

## **Kajian Pengembangan *Internet of Things (IoT)* pada Sektor Pertanian di Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur**

Karina Dhena Goda<sup>1\*</sup>, Augusto Del Piero Stein Neta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa, Flores, Indonesia*

karyn.goda@gmail.com\*

| Received: 26/06/2024 | Revised: 29/07/2024 | Accepted: 30/07/2024 |

Copyright©2024 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

### **Abstrak**

*Internet of Things (IoT)* memiliki potensi untuk merevolusi sektor pertanian dengan menghadirkan berbagai aplikasi yang membantu meningkatkan efisiensi, produktivitas dan keberlanjutan sektor pertanian di Kabupaten Ngada. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lanskap pengembangan IoT yang potensial untuk dikembangkan dan diimplementasikan pada sektor pertanian Kabupaten Ngada serta mengidentifikasi peluang dan tantangan pengembangan IoT pertanian di Ngada. Penelitian ini disusun melalui studi kepustakaan dan observasi lapangan yang komprehensif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi IoT yang sudah diterapkan di wilayah lain juga berpotensi besar untuk dikembangkan di Ngada. Ketersediaan infrastruktur jaringan telekomunikasi, akses terhadap perangkat keras dan perangkat lunak IoT, dukungan pemerintah terhadap pengembangan teknologi pertanian dan SDM menjadikan IoT layak untuk diterapkan di Kabupaten Ngada. Penelitian ini terbatas pada kajian peluang dan tantangan penerapan IoT sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut tentang strategi pengembangan untuk skala kecil, menengah dan besar sehingga membantu dalam memetakan rencana pengembangan IoT di Ngada. Penelitian ini dapat memberikan referensi bagi penelitian selanjutnya tentang pengembangan *prototype* sistem berbasis IoT pertanian di Ngada.

Kata kunci: Internet of Things, Pertanian, Kabupaten Ngada

### **Abstract**

*The Internet of Things (IoT) can significantly transform the agricultural sector by introducing various applications that help enhance efficiency, productivity, and sustainability in the agricultural sector of Ngada Regency. This research aims to examine the landscape of potential IoT development for implementation in the agricultural sector of Ngada Regency as well as to point out the possibilities and challenges of developing agricultural IoT in Ngada. This study is composed of comprehensive literature reviews and field observations. The results indicate that IoT applications already implemented in other regions also have great potential for development in Ngada. The availability of telecommunications network infrastructure, access to IoT hardware and software, government support for*

*agricultural technology development, and human resources make IoT feasible to be implemented in Ngada Regency. This research is limited to examining the opportunities and challenges of IoT implementation, thus further research is needed on development strategies for small, medium, and large scales to assist in mapping the IoT development plan in Ngada. This research can serve as a reference for further studies on developing IoT-based agricultural system prototypes in Ngada.*

*Keywords: Internet of Things, Agriculture, Ngada Regency.*

## **1. Pendahuluan**

Kabupaten Ngada merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki sektor pertanian sebagai salah satu pilar utama perekonomian. Mayoritas penduduk Kabupaten Ngada bekerja di sektor pertanian yaitu sebanyak 46.525 jiwa pada tahun 2022 yang bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber kebutuhan hidup sehari-hari (BPS Ngada, 2023). Sektor ini juga merupakan penyumbang nilai tambah terbesar dalam pembentukan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) (Seo & Kaleka, 2024). Pada sub sektor peternakan, Ngada memiliki potensi yang tinggi, mengingat masyarakat memiliki budaya memelihara ternak secara turun-temurun, didukung oleh infrastruktur distribusi dan pemasaran, permintaan serta harga jual yang tinggi (Noywuli et al., 2023). Bambu sebagai hasil dari sub sektor kehutanan non kayu juga memiliki potensi luar biasa yang banyak dimanfaatkan masyarakat Ngada sebagai bahan bangunan, industri kerajinan dan juga memiliki nilai budaya yang tinggi (Neto Wuli et al., 2024). Potensi sektor pertanian di wilayah Kabupaten Ngada ini juga dihadapkan pada berbagai tantangan seperti ketidakpastian cuaca dan perubahan iklim, keterbatasan sumber daya air, dan kurangnya penerapan teknologi yang baik (Hamakonda et al., 2022). Serangan hama penyakit, dan praktik pertanian tradisional yang seringkali kurang efisien juga masih menjadi tantangan bagi sektor pertanian Ngada (Hamakonda et al., 2023). Penerapan teknologi dalam sektor pertanian merupakan langkah penting untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut (Nath, 2024).

