

SKRIPSI

ANIMAL TRACKING BERBASIS IOT



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Kadek Cahyadi Arta

NIM. 1815344020

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANIMAL TRACKING BERBASIS IOT

Oleh :

I Kadek Cahyadi Arta

NIM. 1815344020

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 24/08/2022

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:

Dosen Pembimbing 2:



Ir. I Gusti Putri Mastawan Eka Putra, ST., MT.,
NIP. 197801112002121003



Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.,
NIP. 197602142002121001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANIMAL TRACKING BERBASIS IOT

Oleh :

I Kadek Cahyadi Arta

NIM. 1815344020

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 24/08/2022
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 27/09/2022

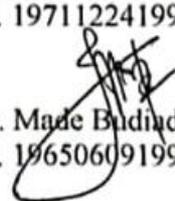
Disetujui Oleh :

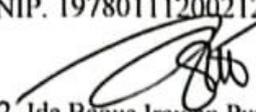
Tim Penguji :

Dosen Pembimbing :


1. I Ketut Darminta, S.ST., MT.
NIP. 197112241994121001


1. Ir. Gusti Putu Mas Irawan Eka Putra, ST., MT.
NIP. 197801112002121003


2. Ir. Made Budiada, M.Pd.
NIP. 196506091992031002


2. Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197602142002121003

Disahkan Oleh:



Jurusan Teknik Elektro


I. Galway Raka Ardana, MT.

NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

Animal Tracking Berbasis IOT

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 24/08/22

Yang menyatakan



I Kadek Cahyadi Arta

NIM.1815344020

ABSTRAK

Peternakan adalah suatu kegiatan pemeliharaan ataupun pengembangbiakkan hewan ternak guna mendapatkan manfaat dari hewan ternak tersebut. Pada peternakan ternak lepas, terdapat beberapa masalah yang cukup sulit dihadapi seperti ternak hilang, ternak mengalami kecelakaan, bahkan dapat terjatuh hukuman pidana. Masalah-masalah ini muncul karena sulitnya kegiatan monitoring hewan ternak. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut diperlukan suatu sistem yang mampu melacak keberadaan dan keadaan hewan ternak secara real-time. Selain itu juga diperlukan suatu fitur untuk menjaga hewan ternak agar tetap berada dalam area peternakan. Karena area peternakan terletak jauh dari pemukiman maka diperlukan suatu media komunikasi yang mampu menjangkau area tersebut. Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan *IOT*, *GPS*, sensor *gyroscope* & *accelerometer* dan *LoRa* untuk melacak keberadaan dan keadaan. Pada pelacakan keberadaan hewan ternak dan didapat eror sebesar 0,055% pada latitude dan 0,011% pada longitude. Untuk pemindaian gerakan didapat tingkat keberhasilan sebesar 70% pada gerakan berbaring, 100% pada gerakan berdiri dan 80% untuk gerakan terjatuh. Dalam membangun pagar virtual digunakan konsep dasar bangun datar yang dipadukan dengan persamaan perpindahan dua buah vektor. Dalam penelitian ini didapat jarak eror sebesar 4,4 meter serta tingkat keberhasilan 90% pada area istirahat dan 80% pada area merumput. Pengaruh jarak terhadap kekuatan sinyal LoRa adalah berbanding terbalik dimana pada jarak 10 meter didapat nilai RSSI sebesar -64dBm, nilai ini terus mengecil hingga -131dBm pada jarak 100 meter.

Kata Kunci: Peternakan, IoT, GPS, LoRa, gyroscope & accelerometer

ABSTRACT

Livestock farming is an activity of raising or breeding livestock in order to benefit from it. In freelancing livestock farming, there are several problems that are quite difficult to deal with such as lost livestock, livestock experiencing accidents, and even being subject to criminal penalties. These problems arise because of the difficulty of monitoring livestock activities. To overcome these problems, a system is needed that is able to track the presence and condition of livestock in real-time. In addition, a feature is also needed to keep livestock in the farm area. Because the livestock area is located far from settlements, a communication medium is needed that is able to reach the area. This research has successfully implemented IoT, GPS, gyroscope & accelerometer sensors and LoRa to track whereabouts and circumstances. In tracking the presence of livestock and obtained an error of 0.055% at latitude and 0.011% at longitude. For motion scanning, the success rate is 70% for lying down, 100% for standing and 80% for falling. In building a virtual fence, the basic concept of a flat shape is used combined with the displacement equation of two vectors. In this study, the error distance was 4.4 meters and the success rate was 90% in the resting area and 80% in the grazing area. The effect of distance on LoRa signal strength is inversely proportional, at a distance of 10 meters the RSSI value is -64dBm, this value continues to decrease to -131dBm at a distance of 100 meters.

