali lagi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.13.



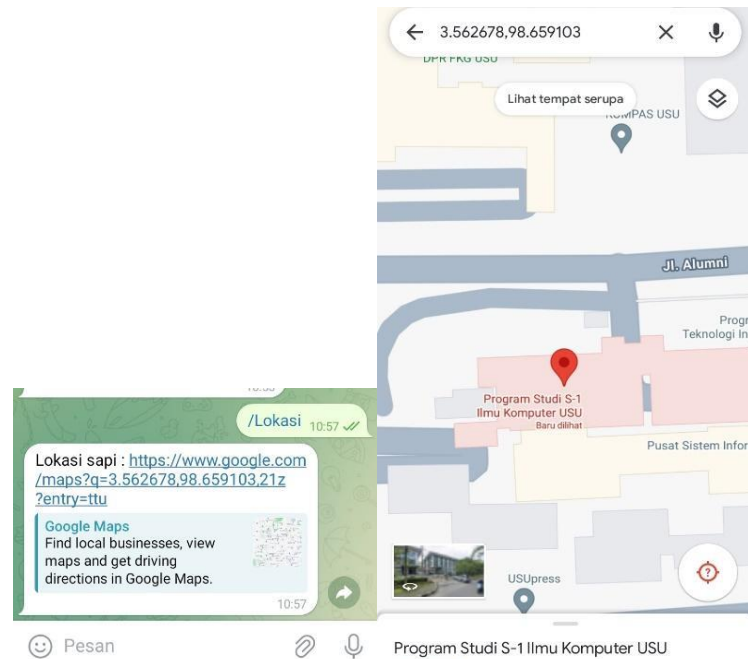
Gambar 4.13 Notifikasi dari *bot* Telegram

4.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui hasil kinerja sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi dapat berjalan dengan baik. Pengujian yang dilakukan yaitu uji akurasi titik koordinat, pengiriman data perangkat keras sistem menuju *web server*, tampilan lokasi dan jumlah perangkat sapi terdeteksi pada aplikasi *web*.

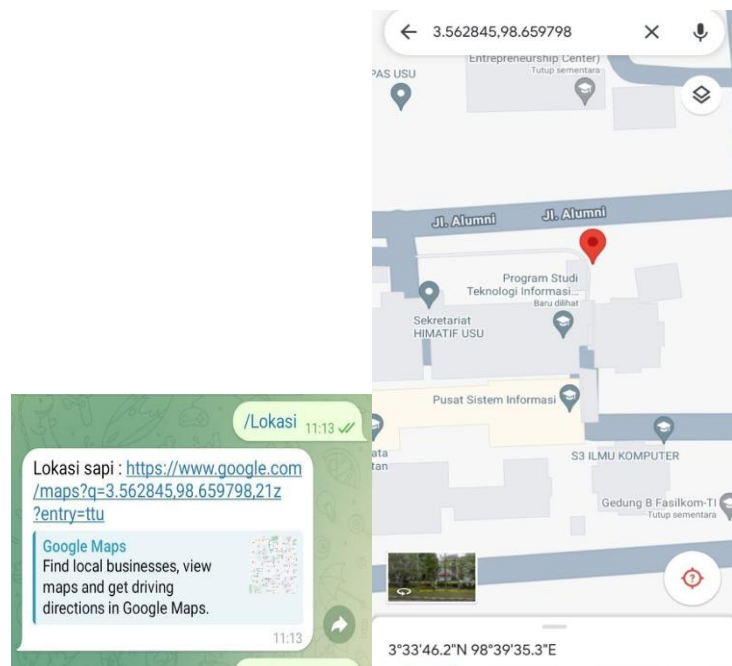
4.2.1. Pengujian akurasi modul *gps*

Pengujian akurasi lokasi dilakukan untuk memastikan modul GPS dapat memberikan lokasi yang akurat, yaitu dengan melakukan pengujian di beberapa lokasi yang ditunjukkan *bot* Telegram melalui link lokasi pada Google Maps. Lokasi pertama sebagai tempat pengujian akurasi titik koordinat dilakukan di Gedung D Fasilkom-TI dengan lokasi yang baik.



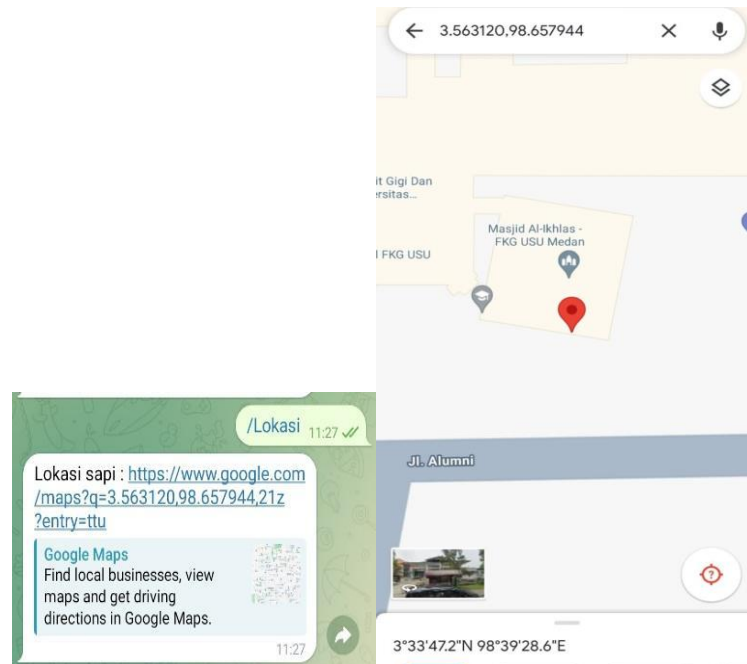
Gambar 4.14 Pengujian Lokasi ke-1 di Gedung D Fasilkom-TI

Pengujian berikutnya dilakukan di Gedung C Fasilkom-TI. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* memiliki akurasi yang baik.