*Internet of Things (IoT)* saat ini merupakan inovasi teknologi yang memiliki potensi besar dalam mengubah wajah pertanian di Kabupaten Ngada. IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time melalui berbagai sensor dan perangkat yang terhubung, yang dapat memberikan informasi mendalam mengenai kondisi lahan, cuaca, tanaman, dan ternak. Teknologi ini dapat memberikan solusi yang tepat sasaran dan berbasis data untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan pertanian (Tzounis et al., 2017). Sebelum IoT berkembang, data di bidang pertanian dikumpulkan secara manual melalui sensus dan survei yang menyita waktu serta anggaran biaya yang tidak sedikit. Proses manual ini juga rentan terhadap kesalahan manusia dan keterlambatan dalam pengambilan keputusan. Dengan hadirnya IoT, data dapat diperoleh secara *real-time* dan dengan biaya yang lebih rendah, memungkinkan petani dalam pengambilan keputusan secara cepat dan tepat didasarkan pada data yang akurat dan *up-to-date* (Kennedy, 2024). Selain itu, IoT juga dapat menghasilkan Big Data melalui berbagai sensor dan perangkat yang terhubung dan secara terus menerus mengumpulkan data seperti teks, gambar, video, dan suara. Big Data ini dapat dianalisis untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam mengenai pola cuaca, pertumbuhan tanaman, kesehatan ternak, dan efisiensi penggunaan sumber daya. Analisis Big Data dapat membantu petani dalam mengoptimalkan hasil pertanian, mengurangi risiko kerugian, dan meningkatkan ketahanan pangan (Morhid et al., 2024).

Kajian terhadap pemanfaatan IoT di bidang pertanian sudah banyak dilakukan dan hasilnya menunjukkan penerimaan yang sangat baik. IoT pada sistem irigasi tanaman (Nalendra & Mujiono, 2020), monitoring hidroponik (Fathurrahman et al., 2021), sistem kendali ternak jarak jauh (Nirmala et al., 2021) menunjukkan bahwa IoT telah memberikan kemudahan kepada para petani dalam menjalankan usaha dan pengambilan keputusan di bidang pertanian. Namun, kajian dan pengembangan IoT bidang pertanian di wilayah timur Indonesia, khususnya wilayah Flores masih sangat sedikit, padahal penerapan IoT dalam pertanian di Ngada memiliki potensi besar untuk memberikan dampak positif yang signifikan. Dengan memanfaatkan IoT, petani dapat memantau kondisi lahan dan tanaman secara lebih efektif, mengelola irigasi dan penggunaan pupuk dengan lebih efisien, serta meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan hasil panen dan pendapatan petani, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan ekonomi daerah secara keseluruhan. Kemudahan akses jaringan telekomunikasi dan internet di sebagian besar wilayah Kabupaten Ngada memungkinkan para praktisi teknologi maupun akademisi untuk dapat mengakses informasi dan mengembangkan teknologi IoT dalam skala yang lebih besar.

Untuk mewujudkan potensi ini, diperlukan sinergi dari pihak-pihak terkait, termasuk pemerintah, penyedia teknologi, lembaga pendidikan, dan komunitas petani itu sendiri. Peningkatan infrastruktur jaringan, pelatihan dan edukasi bagi petani, serta investasi dalam teknologi IoT merupakan langkah-langkah penting yang perlu dilakukan. Penelitian ini berfokus pada pengidentifikasian dan analisis potensi pengembangan IoT pada sektor pertanian, peluang dan tantangan serta merumuskan strategi implementasi IoT yang efektif di Kabupaten Ngada.

## **2. Metodologi Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode observasi dan studi kepustakaan untuk menghimpun sumber-sumber data yang relevan tentang *IoT* di bidang pertanian. Observasi dilakukan pada wilayah-wilayah pertanian pada 12 kecamatan di Kabupaten Ngada. Observasi bertujuan untuk mengumpulkan data berdasarkan pengamatan secara langsung pada objek penelitian untuk menjawab berbagai permasalahan yang muncul (Purba et al., 2021) dan studi kepustakaan bertujuan untuk mengeksplorasi data dan informasi dari berbagai sumber bacaan yang tersedia (Pebriyanti, 2023). Melalui observasi, penulis mengamati kondisi di lapangan terkait potensi bidang pertanian serta infrastruktur teknologi yang diperlukan untuk pengembangan IoT bidang pertanian. Dalam studi kepustakaan, penulis menelusuri dan menghimpun informasi dari berbagai sumber pustaka seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan publikasi lainnya yang terkait dengan topik penelitian. sss

Data yang dikumpulkan kemudian dihipun untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi pengembangan IoT pada sektor pertanian, manfaat dan tantangan serta merumuskan strategi implementasi IoT yang efektif. Dengan melakukan observasi dan studi kepustakaan ini, diharapkan penulis dapat menyajikan ringkasan yang jelas dan terperinci tentang isu-isu yang terkait dengan potensi pengembangan IoT pada sektor pertanian di Ngada. Hasil observasi dan studi kepustakaan ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap topik penelitian dan dapat dijadikan referensi dalam pengembangan penelitian lebih lanjut tentang IoT pertanian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Tantangan Pertanian di Kabupaten Ngada

Kabupaten Ngada merupakan sebuah wilayah di Pulau Flores, NTT dengan luas wilayah mencapai 1620,92 km<sup>2</sup>. Ngada merupakan wilayah pertanian potensial karena memiliki tanah yang subur dengan berbagai komoditas unggulan seperti kopi, bambu, mete, padi, jagung, pisang, kelapa, serta ternak babi, kerbau, dan sapi (Seo & Kaleka, 2024). Meskipun memiliki potensi pertanian yang melimpah, namun produksi hasil pertanian yang masih belum optimal. Potensi setiap wilayah di Kabupaten Ngada dan masalah yang dihadapi di setiap wilayah disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 1 Potensi Pertanian dan Masalah yang dihadapi berdasarkan wilayah

