

# Animal Tracking Berbasis Internet of Things

I Kadek Cahyadi Arta<sup>1</sup>, Andrian Febriyanto<sup>2</sup>, Ida Bagus Made Harisanjaya Adi Nugraha<sup>3</sup>,  
I Gede Suputra Widharma<sup>4</sup>, Ida Bagus Irawan Purnama<sup>5</sup>

[Submission: 12-08-2021, Accepted: 23-12-2021]

**Abstract**— Animal husbandry is an activity of breeding and rearing carried out with a cage or a loose system. Loose livestock systems are commonly found in the Nusa Tenggara region, and some areas in Bali. This type of farm is difficult to monitor so it is vulnerable to theft. In addition to the possibility of theft, this livestock grazing system also has many other risks, one of which is the loss of cows either because they are lost or trapped in some places. Therefore, it is necessary to develop a tracking device that is able to monitor the presence of these livestock. This research aims to implement internet of things (IoT) for monitoring livestock or pets using GPS, NodeMCU ESP 8266, Firebase and Kodular. Data in the form of latitude and longitude values obtained by the GPS module will be sent to Firebase via a WiFi network. That data is then displayed in the Kodular application in latitude, longitude coordinates, and markers on maps. In addition, this tracking device that can be worn around the neck of the animal is equipped with an LED light that aims to monitor the position of livestock at night so that the position of them can be seen when it is dark.

**Keywords** — Animal Tracking, Firebase, GPS, IoT, Kodular

**Intisari**— Peternakan merupakan kegiatan pembangbiakan dan pemeliharaan hewan yang dapat dilakukan dengan sistem kandang maupun sistem lepas. Sistem peternakan lepas masih banyak dijumpai di wilayah Nusa Tenggara dan sebagian wilayah di Bali. Peternakan jenis ini sulit dipantau sehingga rentan pencurian. Selain kemungkinan pencurian, sistem pembalasan hewan ternak seperti ini memiliki banyak resiko lain, salah satunya adalah kehilangan ternak baik itu karena tersesat ataupun terjebak di suatu tempat. Maka dari itu perlu dikembangkan suatu alat pelacak yang mampu memonitoring keberadaan hewan ternak tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Internet of Things (IoT)* guna memonitoring hewan ternak atau peliharaan dengan memakai GPS, NodeMCU ESP8266, Firebase dan Kodular. Data berupa nilai *latitude* dan *longitude* yang didapat oleh modul GPS akan dikirimkan ke Firebase melalui jaringan WiFi. Data tersebut kemudian ditampilkan pada aplikasi Kodular dalam bentuk koordinat *latitude*, *longitude*, dan *marker* pada *maps*. Selain itu, alat *tracking* yang dapat dikalungkan pada leher hewan ini dilengkapi dengan lampu LED yang bertujuan untuk memantau posisi hewan ternak pada malam hari sehingga posisi hewan dapat terlihat ketika kondisi gelap.

**Kata Kunci**— Animal Tracking, Firebase, GPS, IoT, Kodular

<sup>1,2,3</sup>Mahasiswa, Prodi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp. 0361-701981, e-mail: [cahyadiarta12345@gmail.com](mailto:cahyadiarta12345@gmail.com), [andrianfebriyanto05@gmail.com](mailto:andrianfebriyanto05@gmail.com), [ghari856@gmail.com](mailto:ghari856@gmail.com))

<sup>4,5</sup>Dosen, Prodi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (e-mail: [suputra@pnb.ac.id](mailto:suputra@pnb.ac.id), [ida.purnama@pnb.ac.id](mailto:ida.purnama@pnb.ac.id))

## I. PENDAHULUAN

Peternakan merupakan kegiatan pembangbiakan dan pemeliharaan hewan yang dapat dilakukan dengan sistem kandang maupun sistem lepas. Di Indonesia, peternakan hewan masih kebanyakan berskala kecil dimana biasanya pemilik usaha peternakan menjadikan hewan ternaknya sebagai investasi dan tabungan. Hal ini menyebabkan Indonesia masih bergantung pada produk *import* hewan ternak dari negara yang memiliki peternakan berskala besar dan lebih *modern*. Namun tidak sedikit juga peternakan di Indonesia yang menerapkan sistem peternakan lepas yaitu dengan melepas hewan ternak di padang rumput.