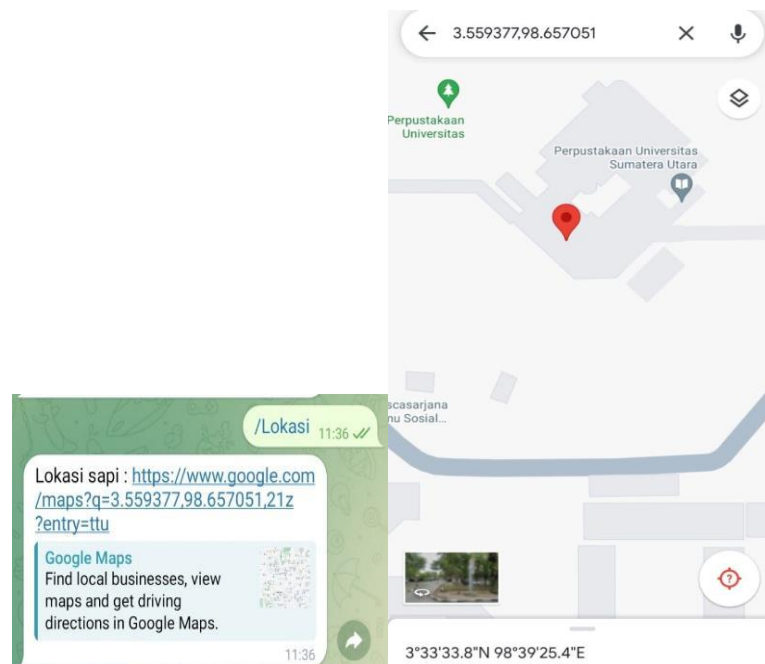
Gambar 4.15 Pengujian lokasi ke-2 di Gedung C Fasilkom-TI

Pengujian selanjutnya dilakukan di Masjid Al-Ikhlas FKG USU. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* memiliki akurasi yang baik.



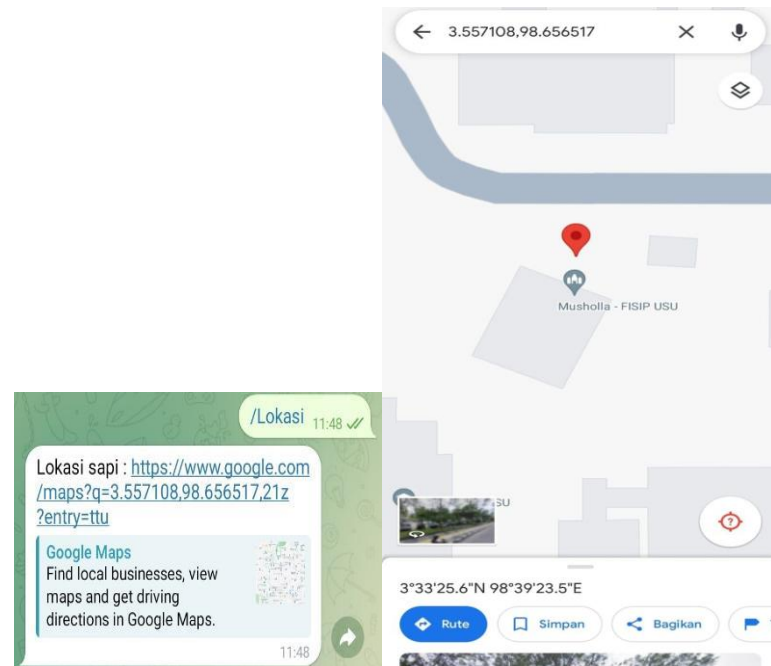
Gambar 4.16 Pengujian lokasi ke-3 di Masjid Al-Ikhlas FKG USU

Pengujian berikutnya dilakukan di perpustakaan USU. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* memiliki akurasi yang baik.



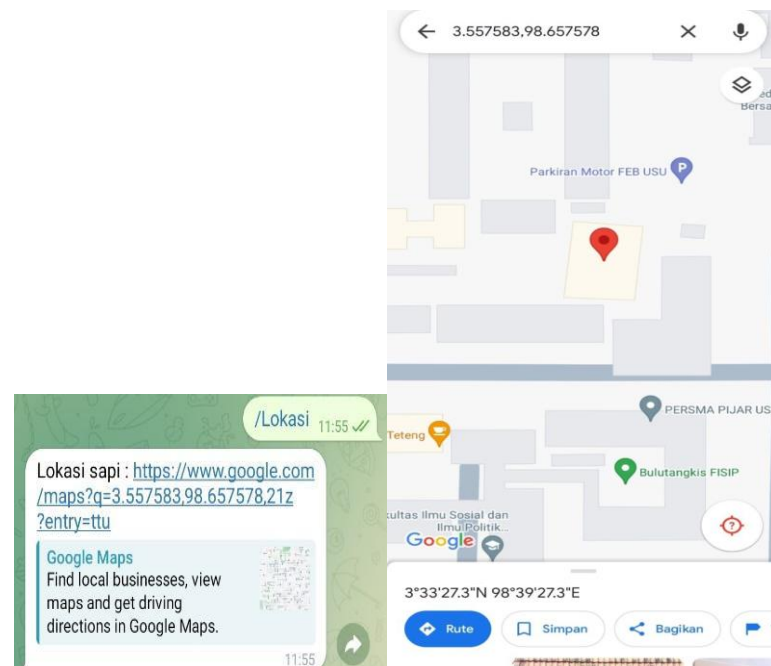
Gambar 4.17 Pengujian lokasi ke-4 di Perpustakaan USU

Lokasi pengujian selanjutnya dilakukan di Musholla FISIP USU. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* memiliki akurasi yang baik.