No.	Kecamatan	Potensi Pertanian Wilayah <sup>a</sup>	Masalah yang dihadapi <sup>b</sup>
1.	Aimere	Perkebunan Kelapa Perkebunan Jambu Mete Perkebunan Pisang Sapi Potong Ternak babi Perikanan	1. Cuaca yang tidak menentu 2. Perubahan pola musim 3. Serangan penyakit pisang secara masiv 4. Kemarau panjang dan kesulitan air 5. Penyakit ternak seperti Virus ASF 6. Kurangnya akses informasi pasar 7. Kurangnya pengetahuan tentang praktik pertanian dan peternakan yang efisien 8. Produksi yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar
2.	Bajawa	Tanaman Sayuran Perkebunan Kopi Sapi Potong Ternak babi Bambu	1. Penurunan kualitas tanah akibat penggunaan pupuk kimia 2. Cuaca <i>extreme</i> dan perubahan musim 3. Penyakit ternak 4. Keterbatasan masa simpan produk sehingga produk cepat rusak 5. Pengetahuan tentang praktik pertanian dan peternakan yang efisien 6. Produksi yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar
3.	Inerie	Buah-buahan Perkebunan Kelapa Perkebunan Pisang Perikanan Ternak babi	1. Keterbatasan masa simpan produk 2. Perubahan musim 3. Hama dan penyakit tanaman 4. Cuaca <i>extreme</i> 5. Serangan virus ASF pada babi 6. Kurangnya pengetahuan tentang praktik pertanian dan peternakan yang efisien 7. Produksi yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar
4.	Jerebuu	Perkebunan kakao Ternak babi	1. Hama dan Penyakit tanaman 2. Penyerapan pasar yang kurang optimal 3. Produksi yang tidak dapat memenuhi 4. kebutuhan pasar

		Vanili Perkebunan Kemiri Perkebunan Cengkeh	5. Harga jual yang rendah 6. Kurangnya pengetahuan tentang praktik pertanian dan peternakan yang efisien
5.	Golewa Barat	Tanaman Biofarmaka Sayur-sayuran Ternak Babi	1. Harga jual yang rendah 2. Ketidakpastian cuaca 3. Penyakit ternak 4. Degradasi tanah 5. Kurangnya pengetahuan tentang praktik pertanian dan peternakan yang efisien
6.	Golewa Selatan	Buah-buahan Perkebunan kelapa Perkebunan Pisang Padi Perikanan Ternak babi	1. Keterbatasan masa simpan produk sehingga cepat mengalami pembusukan 2. Serangan hama dan penyakit pada tanaman 3. Ketidakpastian cuaca 4. Harga jual yang rendah 5. Produksi yang tidak dapat memenuhi 6. kebutuhan pasar
7.	Golewa	Tanaman Biofarmaka Buah-buahan Tanaman sayuran Bambu	1. Harga jual yang rendah 2. Keterbatasan masa penyimpanan produk 3. Cuaca <i>extreme</i> 4. Serangan hama dan penyakit tanaman 5. Kurangnya penyuluhan pertanian terkait pengendalian hama dan penyakit tanaman dan ternak
8.	Soa	Padi Sapi Potong Kerbau Ternak Kuda	1. Kemarau panjang 2. Penyakit pada ternak 3. Pencurian dan kehilangan ternak di ladang penggembalaan 4. Serangan hama dan penyakit tanaman
9.	Riung	Perkebunan Kelapa Perkebunan jambu mete jagung Kerbau Ternak Kuda Perikanan	1. Kurangnya pelatihan dan penyuluhan praktik pertanian yang baik. 2. Produksi yang tidak dapat memenuhi 3. kebutuhan pasar 4. Ladang penggembalaan yang jauh dan ternak yang hilang karena sulit dikontrol 5. Cuaca yang tidak menentu 6. Hama dan penyakit tanaman 7. Penyakit ternak 8. Pencurian ternak
10.	Riung Barat	Padi Ternak Kuda Jagung	1. Serangan hama dan penyakit tanaman 2. Ladang penggembalaan yang jauh dan ternak yang hilang karena sulit dikontrol. 3. Pencurian hasil panen

		Ternak sapi	4. Kurangnya penyuluhan pertanian terkait pengendalian hama dan penyakit tanaman dan ternak
11	Bajawa Utara	Padi Perkebunan Kemiri Jagung Singkong Sapi Potong	1. Serangan hama dan penyakit tanaman 2. Kesulitan petani mendapatkan penadah hasil dengan harga yang menguntungkan 3. Harga jual yang rendah 4. Penyakit pada ternak 5. Kecurian
12	Wolomeza	Padi Perkebunan kemiri Kerbau	1. Harga jual yang rendah 2. Kesulitan memenuhi permintaan pasar 3. Kehilangan ternak di ladang penggembalaan
<sup>a</sup> Sumber : Kabupaten Ngada dalam Angka 2023 (Badan Pusat Statistik Kab. Ngada)			
<sup>b</sup> Sumber : Hasil Observasi Lapangan			