Sistem peternakan ternak lepas ini masih banyak dijumpai di wilayah Nusa Tenggara, Sumatera, dan sebagian wilayah di Bali [1,2]. Peternakan jenis ini menguntungkan peternak karena tidak perlu menyediakan pakan. Namun, peternakan jenis ini juga bisa merugikan tutupan hutan karena dapat memperlambat pertumbuhan biofisik hutan. Selain merugikan tutupan hutan, peternakan jenis ini juga sulit dipantau sehingga rentan pencurian [2]. Selain kemungkinan pencurian, sistem pembalasan hewan ternak seperti ini juga memiliki resiko lain, salah satunya adalah kehilangan ternak baik karena tersesat ataupun terjebak di suatu tempat. Maka dari itu perlu dibuat suatu alat pelacak yang mampu memonitoring keberadaan hewan ternak atau binatang peliharaan [2,3]. Bahkan ikanpun dapat dilacak [4]. Salah satu caranya adalah menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* dengan *Global Positioning System (GPS)* sebagai pelacak lokasi dan *smartphone* sebagai *monitoring device* hasil pelacakan [5].

*GPS* sangatlah bermanfaat untuk memonitoring sebuah benda yang bergerak baik itu manusia, hewan, ataupun kendaraan dan trafik [6-10]. Kemudian diperlukan pemetaan informasi geografis [11,12]. *GPS* adalah sebuah sistem dimana posisi suatu benda dapat diketahui secara pasti. Dari beberapa jenis komunikasi yang tersedia, komunikasi seluler merupakan yang paling umum digunakan. Namun, kendala terbesar yang dihadapi adalah tidak semua daerah dapat terjangkau oleh jaringan seluler khususnya daerah pedesaan. Untuk itu, penggunaan teknologi *Long Range (LoRa)* sangat dianjurkan untuk sistem komunikasinya. *LoRa* mengirim data dari *node* ke *gateway* dan diteruskan ke internet [13]. Dari hasil implementasi pengiriman data dari *node* ke *gateway* menunjukkan bahwa jarak berbanding lurus dengan dengan kehilangan data dan kekuatan sinyal (RSSI) melemah [13, 14]. Sebagai contoh pada jarak 1 km dengan RSSI -96 jumlah paket hilang sekitar 2 dan pada jarak terjauh yaitu 3 km dengan RSSI - 127 jumlah paket hilang sekitar 16 [14].



Pada penelitiannya, [14] mengusulkan sistem pelacakan hewan ternak menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, teknologi *GPS module* untuk menentukan posisi hewan ternak tersebut, dan aplikasi Blynk untuk berkomunikasi melalui *smartphone*. Selanjutnya, dengan aplikasi Google Maps atau Open Street Map [15] yang ada pada *smartphone* memudahkan pelacakan posisi hewan ternak tersebut. Dalam hal ini, hewan ternak dapat dimonitor dengan mematikan dan menghidupkan aplikasi Blynk dari jarak jauh melalui media pesan teks pada *smartphone*.

Dari penelitian yang sudah dilakukan terkait *animal tracking*, kebanyakan hanya membahas akurasi posisi dari hewan ternak [1-3], [13,14]. Belum ada studi yang mendesain sistem pemantauan yang efektif untuk malam hari. Tindak kejahatan lebih sering terjadi di malam hari dan indikasi hewan lepas tidak hanya terjadi di siang hari. Dari kedua masalah tersebut, maka rancang bangun *animal tracker* pada penelitian ini juga dilengkapi dengan sebuah sistem yang dapat memantau posisi hewan ternak pada malam hari dengan menggunakan lampu LED yang dikalungkan pada leher hewan ternak sehingga dapat terlihat ketika kondisi gelap. Nantinya, LED ini akan dapat dikontrol melalui *smartphone* yang memiliki akses internet dan terkoneksi ke sebuah aplikasi yang dibangun dengan Kodular dan Firebase. Hal ini diharapkan dapat memudahkan penggembala untuk menggunakan alat *animal tracker* ini.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini memanfaatkan berbagai teknologi mulai dari IoT, GPS, NodeMCU ESP8266, LED, Firebase dan Kodular.

### A. IoT

*IoT* adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memaksimalkan manfaat dari koneksi *internet* guna melakukan *transfer* dan pemrosesan data-data, melalui sebuah jaringan *internet* secara nirkabel dan *virtual*.