Keywords: *Livestock, IoT, GPS, LoRa, gyroscope & accelerometer*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun berdasarkan permasalahan yang penulis dapatkan untuk menjadikan sebuah penelitian yang dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan, khususnya pada bidang Teknik Elektro, Program Studi D4 Teknik Otomasi.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu hal yang wajib ditempuh dalam Program Studi D4 Teknik Otomasi. Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Wayan Raka Ardana, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali, sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran secara langsung selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan saran secara langsung selama penyusunan skripsi.
5. Bapak dan Ibu Staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah banyak membantu dalam keperluan administrasi.
6. Keluarga yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi in
7. Rekan-rekan seperjuangan yang berstudi di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri yang telah membantu kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis sangat menyadari banyaknya kekurangan yang terdapat pada skripsi ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, agar skripsi ini lebih baik lagi. Penulis berharap agar skripsi yang telah penulis susun dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi para pembaca maupun para penulis lainnya.

Tabanan, 20 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	II
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	III
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	IV
ABSTRAK	V
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI	VIII
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB V	5
5.1. Kesimpulan	5
5.2. Saran.....	6
DAFTAR PUSTAKA.....	7

BABI PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peternakan adalah suatu kegiatan pemeliharaan ataupun pengembangbiakkan hewan guna mendapatkan manfaat dari hewan ternak tersebut. Meskipun peternakan di Indonesia masih didominasi oleh ternak dengan kandang, namun tidak sedikit juga peternakan di Indonesia yang menggunakan sistem ternak lepas [1]. Sistem ternak lepas dilakukan dengan melepaskan hewan ternak pada suatu padang rumput atau lahan terbuka lainnya. Sistem ternak lepas masih sering dijumpai di Nusa Tenggara dan beberapa wilayah di Bali.

Sistem ternak seperti ini sangat menguntungkan peternak karena tidak perlu menyiapkan pakan untuk hewan ternaknya. Namun dibalik keuntungan tersebut, peternakan jenis ini juga sangat beresiko mulai dari kehilangan dan kecelakaan hewan ternak hingga pemantauan kesehatan yang tidak maksimal. Peternakan ternak lepas sangat sulit dipantau sehingga rawan kemalingan ataupun hewan hilang karena tersesat [1], [2]. Selain itu ternak juga rawan mengalami kecelakaan seperti terperosok ke jurang, tergelincir ataupun tersandung. Kecelakaan seperti itu memang tidak terlalu berbahaya apabila dapat ditangani dengan cepat. Namun pada peternakan ternak lepas biasanya hanya dikunjungi 2 kali sehari sehingga penanganan bila terjadi kecelakaan sering terlambat. Hal ini bisa menyebabkan cacat hingga kematian hewan ternak.

Menurut Revisi KUHP pasal 279, menyatakan bahwa: (1) Setiap orang yang membiarkan ternaknya berjalan di kebun, tanah perumputan, tanah yang ditaburi benih atau penanaman, atau tanah yang disiapkan untuk ditaburi benih atau ditanami dipidana dengan pidana denda paling banyak Kategori II. (2) Ternak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dirampas oleh negara. Bercermin dari RKUHP tersebut semua peternak di Indonesia harus lebih berhati-hati agar hewan ternaknya tetap aman dan tidak sampai merusak lahan orang lain hingga menimbulkan kerugian.

Untuk mengurangi risiko kehilangan hewan ternak, diperlukan suatu sistem yang dapat memonitoring posisi hewan ternak secara nirkabel dan *real-time*. Agar hewan ternak yang mengalami kecelakaan dapat ditangani dengan cepat, diperlukan sebuah sistem yang mampu menganalisa gerakan hewan ternak. Apabila terindikasi kecelakaan maka sistem akan mengirimkan peringatan dini sehingga bisa langsung ditangani. Untuk menghindari jeratan RKUHP pasal 279 dan menjaga agar hewan ternak tetap berada di dalam area peternakan,

diperlukan sistem pagar virtual. Pagar virtual bisa dibangun dengan sistem *geo-fencing* yang akan memberi peringatan dini apabila hewan tersebut melewati batas–batas *geo-fencing*[3]. Selain ketiga hal di atas, sistem ini juga harus mampu bekerja di area yang sulit sinyal seluler karena kebanyakan peternakan terletak jauh dari pemukiman.