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa setiap kecamatan memiliki banya potensi pertanian daerah namun tidak terlepas dari masalah yang sering dihadapi diantaranya dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Degradasi tanah akibat penggunaan pupuk kimia berlebihan dan erosi tanah akibat praktik pertanian yang tidak berkelanjutan
2. Perubahan iklim dan pola musim yang tidak pasti seperti perubahan pola hujan dan suhu ekstrem serta bencana yang merusak lahan pertanian dan peternakan.
3. Kurangnya penggunaan teknologi dan pengetahuan tentang praktik pertanian dan peternakan yang efisien serta manajemen sanitasi yang baik
4. Serangan hama, virus dan penyakit yang tidak terkontrol pada tanaman dan ternak seperti layu bakteri dan virus ASF yang mengurangi populasi dan produktivitas.
5. Permintaan akan ternak yang cukup tinggi terutama ternak yang memiliki nilai dalam kebudayaan untuk upacara adat dan hajatan seperti babi, kuda, kerbau, ayam dan domba tidak berbanding lurus dengan produksi ternak sehingga tidak dapat memenuhi permintaan dan terpaksa didatangkan dari kabupaten-kabupaten tetangga
6. Keterbatasan infrastruktur seperti fasilitas irigasi dan akses transportasi yang mempengaruhi distribusi hasil pertanian dan peternakan
7. Harga jual yang rendah terutama karena praktik-praktik curang dari segelintir petani seperti yang terjadi pada tanaman kakao, banyak petani yang curang dengan memasukkan biji kakao yang masih mentah untuk menambah berat dalam kemasan.
8. Keamanan ternak yang masih rendah seperti kasus pencurian ternak, ternak yang hilang karena terpisah dari kawanan.
9. Kurangnya sumber daya manusia dengan keterampilan praktik pertanian yang baik dan modern serta minat generasi muda yang sangat kecil untuk bekerja di sektor pertanian

10. Dukungan pemerintah yang belum optimal terutama dalam hal penyuluhan, pelatihan dan bantuan teknis.

Untuk mengatasi berbagai tantangan di sektor pertanian, peran teknologi menjadi sangat penting, salah satunya yaitu teknologi *Internet of Things (IoT)*. *Internet of Things (IoT)* merujuk pada konsep yang memungkinkan integrasi dan sinkronisasi berbagai perangkat elektronik, sensor, dan aktuator melalui jaringan internet, membentuk sistem yang terintegrasi dan otomatis (Ramdani & Dhika, 2020) (Singh, 2021). IoT beroperasi dengan menggunakan argumen pemrograman, di mana setiap instruksi memungkinkan interaksi otomatis antar mesin tanpa campur tangan manusia, dan tidak terbatas oleh jarak. Internet berfungsi sebagai penghubung antara mesin-mesin tersebut, sementara manusia hanya mengontrol dan memantau perangkat tersebut melalui web atau aplikasi mobile (Sandi & Fatma, 2023). Penerapan IoT di bidang pertanian memberikan fleksibilitas dalam pengumpulan data dan dapat dilakukan untuk berbagai keperluan, seperti pemantauan kondisi tanaman, pengendalian hama tanaman, dan analisis produktivitas (Purnomo et al., 2023).

### **3.2. Potensi Penerapan IoT di Kabupaten Ngada**

Dalam mengelola sektor pertanian, beberapa wilayah di Indonesia telah menerapkan teknologi *Internet of Things* namun teknologi ini belum pernah diterapkan dalam bidang pertanian di Kabupaten Ngada, padahal teknologi ini dapat membantu masyarakat terutama petani dan peternak dalam meningkatkan hasil produksi mereka. Infrastruktur utama dalam pengembangan IoT adalah ketersediaan jaringan telekomunikasi, perangkat keras seperti sensor dan server, sumber daya energi seperti listrik dan panel surya, dan dukungan teknis.

Dari berbagai telaah kepustakaan yang dihimpun, dan observasi lapangan terkait potensi dan masalah yang dihadapi oleh petani serta peluang pemanfaatan teknologi melalui ketersediaan infrastruktur telekomunikasi di beberapa wilayah kecamatan yang tersebar di kabupaten Ngada, maka diperoleh beberapa model teknologi IoT yang dapat diterapkan bagi sektor pertanian di Ngada diantaranya:

#### **a. Irigasi otomatis berbasis IoT**

Air merupakan asupan penting bagi pertumbuhan makhluk hidup termasuk pada tumbuhan dan hewan. Namun di beberapa tempat di wilayah Kabupaten Ngada, air merupakan sumber daya yang terbatas. Hal ini menjadi peluang bagi penerapan sistem irigasi berbasis IoT agar mampu mengoptimalkan penggunaan air, debit air, dan saluran air. Sebuah sistem irigasi sawah otomatis berbasis IoT dapat dibangun dengan memanfaatkan sensor untuk memonitoring kelembapan serta pompa air mini untuk mengalirkan air sebagai kontrol kelembapan tanah. Sistem ini juga dilengkapi dengan konektivitas WiFi untuk memudahkan petani melakukan pemantauan secara *realtime* (Daru et al., 2021). Model yang dibangun ini mampu mempertahankan kelembapan hingga 66,8% secara efektif dalam kurun waktu 24 jam dan data kelembapan yang dipantau memiliki korelasi yang tinggi sehingga sangat membantu proses pemantauan dengan baik, meringankan pekerjaan petani dan membantu meningkatkan produktivitas. Model ini pada tahap pengembangan lebih lanjut dapat dikombinasikan dengan sensor water drop agar dapat mengontrol debit air hujan yang menyirami tanaman sehingga tidak terjadi penyiraman berlebihan (Kusumo, 2024).