### B. GPS

GPS merupakan suatu sistem navigasi radio berbasis satelit yang terdiri dari susunan 24 satelit yang mengorbit bumi dalam 6 orbit lingkaran [15]. Sinyal yang dipancarkan oleh satelit ke bumi akan ditangkap oleh sebuah alat penerima. Terdapat tiga bagian penting dari sistem ini, yaitu bagian angkasa, bagian pengguna dan bagian kontrol. Sebuah *GPS receiver* harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (*latitude* dan *longitude*) dan *track* pergerakan. Jika *GPS receiver* dapat menerima empat atau lebih satelit, maka dapat menghitung posisi 3D (*latitude*, *longitude* dan *altitude*) [16,17].

### C. NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah *open source platform IoT* dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototipe produk *IoT* atau bisa dengan memakai *sketch* dengan Arduino IDE. NodeMCU berukuran panjang 2.83cm, lebar 2.54cm,

dan berat 7 gram. *Board* ini sudah dilengkapi dengan fitur *WiFi* dan *Firmware*-nya yang bersifat *open source* [18].

### D. LED

*Light Emitting Diode* atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor.

### E. Firebase

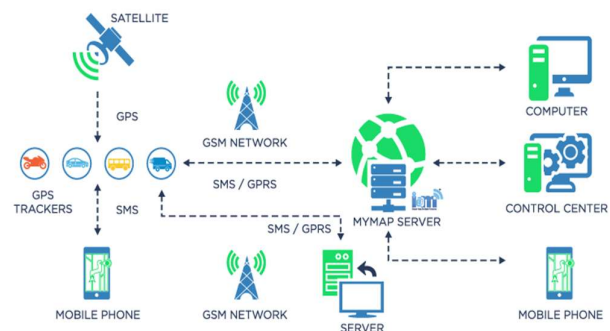
Firebase adalah layanan Google yang berguna untuk membantu para developer untuk mengembangkan aplikasi. Firebase termasuk ke dalam *Backend as a Service* (BaaS) yang merupakan cara *developer* untuk fokus mengembangkan aplikasi tanpa perlu memberikan *effort* besar. Firebase pertama kali ditemukan oleh Andrew Lee dan James Tamplin pada tahun 2011. Firebase memberikan produk *realtime* database yang berguna untuk menyimpan lebih banyak data dan sinkronisasi ke banyak pengguna. Pada tahun 2014, pihak Google mengakuisisi layanan pengembang aplikasi ini.

### F. Kodular

Kodular adalah situs web penyedia *tools* untuk membuat aplikasi Android. Kodular memiliki banyak kesamaan dengan MIT App Inventor salah satunya adalah sama-sama menggunakan *blok programming* dalam membuat aplikasi Android. Meskipun mempunyai banyak kesamaan, Kodular juga punya beberapa kelebihan dibanding MIT App Inventor yaitu fitur *Kodular Extension IDE* dan *Kodular Store*. Fitur-fitur tersebut bisa memudahkan para *developer* untuk membuat blok program *extension IDE* sesuai keinginan dan mengunggah aplikasi yang telah dibuat ke *Kodular Store* [19].

### G. Tracking System

*Tracking system* dengan GPS banyak digunakan untuk memantau asset yang bergerak, seperti pada bidang transportasi dengan *automated vehicle locator* (AVL) [20]. Dengan AVL ini keberadaan dan pergerakan kendaraan bisa dipantau baik melalui *control center* ataupun aplikasi *mobile* berbasis *maps*. Arsitektur dari *tracking system* ini dapat dilihat pada Gambar 1. Prinsip yang sama diterapkan pada penelitian *animal tracker* ini sehingga keberadaan hewan ternak juga akan dapat diketahui.