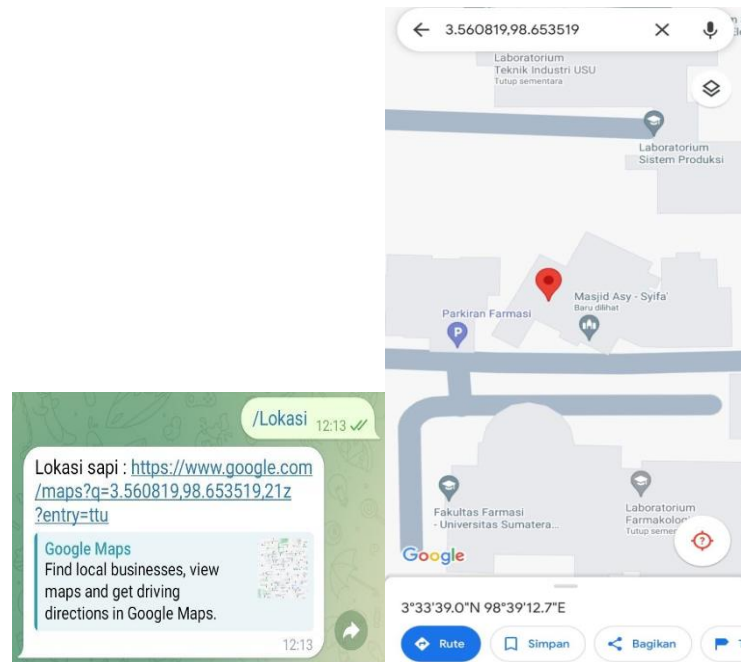
Gambar 4.18 Pengujian lokasi ke-5 di Musholla FISIP USU

Pengujian selanjutnya dilakukan di Masjid Baiturrahmah FEB USU. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* seperti pada Gambar 4.22.



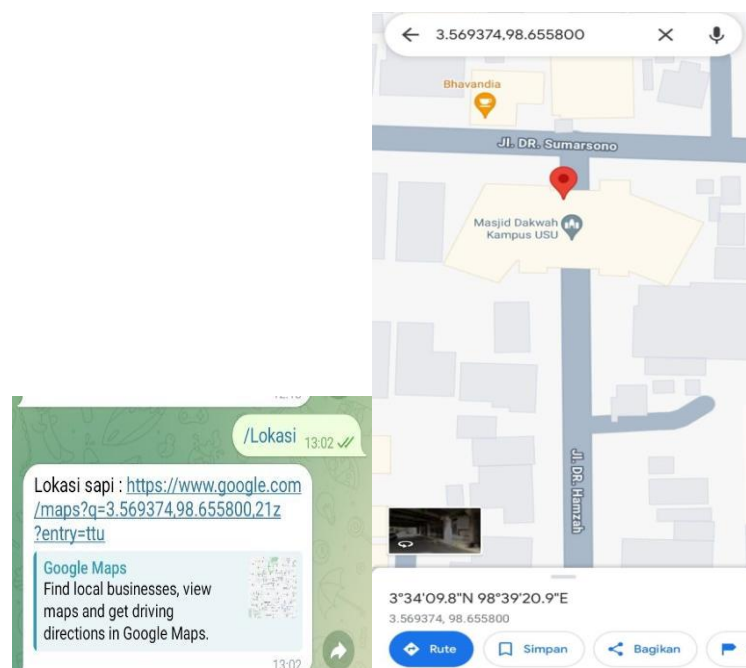
Gambar 4.19 Pengujian lokasi ke-6 di Masjid Baiturrahmah FEB USU

Lokasi pengujian selanjutnya dilakukan di Masjid Asy-Syifa Fakultas Farmasi USU. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* memiliki akurasi yang baik seperti pada Gambar 4.23.



Gambar 4.20 Pengujian lokasi ke-7 di Masjid Asy-Syifa Fakultas Farmasi USU

Pengujian terakhir dilakukan di Masjid Dakwah USU. Titik lokasi yang diberikan perangkat *Central* memiliki akurasi yang baik.



Gambar 4.21 Pengujian lokasi ke-8 di Masjid Dakwah USU

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa perangkat *Central* dapat memberikan akurasi lokasi yang baik. Selain itu, dilakukan juga pengujian rentang waktu yang dibutuhkan modul GPS sejak awal dinyalakan untuk menangkap sinyal satelit GPS. Pengujian dilakukan dengan menyalakan perangkat

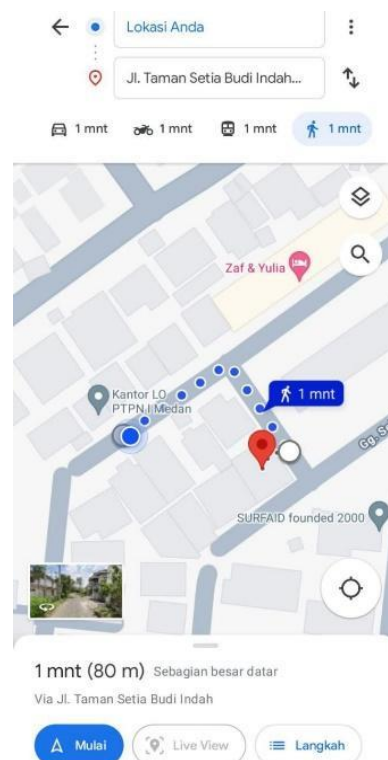
di dalam rumah (*indoor*) di teras rumah (*outdoor*). Pengujian dilakukan masing-masing sebanyak 10 kali dengan pengukuran waktu menggunakan *stopwatch* ponsel. Rata-rata waktu yang dibutuhkan modul GPS untuk menangkap sinyal satelit sebagai berikut:

- *Indoor* = $(64 + 90 + 68 + 42 + 41 + 48 + 58 + 64 + 55 + 55) / 10$
= 58,5 detik
- *Outdoor* = $(39 + 37 + 34 + 40 + 35 + 45 + 31 + 33 + 38 + 36) / 10$
= 36,8 detik

Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa semakin terbuka tempatnya maka semakin cepat modul GPS dapat menangkap sinyal satelit.

4.2.2. Pengujian jarak jangkauan deteksi perangkat *central*

Pengujian jarak jangkauan deteksi perangkat *Central* dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh perangkat *Central* dapat mendeteksi perangkat *Peripheral*. Pengujian ini dilakukan dengan cara membawa perangkat *Peripheral* menjauh dari perangkat *Central* hingga perangkat *Central* tidak dapat mendeteksinya lagi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa perangkat *Central* dapat mendeteksi sejauh 80 meter.



Gambar 4.22 Jarak jangkauan pendeteksian oleh perangkat *Central*

4.2.3. Pengujian latency pengiriman data

Pengujian *latency* pengiriman data dari perangkat *Central* menuju *web server* dilakukan untuk mengetahui stabilitas pengiriman data dari perangkat *Central* menuju *web server*. Gambar berikut merupakan tampilan data yang berhasil terkirim.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Data diterima pada jam	Urutan	Latitude	longitude	Jumlah sat	Accel X	Accel Y	Gyro X	Gyro Y
2024-07-05T07:17:50+07:00	1	0	0	3	0.28012	0.05507	-0.0346	0.00999
2024-07-05T07:18:14+07:00	2	0	0	3	0.30406	0.06464	-0.0334	0.01492
2024-07-05T07:18:38+07:00	3	3.56339	98.6353	3	0.33758	0.05507	-0.0356	0.01332
2024-07-05T07:19:01+07:00	4	3.56338	98.6353	3	0.31843	0.01676	-0.034	0.01545
2024-07-05T07:19:26+07:00	5	3.56338	98.6353	3	0.35674	-0.0072	-0.0389	0.01705
2024-07-05T07:19:49+07:00	6	3.56339	98.6353	3	0.28491	0.01915	-0.031	0.01745
2024-07-05T07:20:12+07:00	7	3.56339	98.6353	3	0.34237	-0.0192	-0.0338	0.01359
2024-07-05T07:20:34+07:00	8	3.56339	98.6353	3	0.31843	-0.0037	-0.0326	0.01279
2024-07-05T07:20:57+07:00	9	3.56339	98.6353	3	0.34955	0.0431	-0.0334	0.01759
2024-07-05T07:21:20+07:00	10	3.56339	98.6353	3	0.35195	0.03831	-0.0364	0.01332
2024-07-05T07:21:44+07:00	11	3.56341	98.6353	3	0.36392	0.00718	-0.0306	0.01212
2024-07-05T07:22:07+07:00	12	3.56342	98.6353	3	0.36152	0.0407	-0.0378	0.01506
2024-07-05T07:22:31+07:00	13	3.56342	98.6353	3	0.35195	0.04549	-0.0354	0.01239
2024-07-05T07:22:53+07:00	14	3.56342	98.6353	3	0.32322	0.00958	-0.0338	0.01506
2024-07-05T07:23:17+07:00	15	3.5634	98.6353	3	0.40223	0.05507	-0.0309	0.01332
2024-07-05T07:23:41+07:00	16	3.56339	98.6352	3	0.33998	0.06464	-0.0344	0.01226
2024-07-05T07:24:07+07:00	17	3.5634	98.6352	3	0.34477	0.0814	-0.0308	0.01146
2024-07-05T07:24:31+07:00	18	3.56342	98.6353	3	0.37828	0.11971	-0.0345	0.01306
2024-07-05T07:24:56+07:00	19	3.56342	98.6352	3	0.2873	0.02634	-0.0337	0.01252
2024-07-05T07:25:20+07:00	20	3.56342	98.6353	2	0.3304	0.01676	-0.036	0.01732
2024-07-05T07:25:45+07:00	21	3.56341	98.6353	2	0.32322	0.10534	-0.0386	0.01599
2024-07-05T07:26:11+07:00	22	3.56343	98.6352	2	0.31125	0.01437	-0.0357	0.01053
2024-07-05T07:26:34+07:00	23	3.56343	98.6352	3	0.3304	0.06704	-0.036	0.01412

Gambar 4.23 Data diterima *web server* dengan baik

Gambar 4.20 menunjukkan data perangkat keras yang dikirim perangkat *Central* ke *web server*. Pengujian *latency* dibagi menjadi dua yaitu pengujian *latency* dengan kondisi semua perangkat *Peripheral* terdeteksi dan dengan kondisi jumlah perangkat *Peripheral* terdeteksi berubah. Rumus untuk menghitung *latency* adalah:

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

Rata-rata waktu pengiriman data dihitung dengan cara mencari selisih waktu penerimaan data pada urutan tertentu dengan waktu penerimaan data sebelum urutan tersebut, serta untuk mengetahui waktu pengiriman data pada urutan pertama dihitung menggunakan *stopwatch* ponsel.