Sistem irigasi berbasis IoT juga dapat diaplikasikan pada sistem pengisian air minum ternak (A. D. Saputra et al., 2023). *Sensor ultrasonic distance* akan mengirim *ultrasound transmitter*, sehingga pelampung akan mengambang dan memantulkan *ultrasound*. *Receiver* lalu menerima *ultrasound* yang dikirim dari transmitter dan dipantulkan ke pelampung. *Receiver* akan membaca dan merespon jarak antara *sensor ultrasonic distance* dengan pelampung dan menampilkannya pada layar LCD. Jika jarak antara ultrasonic distance dan pelampung 15cm maka *servo MG946s* akan berputar 90derajat untuk mengeluarkan air dari pipa yang terhubung ke kran. Jika jarak telah mencapai 6cm maka *servo MG946s* akan berputar kembali ke posisi semula untuk menutup kran air.

b. Monitoring kondisi kandang ternak

Dalam manajemen ternak unggas, faktor suhu dan kelembapan merupakan faktor eksternal yang sangat mempengaruhi perkembangan ternak. Dengan adanya campur tangan teknologi IoT, maka peternak dapat dengan mudah melakukan monitoring melalui perangkat elektronik seperti *smartphone* dengan hasil yang akurat (Syani et al., 2024). Penelitian ini menggunakan komponen sensor DHT sebagai pendeteksi suhu pada kandang ayam, lampu pijar sebagai output ketika kandang anak ayam kekurangan suhu panas, NodeMCU Amica ESP8266 sebagai papan Iot untuk mengatur dan mengendalikan proses kerja alat, relay sebagai saklar untuk mematikan sensor laser ketika tidak dibutuhkan, kipas sebagai output ketika suhu kandang terlalu panas dan LCD sebagai output menampilkan suhu dan kelembapan pada layar.

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa pemanfaatan Internet of Things dapat memudahkan peternak dalam mengoptimalkan produktivitas dan permintaan pasar melalui sistem monitoring kondisi kesehatan ternak sapi dengan parameter suhu, detak jantung dan saturasi oksigen (Aprilliana & Isnianto, 2023). Hal ini membantu peternak untuk menganalisis dan melakukan pencegahan dan penanggulangan dini ketika ternak terserang penyakit. Penelitian ini menghasilkan tingkat hasil akurasi 97%, presisi 75%, dan recall sebesar 98%.

c. Pendeteksian hama dan kesuburan tanah

Serangan hama pada tanaman menjadi momok menakutkan bagi para petani. Penelitian (Sufaat & Juliandri, 2024) mengembangkan alat pengusir hama burung pada sawah petani berbasis Iot dengan memanfaatkan sensor PIR atau sensor gerak, kamera pengintai dan sistem pengirim sinyal suara. Sistem ini memanfaatkan aplikasi telegram sehingga memiliki tingkat mobilitas yang tinggi. Sistem ini juga memiliki kemampuan untuk memberikan respon yang cepat terhadap kehadiran hama burung.

Untuk mengetahui tingkat kelayakan suatu daerah terhadap jenis tanaman tertentu perlu dilakukan analisis kelayakan terhadap kondisi tanah dan cuaca di daerah tersebut. Sebuah alat berbasis IoT dapat dirancang untuk mendeteksi kesuburan tanah dan menampilkan visualisasi pada fitur monitoring serta dikendalikan secara efektif melalui media website. Sistem ini memanfaatkan sensor pH untuk mendeteksi kadar pH tanah agar dapat membantu petani menentukan tumbuhan apa yang paling cocok untuk tanah tersebut (Daniel et al., 2020). Sensor pH akan mendeteksi kadar pH tanah dan sensor *soil moisture* akan mendeteksi kelembapan tanah. Semua data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut disimpan dalam basis data dan dianalisa sehingga sistem akan memunculkan output tanam apa yang sesuai dan ditampilkan pada website dengan bantuan ESP8266 agar dapat langsung tampil pada monitor. Selanjutnya sistem *buzzer* akan berbunyi sebagai penanda bahwa kedua sensor tersebut telah berjalan dengan baik.



d. Analisis pasar dan rantai pasok

Dalam menyelesaikan masalah ini, IoT diperlukan untuk meningkatkan pengiriman dan distribusi barang. (A. Saputra, 2023) membuat sistem yang terhubung secara real-time dengan menggunakan perangkat IoT dan sensor pada kendaraan pengiriman, pusat distribusi, dan titik-titik penting lainnya dalam rantai distribusi. Pemantauan langsung lokasi barang, kondisi lingkungan selama pengiriman, dan kinerja armada pengiriman dapat dilakukan melalui sistem ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan, mengurangi waktu tempuh, dan mengoptimalkan rute pengiriman dengan menggunakan algoritma cerdas. Selain itu, penelitian ini berfokus pada penggunaan teknologi *Internet of Things* untuk meningkatkan manajemen stok, menjamin ketepatan waktu pengiriman, dan memberikan visibilitas penuh terhadap seluruh rantai logistik. Teknologi IoT juga telah diterapkan dalam permasalahan rantai pasok (Indra et al., 2024) yang menerapkan penggunaan sensor, tag RFID, dan teknologi blockchain untuk melacak produk, memantau suhu dan kelembapan, serta mengotomatiskan proses produksi. Dalam penelitian ini, IoT juga memungkinkan visibilitas real-time, analisis prediktif, dan pemecahan masalah secara proaktif, sehingga meningkatkan pemanfaatan sumber daya dan mengurangi limbah