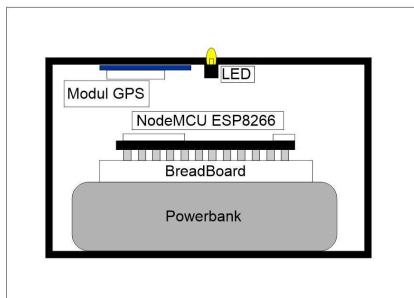


Gambar 1: Arsitektur *tracking system* dengan GPS

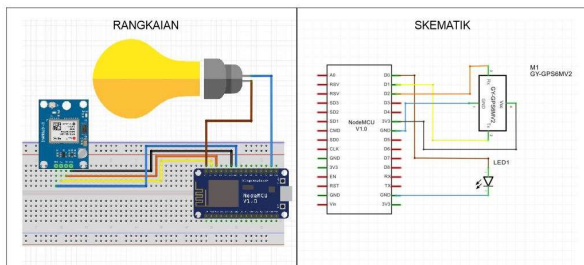
### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Tahap Penyiapan Prototipe

Alat *animal tracker* yang dibuat berbentuk kotak kecil yang nantinya akan dikalungkan pada leher hewan ternak yang akan dimonitor. Alat *animal tracking* ini bekerja secara *real-time* dengan bantuan dari Firebase. Koordinat yang didapatkan oleh modul GPS akan diterima oleh NodeMCU ESP8266, kemudian diteruskan ke Firebase. Untuk dapat mengirimkan data koordinat ke Firebase, maka NodeMCU harus terhubung ke internet. Penelitian ini menggunakan jaringan *WiFi*, sehingga tidak perlu menggunakan modul GSM ataupun LoRa. Modul GPS yang digunakan adalah NEO-6M sebanyak 1 buah yang dipasang pada bagian atas alat *animal tracker*. Untuk *power supply* digunakan sebuah *powerbank* dengan *output* DC 5V dan arus hingga 2A. *Powerbank* ini nantinya akan diletakkan di bagian dasar dari alat *animal tracker* ini. NodeMCU ESP8266 yang digunakan adalah tipe Amica yang ditancapkan pada sebuah *breadboard* kecil yang ditempelkan tepat diatas *powerbank*. Gambar 2 memperlihatkan susunan penempatan komponen dalam kotak sebagai *casing*. Sementara itu Gambar 3 menampilkan rangkaian dan skematik yang berisi *wiring* antar komponen.



Gambar 2: Tata letak komponen dalam casing

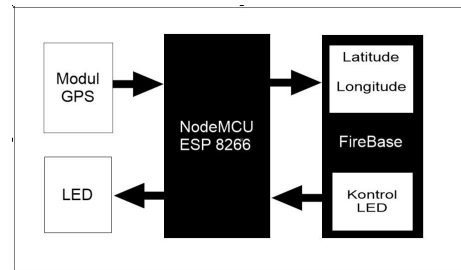


Gambar 3: Rangkaian dan skematik wiring antar komponen

#### B. Tahap Perancangan Data Logger dengan Arduino IDE dan Firebase

Agar NodeMCU dapat mengakses data ke Firebase, diperlukan sebuah *library* yang bernama *firebase-arduino-master*, sedangkan agar dapat menerima data dari Modul GPS I Kadek Chayadi Arta: Animal Tracking Berbasis Internet...

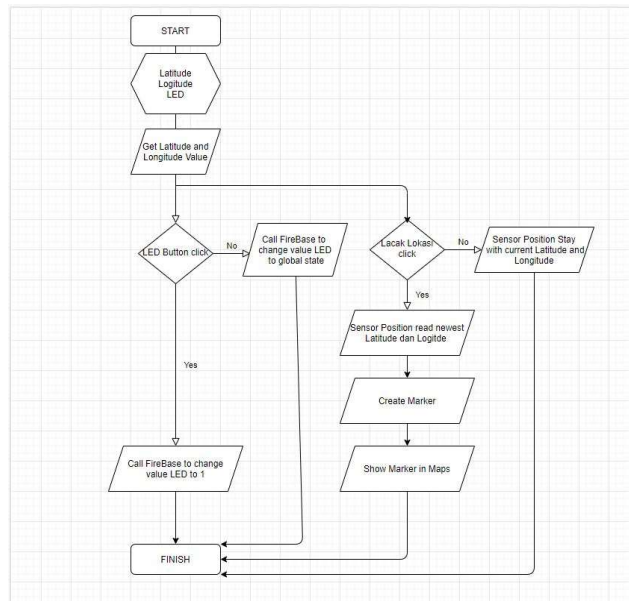
diperlukan *library* *TinyGPS*. Data koordinat yang didapat dari modul GPS harus diubah ke bentuk *string* agar bisa dikirim ke Firebase. Kemudian untuk kontrol LED data yang didapat dari Firebase akan diproses oleh NodeMCU untuk perintah menyalakan atau mematikan LED. Gambar 4 di bawah merupakan diagram alur data Modul GPS, LED, NodeMCU ESP8266, dan Firebase.