1. Pengujian *latency* dengan kondisi semua perangkat *Peripheral* terdeteksi.

- Pengujian pertama

Tabel 4.3 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian pertama

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
21:51:21	1	3	22
21:51:42	2	3	21
21:52:03	3	3	21
21:52:24	4	3	21
21:52:45	5	3	21
21:53:07	6	3	22
21:53:28	7	3	21
21:53:50	8	3	22
21:54:12	9	3	22
21:54:32	10	3	20
Total			213
Rata-rata			21,3

Latency = Rata-rata waktu pengiriman data – interval pengiriman data

$$= 21,3 - 20$$

$$= 1,3 \text{ detik}$$

- Pengujian kedua

Tabel 4.4 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kedua

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
21:58:25	1	3	20
21:58:46	2	3	21
21:59:06	3	3	20
21:59:26	4	3	20
21:59:47	5	3	21
22:00:07	6	3	20
22:00:27	7	3	20
22:00:50	8	3	23
22:01:11	9	3	21
22:01:32	10	3	21
Total			207
Rata-rata			20,7

Latency = Rata-rata waktu pengiriman data – interval pengiriman data

$$= 20,7 - 20$$

$$= 0,7 \text{ detik}$$

- Pengujian ketiga

Tabel 4.5 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian ketiga

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
22:07:52	1	3	23
22:08:15	2	3	23
22:08:36	3	3	21
22:08:58	4	3	22
22:09:18	5	3	20
22:09:38	6	3	20
22:10:00	7	3	22
22:10:22	8	3	22
22:10:42	9	3	20
22:11:04	10	3	22
Total			215
Rata-rata			21,5

Latency = Rata-rata waktu pengiriman data – interval pengiriman data

$$= 21,5 - 20$$

$$= 1,5 \text{ detik}$$

- Pengujian keempat

Tabel 4.6 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian keempat

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
23:01:43	1	3	21
23:02:03	2	3	20
23:02:24	3	3	21
23:02:45	4	3	21
23:03:06	5	3	21
23:03:26	6	3	20
23:03:47	7	3	21
23:04:11	8	3	24
23:04:31	9	3	20
23:04:53	10	3	22
Total			211
Rata-rata			21,1

Latency = Rata-rata waktu pengiriman data – interval pengiriman data

$$= 21,1 - 20$$

$$= 1,1 \text{ detik}$$

- Pengujian kelima

Tabel 4.7 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kelima

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
23:10:20	1	3	22
23:10:41	2	3	21
23:11:02	3	3	21
23:11:24	4	3	22
23:11:46	5	3	22
23:12:08	6	3	22
23:12:30	7	3	22
23:12:50	8	3	20
23:13:13	9	3	23
23:13:36	10	3	23
Total			218
Rata-rata			21,8

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

$$= 21,8 - 20$$

$$= 1,8 \text{ detik}$$

Berdasarkan pengujian *latency* yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa rata-rata *latency* pengiriman data dengan kondisi semua perangkat *Peripheral* terdeteksi adalah:

$$\text{Rata-rata } latency = (1,3 + 0,7 + 1,5 + 1,1 + 1,8) / 5 = 6,4 / 5 = 1,28 \text{ detik}$$

2. Pengujian *latency* pada kondisi jumlah perangkat *Peripheral* terdeteksi berubah

- Pengujian pertama

Tabel 4.8 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian pertama

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
6:45:21	1	3	22
6:45:44	2	2	23
6:46:06	3	2	22
6:46:29	4	2	23
6:46:51	5	3	22
6:47:14	6	3	23
6:47:36	7	3	22
6:47:59	8	2	23
6:48:21	9	2	22

6:48:44	10	3	23
Total			225
Rata-rata			22,5

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

$$= 22,5 - 20$$

$$= 2,5 \text{ detik}$$

- Pengujian kedua

Tabel 4.9 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kedua

Data diterima di pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
6:54:07	1	3	23
6:54:30	2	3	23
6:54:53	3	2	23
6:55:15	4	2	22
6:55:38	5	2	23
6:56:01	6	3	23
6:56:23	7	3	22
6:56:46	8	2	23
6:57:09	9	2	23
6:57:32	10	3	23
Total			228
Rata-rata			22,8

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

$$= 22,8 - 20$$

$$= 2,8 \text{ detik}$$

- Pengujian ketiga

Tabel 4.10 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian ketiga

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
7:00:40	1	3	22
7:01:03	2	2	23
7:01:26	3	2	23
7:01:49	4	2	23
7:02:12	5	3	23
7:02:34	6	3	22
7:02:57	7	3	23
7:03:20	8	3	23
7:03:43	9	2	23

7:04:06	10	2	23
Total			228
Rata-rata			22,8

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

$$= 22,8 - 20$$

$$= 2,8 \text{ detik}$$

- Pengujian keempat

Tabel 4.11 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian keempat

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
7:07:17	1	3	23
7:07:40	2	2	23
7:08:03	3	2	23
7:08:26	4	2	23
7:08:49	5	3	23
7:09:12	6	2	23
7:09:35	7	1	23
7:09:58	8	1	23
7:10:21	9	3	23
7:10:44	10	3	23
Total			230
Rata-rata			23

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

$$= 23 - 20$$

$$= 3 \text{ detik}$$

- Pengujian kelima

Tabel 4.12 Rata-rata waktu pengiriman data pengujian kelima

Data diterima pada pukul	urutan	Jumlah sapi terdeteksi	Waktu Penerimaan Data satuan detik
7:39:08	1	3	23
7:39:31	2	3	23
7:39:55	3	3	24
7:40:17	4	3	22
7:40:40	5	3	23
7:41:03	6	1	23
7:41:26	7	2	23
7:41:49	8	1	23
7:42:13	9	3	24