Untuk mewujudkan sistem seperti yang disebutkan di atas, salah satu caranya adalah dengan mengimplementasikan *Internet of things (Iot)*, *movement recognition* dan *geo-fencing* dengan *Global Positioning Sistem (GPS)* yang terintegrasi dengan teknologi *Long Range (LoRa)*. Dengan implementasi *Iot*, diharapkan pemantauan hewan ternak dapat dilakukan secara *real-time* dan dapat dipantau dari jarak yang jauh[1], [4]. Dengan penggunaan sistem *movement recognition*, keadaan hewan ternak diharapkan dapat terpantau sehingga penanganan apabila terjadi kecelakaan dapat dipercepat. Penggunaan *GPS* diharapkan mampu memberi informasi lokasi secara akurat[5], [6], [7]. Selain itu penggunaan *GPS* juga diharapkan mampu membangun sistem *geo-fencing* sehingga hewan ternak tetap berada dalam area peternakan[3][6]. Dengan imlementasi *LoRa*, diharapkan sistem ini dapat menjangkau area yang sulit sinyal seluler[5], [8], [9], [10]. Untuk media *User Interface (UI)* akan dibuat berupa aplikasi *Smartphone* untuk memudahkan pengguna.

Penelitian ini akan membuat suatu sistem *Animal Tracking* berbasis *Iot*. Sistem ini diharapkan mampu memonitoring keberadaan hewan ternak. Selain keberadaan, sistem ini juga diharapkan mampu memonitoring keadaan hewan ternak dan memberi peringatan dini apabila hewan ternak mengalami kecelakaan. Selain itu sistem ini juga diharapkan mampu memberi peringatan dini kepada peternak apabila hewan ternak keluar dari area peternakan. Alat yang dibuat adalah beberapa *client* berupa kalung hewan, sebuah perangkat *master/gateway* serta media *UI* berupa aplikasi *Smartphone* yang dibuat dengan Kodular. Penelitian ini menggunakan objek penelitian berupa ternak sapi lepas di area desa Kerambitan, Tabanan, Bali.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimanakah implementasi sistem *Iot* untuk memonitoring keberadaan hewan ternak secara nirkabel?

- b. Bagaimanakah implementasi *movement recognition* untuk menganalisa gerakan hewan ternak?
- c. Bagaimanakah implementasi modul *GPS* dalam membangun pagar virtual dan menganalisis pergerakan temporal hewan ternak?
- d. Bagaimanakah pengaruh jarak terhadap kekuatan sinyal komunikasi modul *LoRa* SX1276 dalam memonitoring keberadaan hewan ternak?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, ruang lingkup penelitian akan dibatasi pada:

- a. Perangkat *LoRa* yang digunakan adalah RA-01H SX1276 dengan frekuensi 913 MHz dengan transmisi topologi star.
- b. Perangkat *GPS* yang digunakan adalah modul *GPS* NEO-6M, sedangkan perangkat sensor *gyroscope* dan *accelerometer* yang digunakan adalah modul sensor MPU6050.
- c. Penelitian menggunakan objek 2 ekor sapi yang dilakukan di desa Kerambitan, Tabanan, Bali.
- d. Area *geo-fencing* yang digunakan mengikuti bentuk area peternakan.
- e. Pengujian akurasi lokasi menggunakan Google Maps sebagai acuan.
- f. Gerakan hewan ternak yang diuji adalah berdiri, makan dan terjatuh.
- g. Pengujian hewan terjatuh dilakukan dengan simulasi, sedangkan pengujian pengaruh jarak berfokus pada pengaruh jarak serta halangan terhadap nilai *RSSI*

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Dapat membuat sistem monitoring keberadaan hewan ternak secara nirkabel.
- b. Dapat membuat sistem *movement recognition* untuk mengetahui keadaan dari hewan ternak.
- c. Dapat membuat sistem pagar virtual yang mampu memberikan informasi pergerakan temporal hewan ternak di dalam area peternakan.