Gambar 4: Diagram alur data Modul GPS, LED, NodeMCU ESP8266, dan Firebase.

#### C. Tahap Perancangan Aplikasi Kodular

Kodular akan secara terus menerus mengakses data pada Firebase. Data koordinat akan secara berkala dibaca dan diproses menjadi suatu titik lokasi pada *Maps* dalam aplikasi Kodular. Sedangkan data kontrol LED akan bekerja sebaliknya, dimana Kodular yang akan memberi data kepada Firebase. Dalam penelitian ini dibuat tombol Lacak Lokasi yang akan memanggil titik koordinat yang diterima dari Firebase menjadi sebuah *mark* lokasi. Gambar 5 menampilkan *flowchart* yang merupakan alur logika dari aplikasi Kodular.



Gambar 5: FlowChart dari Kodular



D. Tahap Uji Coba

Pengujian alat dilakukan dengan simulasi di area lapang yang ter-cover WiFi. Ada tiga pengujian yang dilakukan yaitu:

- 1) Pengujian akurasi lokasi  
 Pengujian akurasi lokasi dilakukan dengan membandingkan nilai *latitude* dan *longitude* antara alat yang dibuat dengan nilai *latitude* dan *longitude* dari Google Maps.
- 2) Pengujian kecepatan *update* lokasi  
 Pengujian kecepatan *update* dilakukan dengan memindahkan lokasi alat dan menghitung waktu yang diperlukan alat untuk memperbaharui *latitude* dan *longitude*-nya.
- 3) Pengujian pada malam hari  
 Pengujian di malam hari dilakukan dengan menguji sejauh mana LED yang terpasang pada alat dapat terlihat dengan jarak uji 50 mtr, 100 mtr, dan 150 mtr.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prototipe Animal Tracker



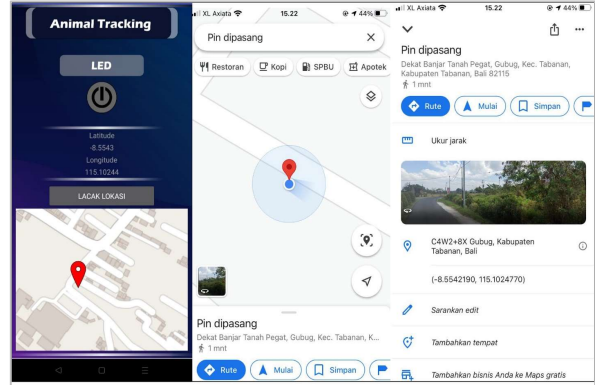
Gambar 6: Prototipe *animal tracker*

Gambar 6 memperlihatkan alat *animal tracker* yang dibuat berbentuk sebuah kalung yang nantinya dapat digantungkan di leher hewan ternak. *Casing* prototipe menggunakan bahan triplek yang dicat hitam. Prototipe memiliki dimensi panjang 11 cm, lebar 8 cm dan tinggi 7 cm dengan bobot total 250 gr. Prototipe ini tidak anti air karena terdapat banyak rongga.

B. Pengujian Akurasi Lokasi

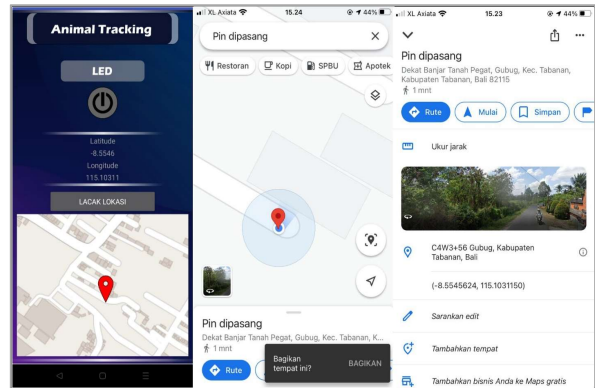
Untuk menguji akurasi, dilakukan pengujian di beberapa titik. Pengujian ini mendapat hasil berupa nilai *latitude* dan *longitude*. Dalam pengujian ini, menggunakan aplikasi Google Maps sebagai acuan akurasi dan aplikasi *Animal Tracking* dengan Kodular sebagai sampelnya. Gambar 7-11 menunjukkan hasil yang didapatkan setelah melakukan pengujian akurasi koordinat di lima titik lokasi yang berbeda.