7:42:37	10	3	24
Total			232
Rata-rata			23,2

$Latency = \text{Rata-rata waktu pengiriman data} - \text{interval pengiriman data}$

$$= 23,2 - 20$$

$$= 3,2 \text{ detik}$$

Berdasarkan pengujian *latency* yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa rata-rata *latency* pengiriman data dengan kondisi jumlah perangkat *Peripheral* terdeteksi berubah adalah:

$$\text{Rata-rata } latency = (2,5 + 2,8 + 2,8 + 3 + 3,2) / 5 = 14,3 / 5 = 2,86 \text{ detik}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pengaruh perubahan jumlah sapi terdeteksi terhadap *latency* pengiriman data menuju *web server* tidak begitu signifikan.

4.2.4. Evaluasi sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah evaluasi sistem yang telah dirancang. Evaluasi bertujuan untuk mengukur potensi sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi diminati dan dimanfaatkan oleh para peternak. Proses evaluasi dilakukan melalui kuesioner yang ditujukan kepada lima peternak sebagai responden. Kuesioner berisi pertanyaan tentang kinerja sistem pemantauan ini. Metode yang digunakan untuk menghitung hasil kuesioner menggunakan skala Likert lima tingkat persetujuan yaitu Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak Setuju (TS), Netral (N), Setuju (S), dan Sangat Setuju (SS). Hasil persentase jawaban responden dicari menggunakan rumus skala Likert yaitu:

$$I = S / Y \times 100$$

Keterangan:

I = Indeks persentase

S = Total skor jawaban

Y = nilai persetujuan tertinggi \times jumlah responden

Hasil persentase jawaban responden terhadap pertanyaan kuesioner sebagai berikut:

1. Apakah mekanisme sistem mudah dipahami?

Tabel 4.13 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan pertama

Pertanyaan	Pilihan	Nilai	Responden	Nilai \times Responden
1	STS	1	0	0
	TS	2	0	0
	N	3	0	0

	S	4	4	16
	SS	5	1	5
Total			5	21

$$I = S / Y \times 100$$

$$I = 21 / 25 \times 100 = 84\%$$

Berdasarkan hasil persentase, 84% dari responden dapat memahami mekanisme sistem dengan mudah.

2. Apakah sistem membantu pemantauan kawanan sapi menjadi lebih mudah?

Tabel 4.14 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan kedua

Pertanyaan	Pilihan	Nilai	Responden	Nilai \times Responden
2	STS	1	0	0
	TS	2	0	0
	N	3	0	0
	S	4	4	16
	SS	5	1	5
Total			5	21

$$I = S / Y \times 100$$

$$I = 21 / 25 \times 100 = 84\%$$

Berdasarkan hasil persentase, 84% dari responden terbantu memantau kawanan sapi lebih mudah menggunakan sistem.

3. Apakah sistem dapat berfungsi dengan baik?

Tabel 4.15 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan ketiga

Pertanyaan	Pilihan	Nilai	Responden	Nilai \times Responden
3	STS	1	0	0
	TS	2	0	0
	N	3	0	0
	S	4	3	12
	SS	5	2	10
Total			5	22

$$I = S / Y \times 100$$

$$I = 22 / 25 \times 100 = 88\%$$

Berdasarkan hasil persentase, 88% dari responden menyatakan sistem dapat berfungsi dengan baik.

4. Apakah aplikasi *web* menampilkan lokasi dan jumlah sapi secara akurat?

Tabel 4.16 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan keempat

Pertanyaan	Pilihan	Nilai	Responden	Nilai \times Responden
4	STS	1	0	0
	TS	2	0	0

	N	3	0	0
	S	4	5	20
	SS	5	0	0
Total			5	20

$$I = S / Y \times 100$$

$$I = 20 / 25 \times 100 = 80\%$$

Berdasarkan hasil persentase, 80% dari responden menyatakan aplikasi web dapat menunjukkan lokasi dan jumlah sapi pada kawanan secara akurat.

5. Apakah *bot* Telegram memberikan link lokasi kawanan sapi melalui Google Maps secara akurat?

Tabel 4.17 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan kelima

Pertanyaan	Pilihan	Nilai	Responden	Nilai \times Responden
5	STS	1	0	0
	TS	2	0	0
	N	3	0	0
	S	4	5	20
	SS	5	0	0
Total			5	20

$$I = S / Y \times 100$$

$$I = 20 / 25 \times 100 = 80\%$$

Berdasarkan hasil persentase, 80% dari responden menyatakan *bot* Telegram dapat memberikan link lokasi kawanan sapi melalui Google Maps secara akurat.

6. Apakah *bot* Telegram dapat mengirimkan notifikasi sapi keluar dan sapi kembali ke kawanan dengan baik?

Tabel 4.18 Hasil perhitungan jawaban pertanyaan keenam

Pertanyaan	Pilihan	Nilai	Responden	Nilai \times Responden
6	STS	1	0	0
	TS	2	0	0
	N	3	0	0
	S	4	3	12
	SS	5	2	10
Total			5	22

$$I = S / Y \times 100$$

$$I = 22 / 25 \times 100 = 88\%$$

Berdasarkan hasil persentase, 88% dari responden menyatakan *bot* Telegram dapat mengirimkan notifikasi sapi keluar dan sapi kembali ke kawanan dengan baik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian yang telah dilaksanakan memaparkan implementasi *microcontroller* ESP32, BLE, modul GPS Air503Z-BD, sensor MPU6050, modul komunikasi 4G, *bot* Telegram, ThingSpeak, dan aplikasi *web* untuk membangun sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi. Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilaksanakan yaitu:

1. Perangkat ESP32 dapat digunakan untuk menghubungkan antara perangkat *Central* dan perangkat *Peripheral* menggunakan BLE *beacon*.
2. Modul GPS Air503Z-BD menangkap sinyal satelit GPS membutuhkan waktu selama 58,5 detik di *indoor* dan 36,8 detik di *outdoor* sejak pertama kali dinyalakan. Kemudian modul GPS juga dapat menunjukkan titik lokasi kawanan sapi secara akurat.
3. Aplikasi *web* yang dibuat dapat menampilkan lokasi kawanan sapi melalui perangkat *Central* beserta data jumlah sapi terdeteksi berdasarkan jumlah perangkat *Peripheral* terdeteksi.
4. Rata-rata *latency* pengiriman data dari perangkat *Central* menuju *web server* ThingSpeak dengan kondisi semua perangkat *Peripheral* adalah 1,28 detik dan 2,86 detik dengan kondisi jumlah perangkat *Peripheral* terdeteksi berubah.

5.2. Saran

Penelitian ini memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan lebih bagus lagi pada penelitian selanjutnya. Saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengembangan sistem agar dapat diterapkan untuk peternakan dalam skala yang besar menggunakan teknologi komunikasi antar ESP32 lainnya seperti teknologi ESP NOW.
2. Menggunakan modul komunikasi LoRa pada daerah yang belum terjangkau koneksi internet.
3. Menambahkan komponen yang menghasilkan *output* bunyi untuk memancing sapi yang keluar dari kawanan agar kembali lagi ke kawanan.
4. Menambahkan komponen keamanan perangkat keras seperti komponen deteksi guncangan yang tidak biasa untuk mengetahui adanya usaha perusakan pada perangkat keras sehingga peternak mendapat notifikasi percobaan pencurian.
5. Sistem pemantauan mobilitas kawanan sapi memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sehingga penelitian berikutnya perlu mengembangkan sistem agar menjadi lebih efisien dan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, R. I., Ma'Arif, A., & Sunardi, S. (2021). Noise reduction in the accelerometer and gyroscope sensor with the Kalman filter algorithm. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2(3), 180–189.
- Al-Masri,E., Kalyanam, K. R., Batts, J., Kim, J., Singh, S., Vo, T., & Yan, C. (2020). Investigating Messaging Protocols for the Internet of Things (IoT). *IEEE Access*, 8, 94880-94911.
- Al-Shareeda, M. A., Saare, M. A., Manickam, S., & Karuppayah, S. (2023). Bluetooth low energy for internet of things: review, challenges, and open issues. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 31(2), 1182–1189.
- Arta, I. K. C., Febriyanto, A., Nugraha, I. B. M. H. A., Widharma, I. G. S., & Purnama, I. B. I. (2022). Animal Tracking Berbasis Internet of Things. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 21(1), 7.
- Bai, L., Ciravegna, F., Bond, R., & Mulvenna, M. (2020). A Low Cost Indoor Positioning System Using Bluetooth Low Energy. *IEEE Access*, 8, 136858–136871.
- Bluetooth.com. (2015, 6 November). Bluetooth Technology Overview. Diakses pada 29 Januari 2024, dari <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/tech-overview/>
- Databoks.katadata.co.id. (2022, 7 April). Daftar Provinsi dengan Upah Buruh Penggembala Ternak Tertinggi pada 2021. Diakses pada 7 Juli 2024, dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/04/07/daftar-provinsi-dengan-upah-buruh-penggembala-ternak-tertinggi-pada-2021>
- Eshtewi, M. M. H., & Malek, H. M. A. (2020). Gyroscope Technologies: An Effective Role in the Mechanical & Optical Perspective. *International Journal of Engineering Research and Applications www.ijera.com*, 10, 15–19.

- EverythingRF.com. (2020, 28 Mei). Understanding LTE User Equipment Categories. Diakses pada 25 Mei 2024, dari <https://www.everythingrf.com/community/understanding-lte-user-equipment-categories>
- Hapsari, A. Y. (2013). Kualitas dan Kuantitas Kandungan Pupuk Organik Limbah Serasah dengan Inokulum Kotoran Sapi Secara Semi An-aerob. (Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Hartini, S. (2019). Revolusi Ilmiah_Global_Positioning_System_GPS_Seba. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 2(1), 27–32.
- Huda, A. S. M., Zuraiyah, T. A., & Hakim, F. L. (2019). Prototype Alat Pengukur Jarak Dan Sudut Kemiringan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Accelerometer Berbasis Arduino Nano. *BINA INSANI ICT JOURNAL*, 6(2), 185–194.
- Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 84, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5015. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Jia, Y., Xing, L., Mao, Y., Zhao, D., Wang, X., Zhao, S., & Zhang, Y. (2020). Burglars' IoT paradise: Understanding and mitigating security risks of general messaging protocols on IoT clouds. *Proceedings - IEEE Symposium on Security and Privacy, 2020-May*, 465–481.
- Kadir, A. A., Bhawiyuga, A., & Basuki, A. (2023). Implementasi Perangkat Gateway Mobile berbasis Protokol BLE untuk mendukung Akuisisi Data Internet of Things secara Portabel. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(6). 3033-3040.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. (2005). *Understanding GPS Principles and Applications*, 2nd ed. Artech House. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9106073>
- Kurniadi, F. A., Setianingsih, C., & Saputra, R. E. (2023). Sistem Deteksi Sapi Pada Peternakan Dari Citra dan Video UAV Menggunakan Algoritma Yolo. *eProceeding of Engineering*, 10(5).