- d. Dapat mengetahui perbandingan jarak transfer data dengan kekuatan sinyal *LoRa* SX1276 untuk mengetahui efektivitas kerja *LoRa* dalam area peternakan.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini adalah:

- a. Membantu peternak dalam mengamankan hewan ternak dari hal-hal yang tidak diinginkan.
- b. Mengetahui karakteristik area untuk pengaplikasian teknologi *Iot* dalam bidang peternakan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

- a. Bab I Pendahuluan
Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- b. Bab II tinjauan Pustaka
Menguraikan tentang penelitian sebelumnya dan landasan teori yang berisi definisi dari komponen komponen yang digunakan dapa alat yang dibangun.
- c. Bab III Metode Penelitian
Menguraikan perancangan sistem, pembuatan alat dan prosedur pengujian alat.
- d. Bab IV Hasil dan Pembahasan
Menguraikan dan menganalisis data yang didapat dari pengujian alat.
- e. Bab V Penutup
Menguraikan kesimpulan dari penelitian, serta saran-saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil memaparkan implementasi *Internet of things (Iot)*, *movement recognition* dan *geo-fencing* dengan *Global Positioning Sistem (GPS)* yang terintegrasi dengan teknologi *Long Range (LoRa)* guna memonitoring keberadaan dan keadaan hewan ternak. Adapun beberapa kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

- a. Dengan mengimplementasikan *IOT* dapat dilakukan monitoring keberadaan hewan ternak. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem *IOT* dengan menggunakan *GPS* yang mampu melacak lokasi ternak dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Saat dibandingkan dengan Google maps, didapat error yang sangat kecil, yaitu 0,055% pada *latitude* dan 0,011% pada *longitude*. Sedangkan untuk penyimpanan data menggunakan *real-time database* dari Firebase dan untuk data logger menggunakan *Airtable*
- b. Pemindaian gerakan hewan ternak bisa dilakukan dengan pengimplementasian sistem *movement recognition* menggunakan sensor *gyroscope* dan *accelerometer*. Sistem *movement recognition* pada penelitian ini mampu memindai tiga jenis gerakan hewan ternak dengan cukup baik. Pemindaian gerakan berbaring memiliki tingkat keberhasilan sebesar 70%, gerakan berdiri memiliki tingkat keberhasilan 100%. Sedangkan untuk gerakan terjatuh memiliki keberhasilan sebesar 80%.
- c. Dengan mengimplementasikan sistem *GPS* yang memetakan bumi dengan sumbu *latitude* dan *longitude*. Dapat dibuat batas-batas tertentu yang dapat didefinisikan sebagai pagar virtual. Batas-batas tersebut dapat dibuat menggunakan konsep sudut bangun datar yang dipadukan dengan konsep perpindahan dua buah vektor. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem *GPS* guna membangun sistem *geo-fencing*. Sistem *geo-fencing* yang sudah dibuat memiliki rata-rata jarak error sebesar 4,4 meter. untuk pembacaan area istirahat mempunyai tingkat keberhasilan 90%, sedangkan area merumput memiliki keberhasilan sebesar 80%.
- d. Jarak berperan cukup besar terhadap kekuatan sinyal *LoRa*. Dalam penelitian ini didapat nilai *RSSI* sebesar -64dBm pada jarak 10 meter. nilai ini terus mengecil hingga -131dBm pada jarak 100 meter. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh jarak terhadap nilai *RSSI* adalah berbanding terbalik. Semakin jauh jarak maka semakin kecil pula nilai *RSSI*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil yang didapat, maka ada beberapa hal yang perlu dikembangkan lagi yaitu:

- a. Perlu ditambahkan analisa penggunaan power dan pengaruh panel surya terhadap durasi masa pakai baterai.
- b. Perlu dilakukan inovasi untuk dapat menampilkan tampilan map dengan cepat, karena untuk memuat gambar map yang disediakan oleh beberapa penyedia layanan masih terlalu berat.
- c. Perlu ditambahkan suatu fitur yang mampu membedakan nyala LED alat dengan nyala lampu lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Angriawan and N. Anugraha, "Sistem Pelacak Lokasi Sapi dengan Sistem Komunikasi LoRa," *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 9, no. 1, p. 33, Jun. 2019, doi: 10.35585/inspir.v9i1.2494.
- [2] D. B. Lasfeto, T. Setyorini, and Y. A. A. Lada, "Desain Sistem Monitoring Ternak Sapi Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel Untuk Sistem Penggembalaan Lepas Di Timor Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur," *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2017*, vol. 07, no. November, 2017.
- [3] J. Priono and E. B. Setiawan, "Implementasi Geofencing dalam Mengawasi Pengiriman Kendaraan di Sebuah Perusahaan Ekspedisi," *106 Ultim.*, vol. IX, no. 2, 2017.
- [4] L. Tambunan and D. Putra, "SISTEM KONTROL KENDARAAN BERBASIS IOT," 2019. [Online]. Available: <http://ojsamik.amikmitragama.ac.id>
- [5] M. Jimmy *et al.*, "Buku Proceeding | Seminar Nasional Efisiensi Energi untuk Peningkatan Daya Saing Industri Manufaktur & Otomotif Nasional (SNEEMO) Jakarta," 2020.
- [6] D. C. Mahendra, T. Susyanto, and S. Siswanti, "SISTEM MONITORING MOBIL RENTAL MENGGUNAKAN GPS TRACKER," *Jurnal Ilmiah SINUS*, vol. 16, no. 2, Aug. 2018, doi: 10.30646/sinus.v16i2.357.
- [7] U. Suwardoyo and M. J. Jayadi, "MENGGUNAKAN GPS (GLOBAL POSITION SYSTEM) BERBASIS WEB," vol. 1, no. 3, 2021, doi: 10.31850/jsilog.v1i3.
- [8] M. Fadhiil and F. S. Jurusan, "Rancang Bangun Emergency Button Berbasis LORA," 2020.
- [9] Y. Triwidyastuti, "Performance Analysis of Point-to-Point LoRa End Device Communication," *Lontar Komputer : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 3, p. 140, Dec. 2019, doi: 10.24843/lkjiti.2019.v10.i03.p02.
- [10] S. S. A. Yanziah, "edhy-sst-journal-manager-technoscintia-vol-13-no-02-09-hal-059-067-asma-yanziah-analisis-jarak-jangkauan," *Anal. JARAK JANGKAUAN LORA DENGAN Param. RSSI DAN Pack. LOSS PADA AREA URBAN*, vol. 13, no. 1, pp. 59–67, 2020.
- [11] F. Akrom Zuhij Fajri and M. S. Mauludin, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Aliran Listrik Arus AC dengan Fingerprint menggunakan Arduino Nano," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, p. 26, 2020, doi: 10.36499/jinrpl.v2i1.3189.
- [12] M. I. Munabbih, E. D. Widiyanto, Y. E. Windarto, and E. Y. Indrasto, "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN ARDUINO DAN LORA BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL," *Transmisi*, vol. 22, no. 1, pp. 6–14, Mar. 2020, doi: 10.14710/transmisi.22.1.6-14.
- [13] E. Didik Widiyanto, A. A. Faizal, D. Eridani, R. Dwi, O. Augustinus, and M. S. Pakpahan, "Simple LoRa Protocol: Protokol Komunikasi LoRa Untuk Sistem Pemantauan Multisensor Simple LoRa Protocol: LoRa Communication Protocol for Multisensor Monitoring Systems," *TELKA*, vol. 5, no. 2, pp. 83–92, 2019.
- [14] M. Ridha Fahlivi, "Sistem Tracking Position Berdasarkan Titik Koordinat GPS Menggunakan Smartphone," *Jurnal Infomedia*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [15] R. Setiawan, H. H. Triharminto, and M. Fahrurozi, "Gesture Control Menggunakan IMU MPU 6050 Metode Kalman Filter Sebagai Kendali Quadcopter," *Pros. Semin. Nas. Sains Teknol. dan Inov. Indones.*, vol. 3, no. November, pp. 411–422, 2021, doi:

10.54706/senastindo.v3.2021.133.

- [16] Y. Prabowo, S. Broto, G. P. Utama, G. Gata, and Y. Yuliazmi, “Pengenalan dan Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Muara Kilis Kabupaten Tebo Jambi,” *Abdimas J. Pengabd. Masy. Univ. Merdeka Malang*, vol. 5, no. 1, pp. 70–78, 2020, doi: 10.26905/abdimas.v5i1.3555.
- [17] R. Hasrul *et al.*, “Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif,” vol. 5, no. 9, pp. 79–87, 2021.
- [18] J. Adhyaksa and K. No, “270957-Analisa-Rancangan-Sel-Surya-Dengan-Kapas-505Ef9B9,” *J. Tek. Mesin UNISKA*, vol. 01, no. 02, pp. 33–39, 2016.
- [19] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [20] R. Baharuddin, “Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 9, no. 1, pp. 65–70, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1087.