• Titik Pertama



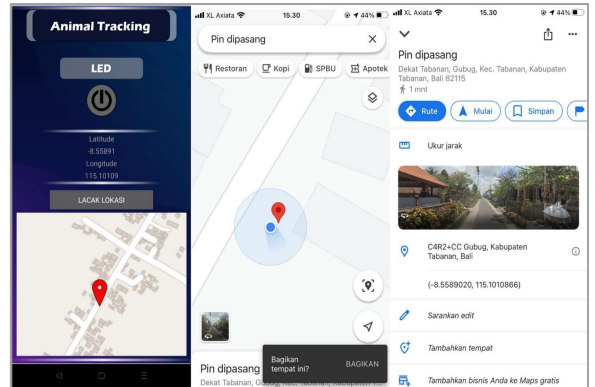
Gambar 7: Pengujian akurasi lokasi titik pertama

• Titik Kedua



Gambar 8: Pengujian akurasi lokasi titik kedua

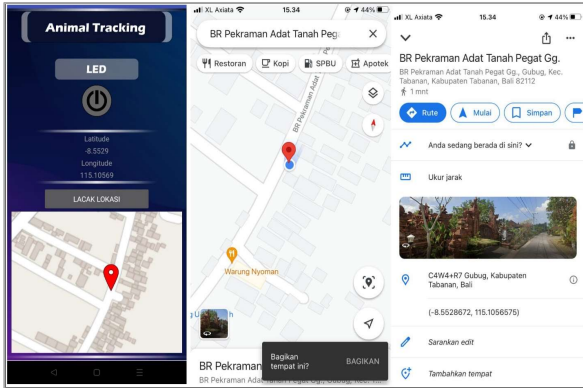
• Titik Ketiga



Gambar 9: Pengujian akurasi lokasi titik ketiga

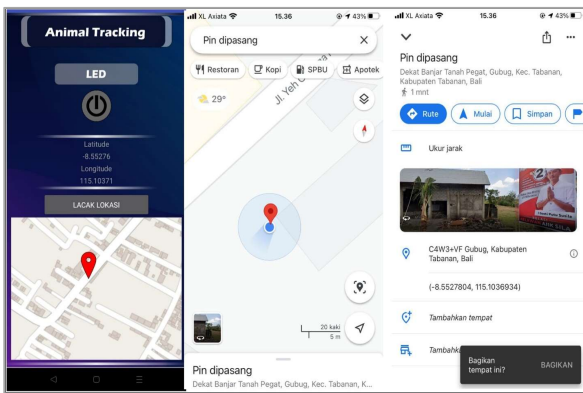


• Titik Keempat



Gambar 10: Pengujian akurasi lokasi titik keempat

• Titik Kelima



Gambar 11: Pengujian akurasi lokasi titik kelima

TABEL I HASIL PENGUKURAN AKURASI

Percobaan Ke	App Animal Tracker		App Google Maps	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	-8.5543	115.10244	-8.554304	115.102440
2	-8.5546	115.10311	-8.554601	115.103111
3	-8.55891	115.10109	-8.558906	115.101089
4	-8.5529	115.10569	-8.552896	115.105690
5	-8.55276	115.10371	-8.552764	115.103706

Berdasarkan data dari Tabel I diatas, hasil nilai *latitude* dan *longitude* yang didapatkan oleh aplikasi *Animal Tracking* dan aplikasi Google Maps memiliki sedikit perbedaan.

1. Perbandingan rata-rata *latitude*

- Rata-rata aplikasi *Animal Tracker*  

$$= (-8,5543 + (-8,5546) + (-8,55891) + (-8,5529) + (-8,55276)) / 5$$

$$= -8,554694$$

- Rata-rata Google Maps  

$$= (-8,554304 + (-8,554601) + (-8,558906) + (-8,552896) + (-8,552764)) / 5$$

$$= -8,554694$$
- (Rata-rata aplikasi *Animal Tracker*) – (Rata-rata Google Maps)  