- Mahardika, S. P. (2023). Metode Efektif Pembuatan Pupuk AHA (Aplikatif, Hemat, dan Anti Polusi) Dalam Meningkatkan Kualitas Hasil Pertanian. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 29(2), 1–5.
- Márquez-Vera, M. A., Martínez-Quezada, M., Calderón-Suárez, R., Rodríguez, A., & Ortega-Mendoza, R. M. (2023). Microcontrollers programming for control and automation in undergraduate biotechnology engineering education. *Digital Chemical Engineering*, 9.
- Melani, A., Hidayat, T., Rasyid, E., & Wicaksana, I. (2023). Implementation Of Cattle-Oil Palm Integration And The Impact On Cost Efficiency Of Palm Production In Sangkir Indah Village, Rokan Hulu District. Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia 4). *Jurnal Agrimanex*, 4(1).
- Murti. Warda, & Maya, S. (2021). *PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM*. Widina Bhakti Persada Bandung. www.penerbitwidina.com
- Mutiara, G. A., & Alfarisi, M. R. (2023). Internet Of Things Untuk Monitoring Perilaku Hewan Ternak Menggunakan Mysql. *eProceeding of Applied Science*, 9(6).
- Nikolov, N. (2020). Research of MQTT, CoAP, HTTP and XMPP IoT Communication protocols for Embedded Systems. *XIX International Scientific Conference Electronics (ET)*. 1-4.
- Priono, R. A., Prasetyo, B. H., & Setiawan, E. (2023). Pengembangan Sistem Monitoring pada Identifikasi Kesehatan Pencernaan menggunakan Bluetooth Low Energy (BLE) berbasis Aplikasi Smartphone. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(2), 599-607.
- Sari, M., & Silalahi, F. R. (2022). Analisis usahatani integrasi sapi-sawit di kabupaten Deli Serdang, provinsi Sumatera Utara, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(1), 144-155.
- Shalf, J. (2020). The future of computing beyond Moore's Law. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 378(2166), 20190061.
- Siskaforum.org. (2023, 27 Juli). Model/Klasifikasi Usaha dan Peraturan Usaha Ternak Sapi di Indonesia. Diakses pada 8 Juli 2024, dari <https://siskaforum.org/model-klasifikasi-usaha-dan-peraturan-usaha-ternak-sapi-di-indonesia/>

- Vaintrub, M. O., Levit, H., Chincarini, M., Fusaro, I., Giammarco, M., & Vignola, G. (2021). Review: Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming. *Animal*, 15(3).
- Yalçınkaya, F., Aydılek, H., Erten, M. Y., & İnanc, N. (2020). IoT based Smart Home Testbed using MQTT Communication Protocol. *Uluslararası Muhendislik Arastirma ve Gelistirme Dergisi*, 317.
- Zidic, D., Mastelic, T., Nizetic Kosovic, I., Cagalj, M., & Lorincz, J. (2023). Analyses of ping-pong handovers in real 4G telecommunication networks. *Computer Networks*, 227.
- Zulkarnaen, A., Firmansyah, & Farhan, M. (2022). Analisis Perbedaan Potensi Eksternal dan Internal Antara Pola Pemeliharaan Ternak Sapi di Kebun Sawit Kecamatan Sungai Bahar. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 25(1).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kuesioner

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
5	4	5	4	4	5
4	4	5	4	4	5
4	5	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4



**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI
NOMOR : 2729/UN5.2.14.D/SK/SPB/2024
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

- Membaca** : Surat Permohonan Mahasiswa Fasilkom-TI USU tanggal 10 Juli 2024 perihal permohonan ujian skripsi:
Nama : MUSTAFA KAMAL NASUTION
NIM : 201402085
Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
Judul Skripsi : Sistem Pemantauan Mobilitas Kawan Sapi Menggunakan Teknologi Bluetooth Low Energi (BLE)
- Memperhatikan** : Bahwa Mahasiswa tersebut telah memenuhi kewajiban untuk ikut dalam pelaksanaan Meja Hijau Skripsi Mahasiswa pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara TA 2023/2024.
- Menimbang** : Bahwa permohonan tersebut diatas dapat disetujui dan perlu ditetapkan dengan surat keputusan
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 17 tahun 2010 tentang pengelolaan dan penyelenggara pendidikan.
3. Keputusan Rektor USU Nomor 03/UN5.1.R/SK/SPB/2021 tentang Peraturan Akademik Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.
4. Surat Keputusan Rektor USU Nomor 1876/UN5.1.R/SK/SDM/2021 tentang pengangkatan Dekan Fasilkom-TI USU Periode 2021-2026

MEMUTUSKAN

- Menetapkan** :
- Pertama** : Membentuk dan mengangkat Tim Penguji Skripsi mahasiswa sebagai berikut:
- Ketua : Dr. Erna Budhiarti Nababan M.IT
NIP: 196210262017042001
- Sekretaris : Dr. M. Andri Budiman, S.T., M.Comp.Sc., M.E.M.
NIP: 197510082008011011
- Anggota Penguji : Seniman S.Kom., M.Kom.
NIP: 198705252014041001
- Anggota Penguji : Fahrurrozi Lubis B.IT., M.Sc.IT
NIP: 198610122018052001
- Moderator : -
- Panitera : -
- Kedua** : Segala biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan ini dibebankan pada Dana Penerimaan Bukan Pajak (PNPB) Fasilkom-TI USU Tahun 2024.
- Ketiga** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan diperbaiki sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Tembusan :

1. Ketua Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

Medan
Ditandatangani secara elektronik oleh:
Dekan



Maya Silvi Lydia
NIP 197401272002122001