e. Sistem keamanan lahan pertanian dan kandang ternak

Menurut (Hudi et al., 2022) penggunaan CCTV untuk keamanan hanya terbatas pada fungsi pengintai dan perekaman situasi saja sehingga dibuatlah sebuah sistem pendeteksian pencurian burung dengan memanfaatkan sensor human detector sehingga dapat mendeteksi keberadaan yang mencurigakan. Informasi tersebut dikirim ke pemilik ke aplikasi telegram melalui bot telegram. Jika pemilik dapat melakukan pengawasan secara langsung maka dapat menonaktifkan sensor PIR (passive Infra red), namun jika berada jauh dari lokasi kandang makan dapat mengaktifkan sensor PIR. Keamanan kandang juga ditingkatkan dengan penggunaan teknologi RFID card untuk mengakses pintu kandang. Jarak optimal yang mampu dibaca oleh sensor PIR adalah 6 meter. Jika gerakan manusia terdeteksi maka sensor PIR akan mengirimkan perintah ke modul kamera ESP32 untuk menangkap gambar kemudian dikirim ke bot keamanan kandang melalui aplikasi telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap komponen dalam sistem ini mampu bekerja sesuai algoritma yang dibuat.

f. Sistem pemberian pakan ternak

Pemberian pakan merupakan hal yang sangat penting sehingga untuk membantu efektifitas proses pemberian pakan dirancang sebuah sistem pemberian pakan otomatis berbasis IoT (Fernanda & Wellem, 2022). Sistem ini dibangun untuk proses pemberian pakan kepada ikan berdasarkan jadwal pemberian pakan dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan menggunakan *Arduino nano* yang merupakan pengendali utama, motor servo sebagai penggerak pembuka pintu atau celah pembatas tempat ikan, dan modul WiFi ESP8266 sebagai penghubung perangkat ke internet. Pengaturan jadwal dan jumlah pakan serta monitoring menggunakan aplikasi yang dibangun berbasis android. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan baik dalam hal pemberian pakan otomatis sesuai waktu dan takaran yang sudah ditentukan. Sistem ini tidak hanya diterapkan pada ikan, tetapi juga pada jenis ternak yang lain. (Massie et al., 2023) mengembangkan sebuah sistem yang dapat melakukan proses pemberian pakan ternak babi secara otomatis dan dikontrol dari jarak jauh melalui perangkat elektronik.

Menurut hasil pengujian, sistem tersebut berjalan dengan baik dan dapat membantu peternak dalam memberikan pakan pada babi sesuai dengan waktu dan takaran yang telah ditetapkan pada sistem.

g. Sistem pelacakan lokasi keberadaan ternak (*animal tracking*)

Sistem peternakan di beberapa wilayah di Utara Kabupaten Ngada masih menggunakan sistem peternakan lepas. Peternakan jenis ini dipilih sebagai alternatif sistem peternakan karena tidak perlu menyediakan pakan dan kandang. Namun peternakan dengan sistem lepas ini rawan terhadap kehilangan akibat pencurian maupun ternak tersesat atau terjebak di suatu tempat. Untuk meminimalisir kejadian ini, akan dibangun sebuah sistem yang mampu melacak keberadaan hewan ternak menggunakan teknologi IoT dengan Global Positioning System (GPS) sebagai pelacak lokasi dan smartphone sebagai perangkat monitoring untuk output hasil pelacakan (Arta et al., 2022). Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi yang dihasilkan sangat tinggi dengan delay yang kecil. Sistem ini juga mampu mendeteksi saat kondisi gelap hingga jarak 150 meter pada cuaca cerah. Pengembangan alat ini juga dapat ditingkatkan lagi dengan menggunakan kamera untuk menangkap foto jika terjadi indikasi pencurian ternak.

h. Sistem pemantauan cuaca

Sistem pengamatan cuaca lokal (M. A. Saputra et al., 2024) melacak cuaca secara real-time untuk mengantisipasi perubahan cuaca yang tiba-tiba. Penelitian ini menguji sistem dan alat pengukuran kondisi cuaca lokal berbasis Internet of Things (IoT) selama delapan hari dengan hasil akurasi pengumpulan data 96,31%. Penelitian lainnya oleh (Amalianti et al., 2021) memanfaatkan sensor yang dapat mendeteksi curah hujan, suhu dan kelembapan. Sistem menggunakan mikrokontroler arduino uno yang berfungsi sebagai perangkat yang mengaktifkan semua komponen, seperti Hall Effect Sensor, sensor DHT22, RTC DS3231, Wemos D1 Mini ESP8266, LCD, I2C, DC Converter LM2596, dimana perangkat ini dapat menghubungkan perangkat mikrokontroler seperti Arduino Uno dengan internet via hotspot WiFi.