$$= -8,554694 - (-8,554694)$$

$$= 0$$

2. Perbandingan rata-rata *longitude*

- Rata-rata aplikasi *Animal Tracker*  

$$= (115.10244 + (115.10311) + (115.10109) + (115.10569) + (115.10371)) / 5$$

$$= 115,103208$$
- Rata-rata Google Maps  

$$= (115.102440) + (115.103111) + (115.101089) + (115.105690) + (115.103706) / 5$$

$$= 115,103207$$
- (Rata-rata aplikasi *Animal Tracker*) – (Rata-rata Google Maps)  

$$= 115,103208 - 115,103207$$

$$= 0,000001$$

Dari kedua perhitungan diatas, alat *Animal Tracker* ini memiliki akurasi yang sangat tinggi. Hal ini terlihat dari selisih *latitude* dan *longitude* yang sangat kecil antara alat *Animal Tracker* dengan Google Maps.

B. Pengujian Kecepatan Update Lokasi

Pengujian kecepatan *update* lokasi dilakukan dengan membandingkan catatan waktu yang diperlukan aplikasi *animal tracker* untuk mendeteksi dan memindahkan *marker* sesuai dengan lokasi terbaru. Perhitungan waktu dimulai tepat saat sampai di lokasi. Tabel II memperlihatkan hasil pengukuran waktu *update* aplikasi *Animal Tracker* dalam satuan detik.

TABEL II HASIL PENGUJIAN KECEPATAN UPDATE LOKASI

Lokasi Ke-	Waktu (s)
1	5
2	4
3	6
4	5
5	3

- Rata-rata kecepatan *update*  

$$= (5 + 4 + 6 + 5 + 3) / 5$$

$$= 23/5$$

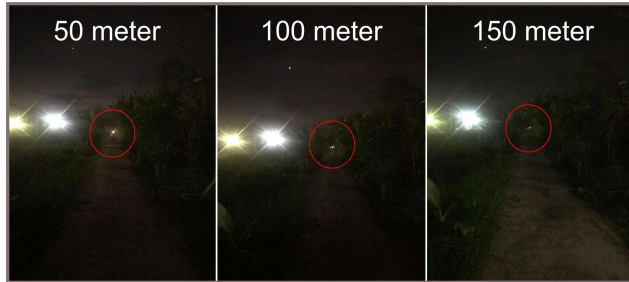
$$= 4,6 \text{ second}$$



Menurut perhitungan diatas, aplikasi *Animal Tracking* ini memiliki *delay* rata-rata yang cukup kecil, yaitu hanya 4,6 detik saja.

### C. Pengujian Pada Malam Hari

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh nyala LED yang dipasang pada alat *Animal Tracker* dapat terlihat saat malam hari. Dalam pengujian ini, diambil 3 sampel jarak yaitu: 50 meter, 100 meter, dan 150 meter.



Gambar 12: Pengujian malam hari pada jarak 50, 100 dan 150 meter

Dari pengujian diatas, terlihat nyala LED pada alat *animal tracker* masih dapat dilihat hingga jarak 150 meter pada malam hari.

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah memaparkan implementasi GPS, NodeMCU, ESP8266, Firebase dan Kodular untuk memonitoring hewan ternak atau peliharaan yang dilepas di luar kandang. Prototipe alat *animal tracking* yang dibuat memiliki dimensi panjang 11 cm, lebar 8 cm dan tinggi 7 cm dengan bobot total 250 gr. Data berupa nilai *latitude* dan *longitude* yang didapat oleh modul GPS dikirimkan ke Firebase melalui jaringan WiFi. Data tersebut kemudian ditampilkan pada aplikasi *Animal Tracker* yang dibuat dengan Kodular dalam bentuk koordinat *latitude* dan *longitude* dan *marker* pada *maps*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi yang tinggi dan *delay* yang sangat kecil. Saat penggunaan di malam hari, nyala LED dapat terlihat hingga jarak 150 meter pada cuaca cerah. Untuk kedepannya, akan dilakukan pengembangan berupa penambahan kamera pada sisi depan alat *Animal Tracker* yang dapat dipantau dari *smartphone* secara *real-time*. Pemasangan kamera bertujuan untuk merekam dan menangkap foto jika terjadi indikasi pencurian. Alat ini juga akan disempurnakan pada beberapa aspek seperti penyempurnaan *casing* agar lebih rapi, presisi dan tahan air.

## REFERENSI

[1] D. B. Lasfeto, T. Setyorini, and Y. A. A. Lada, "Desain Sistem Monitoring Ternak Sapi Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Sistem Pengembalaan Lepas Di Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur", Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2017.