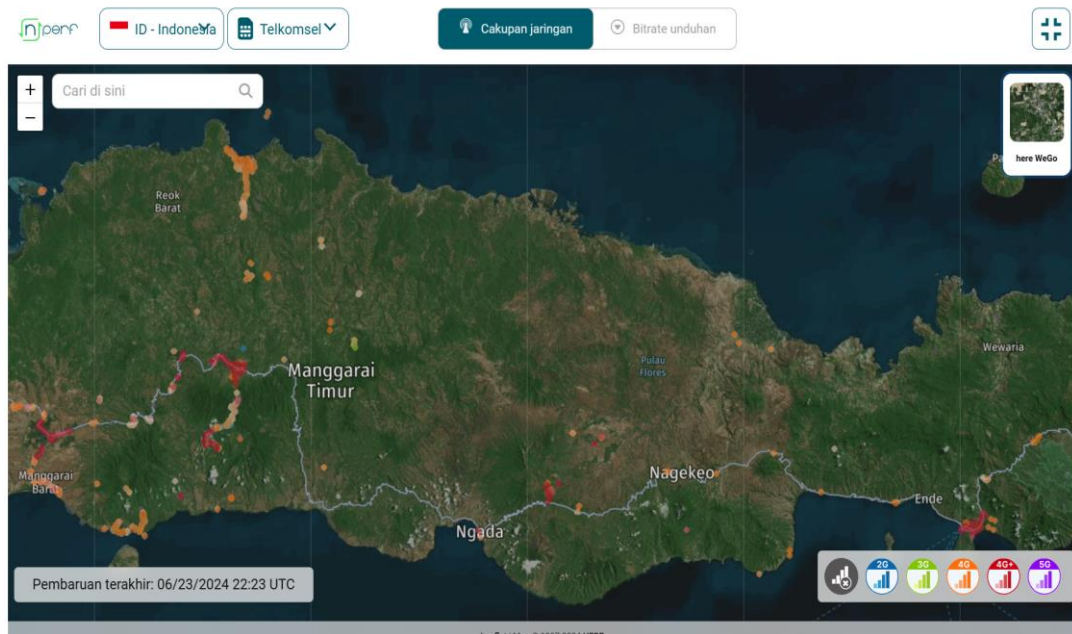
### **3.3. Tantangan dan Strategi Pengembangan IoT di Kabupaten Ngada**

Berbagai sistem yang terintegrasi dengan teknologi IoT pertanian ini sangat berpeluang besar untuk diterapkan dan dikembangkan di Kabupaten Ngada. Hal ini didukung oleh potensi sektor pertanian yang sangat besar baik pertanian lahan basah, lahan kering, peternakan, perikanan dan Perkebunan (Yohanes Seo & Umu Kaleka, 2024). Menurut *International Business Machines Corporation (IBM)* IoT memiliki peluang yang besar dalam bidang pertanian karena teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi, membantu pengambilan Keputusan berbasis data, penghematan biaya, dan peningkatan pengalaman pengguna. Pengembangan IoT yang efektif di Kabupaten Ngada memerlukan investasi yang signifikan dalam berbagai aspek infrastruktur mulai dari jaringan komunikasi dan perangkat IoT hingga platform manajemen dan keamanan data. Selain itu diperlukan dukungan pemerintah dan kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan untuk memastikan keberhasilan implementasi dan keberlanjutan teknologi IoT di wilayah Ngada.

a. Jaringan Komunikasi dan Konektivitas

Akses internet yang cepat dan stabil serta infrastruktur telekomunikasi yang baik dengan cakupan luas menjadi faktor yang sangat penting dalam pengembangan *Internet of Things*.

Jaringan 4G atau 5G lebih disukai karena memberikan kecepatan dan latensi yang rendah sehingga memungkinkan komunikasi data yang *real-time*. Hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa dari 12 kecamatan di wilayah Kabupaten Ngada, 9 wilayah terutama di ibukota kecamatan sudah terkoneksi dengan jaringan internet berkecepatan tinggi 4G yaitu kecamatan Bajawa, Golewa, Golewa Barat, Golewa selatan, Jerebuu, Aimere, Inerie, Soa, Wolomeze namun terdapat beberapa daerah terutama di wilayah pelosok dan kecamatan Bajawa Utara, Riung serta Riung Barat yang belum terjangkau akses internet. Data hasil observasi lapangan ini didukung juga dengan Informasi cakupan sinyal 3G/4G/5G wilayah kabupaten Ngada dari hasil tangkapan layar situs <https://www.nperf.com/> berikut:



Gambar 1 Cakupan sinyal 3G/4G/5G wilayah Kabupaten Ngada  
<https://www.nperf.com/>; diakses pada: 23 Juli 2024

Jaringan 5G sendiri belum bisa dinikmati di wilayah kabupaten Ngada. Provider internet kabel yang sudah bisa dinikmati Ngada adalah layanan internet Indihome namun akses ini baru terbatas di wilayah ibu kota kabupaten saja dan belum menjangkau wilayah kecamatan lain selain kecamatan Bajawa. Konektivitas internet yang telah tersedia ini juga memungkinkan penyediaan WiFi di area pertanian namun diperlukan juga perangkat jaringan low Power WAN (LPWAN) seperti LoRaWAN atau NB-IoT untuk perangkat IoT yang membutuhkan daya rendah dan jangkauan luas. Ketersediaan jaringan telekomunikasi ini memberi peluang yang besar bagi pengembangan IoT pertanian di wilayah Ngada namun tentunya diperlukan peningkatan kualitas layanan lebih baik lagi

b. Sensor dan perangkat IoT

Hasil penelusuran di beberapa tempat penjualan perangkat elektronik di wilayah kabupaten Ngada, belum ada yang menjual sensor dan perangkat keras IoT. Namun hal ini bukan penghambat karena sensor dan Perangkat keras IoT sudah banyak di jual di toko online /ecommerce sehingga bisa didatangkan dari luar melalui jasa pengiriman. Namun yang menjadi

tantangan adalah bahwa untuk mendapatkan perangkat dan sensor ini, pengguna perlu mengeluarkan dana yang tidak sedikit sehingga berpengaruh pada biaya pengembangan sistem

c. *Platform dan software IoT*

Kemudahan akses informasi melalui internet memungkinkan pengguna untuk mengakses berbagai platform dan software. Hal ini juga merupakan peluang dalam pengembangan IoT di Ngada karena pengguna dapat dengan mudah memperoleh *software* IoT baik yang bersifat open source maupun berbayar.