[2] B. Harlianto, M. Farid, and S. Suwarsono, "Penerapan Teknologi GPS untuk Pelacakan Hewan Ternak (Sapi Bali) Berbasis Smartphone di Pulau Pungung", Jurnal Pengabdian AI-Ikhlas, Vol. 6, No. 3, 2021.

[3] M. Aldino, M. Sumaryo, and D. Darlis, "Desain dan Implementasi Sistem Pelacak untuk Pemantauan Posisi Kucing Menggunakan Modul Bluetooth dan GPS", e-Proceeding of Engineering, Vol. 6, No. 3, 2019.

[4] I. Tampubolon, and N. Rahanra, "Sistem Deteksi Keberadaan Ikan Dengan GPS Guna Meningkatkan Pendapatan Nelayan di Kabupaten Nabire", Jurnal FATEKSA: Jurnal Teknologi dan Rekayasa, Vol. 2, No. 2, 2017.

[5] M. R. Fahliwi, and Atthariq, "Sistem Tracking Position Berdasarkan Titik Koordinat GPS Menggunakan Smartphone", Jurnal Info Media, Vol. 2, No.1, 2017.

[6] A. Putra, and D. Romahadi, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Smartphone Menggunakan Nodemcu", Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 9, No 1, 2021.

[7] A. Roihan, M. S. B. Prasetyo, and A. Rifa'i, "Monitoring Location Tracker untuk Kendaraan Berbasis Raspberry Pi", CERITA, Vol. 3, No. 2, 2017.

[8] Y. S. Susilo, H. Pranjoto, dan A. Gunadhi, "Sistem Pelacakan dan Pengaman Kendaraan Berbasis GPS dengan Menggunakan Komunikasi GPRS", Jurnal Ilmiah Widya Teknik, Vol. 13, No. 1, 2018.

[9] I G. A. M. Yoga Mahaputra, I G. A. P. Raka Agung, and L. Jasa, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan GPS Tracker Berbasis Mikrokontroler dan Aplikasi Android", Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol 18 No 3, 2019.

[10] I M. O. Widyantara, I G. A. K. Warmayana, and Linawati, "Penerapan Teknologi GPS Tracker Untuk Identifikasi Kondisi Trafik Jalan Raya", Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 14, No.1, 2015.

[11] I K. D. Gandika Suparth, M. Sudarma, and D. M. Wiharta, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Penyebaran Alumni dengan Analisa Clustering", Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol 17 No 3, 2018.

[12] A. Saputra, M. Sudarma, and D. M. Wiharta, "Sistem Pelaporan Parkir Liar Berbasis Geolocation di Kota Denpasar", Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol 18 No 1, 2019.

[13] R. Angriawan, and N. Anugraha, "Sistem Pelacak Lokasi Sapi dengan Sistem Komunikasi LORA", Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi, Vol.9, No.1, 2017.

[14] L. Widodo, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Posisi Sapi Berbasis Smartphone", E-Prints Universitas Teknologi Yogyakarta, 2017.

[15] A. Roihan, "Monitoring Location Tracker Untuk Kendaraan Berbasis Raspberry Pi", CERITA, Vol 3 No 2, 2017

[16] U. T. Abdurrahman, and Iskandar, "Rancangan Sistem GPS Tracking untuk Bus Antar Kota dengan Menggunakan Sumber Open Source dengan Fitur Menghitung Jumlah Penumpang", TEKNOSAINS, Vol. 7, No 1, 2017.

[17] S. Alfeno, "Implementasi Global Positioning System dan Location Based Service pada Sistem Informasi Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek", Jurnal Sisfotek Global, Vol. 7, No. 2, 2017.

[18] D. Nurhannavi, "Rancang Bangun Alat Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU dan GPS", JTECS, Vol. 1 No. 1, 2021.

[19] A. Kumala, and S. Winardi, "Aplikasi Pencatatan Perbaikan Kendaraan Bermotor Berbasis Android", Jurnal Intra Tech, Vol 4 No 2, 2020.

[20] R. Nuchvi, M. Adi, and Mukhsin, "Tracking Kendaraan Mobil Dengan Pemanfaatan GPS (Global Positioning System) Berbasis Android", Jurnal Kajian Ilmiah UBJ, Vol 15 No 2, 2015.