d. *Data center dan cloud computing*

Biaya pengadaan server fisik sebagai pusat data lokal untuk bisa mengakomodasi penyimpanan dan pemrosesan data secara cepat dan efisien masih cukup mahal namun pengguna masih dapat mengakses layanan berbasis cloud yang menyediakan infrastruktur sebagai layanan (IaaS), platform sebagai layanan (PaaS) dan perangkat lunak sebagai layanan (SaaS) untuk mendukung penyimpanan, analisis dan pemrosesan data IoT.

a. *Keamanan dan Privasi*

Protokol keamanan yang kuat diperlukan untuk melindungi data yang dikirim melalui jaringan, termasuk enkripsi dan autentikasi. Selain itu perlu memastikan agar perangkat IoT memiliki mekanisme keamanan yang memadai untuk menghindari akses yang tidak sah dan manipulasi terhadap data terutama data yang bersifat pribadi dan informasi sensitif yang dikumpulkan oleh perangkat IoT.

b. *Sumber daya manusia dan pelatihan*

Sebagai teknologi yang baru dikembangkan di Ngada tahap awal pengembangan perlu didampingi oleh tenaga yang memang memiliki kepakaran dalam bidang IoT untuk pemrograman, analitik data dan manajemen perangkat IoT. Program pelatihan dan pendidikan serta pengembangan keterampilan juga diperlukan untuk petani dan tenaga kerja lokal tentang penggunaan dan pemeliharaan perangkat IoT

c. *Kolaborasi dan dukungan layanan pemerintah*

Regulasi dan kebijakan yang mendukung pengembangan dan adopsi IoT perlu diperhatikan seperti regulasi tentang frekuensi radio, standar teknis dan keamanan data. Besarnya biaya pengembangan sistem berbasis IoT memerlukan sumber dana yang cukup besar sehingga perlunya dukungan finansial dari pemerintah seperti subsidi dan insentif dari pemerintah untuk investasi infrastruktur IoT. Kerjasama dengan institusi pendidikan yang ada di ngada terutama institusi pertanian, penelitian dan sektor swasta untuk pengembangan teknologi dan inovasi IoT.

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil kajian kepustakaan dan observasi di lapangan maka dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Ngada merupakan wilayah pertanian yang sangat potensial dan sangat memerlukan pengembangan lebih lanjut terutama pengadopsian teknologi dan Internet of Things (IoT) merupakan salah satu teknologi yang dapat diterapkan pada sektor pertanian Ngada. IoT dipilih karena teknologi ini merupakan terobosan yang sangat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi proses bisnis pertanian. IoT dapat dimanfaatkan untuk proses irigasi otomatis, monitoring kelembapan tanah, suhu kandang, pendeteksian kesuburan tanah, pemberian pakan dan penyiraman otomatis, pelacakan lokasi ternak, sistem keamanan, pengendalian hama dan

penyakit, pengelolaan logistik dan rantai pasokan untuk melacak produk dari ladang ke pasar, dan sistem penyediaan informasi cuaca bagi para petani serta masih banyak lagi sesuai dengan kebutuhan yang bisa dianalisis di lapangan.

Berdasarkan hasil kajian di lapangan, penerapan teknologi IoT belum bisa dilakukan di semua wilayah di Kabupaten Ngada mengingat infrastruktur jaringan dan telekomunikasi hanya terbatas di ibu kota kecamatan dan wilayah -wilayah tertentu. Untuk perangkat keras, komponen elektronika dasar banyak tersedia di toko-toko offline dalam kota, namun untuk perangkat keras IoT seperti sensor-sensor belum tersedia secara offline sehingga pengguna perlu mendatangkan dari luar dan dapat dibeli secara online, begitu juga dengan perangkat lunak IoT yang dapat diperoleh secara online baik berbayar maupun gratis. Berhubung teknologi ini tergolong baru untuk diterapkan di wilayah Ngada, maka perlu dibangun kerjasama antara pemerintah melalui dinas-dinas terkait dengan praktisi teknologi dan perguruan tinggi untuk menyediakan tenaga ahli dalam pengembangan IoT. Masyarakat juga perlu dilibatkan dalam pelatihan dan sosialisasi teknologi IoT ini sehingga para petani dan tenaga kerja loka memiliki pengetahuan dalam penggunaan teknologi dan pemeliharaan perangkat IoT. Dengan hadirnya teknologi IoT di Ngada diharapkan kualitas dan produktifitas hasil pertanian dapat mengalami peningkatan dan sektor pertanian Ngada mampu menghadapi persaingan era industri 4.0.

### **Daftar Pustaka**

- Amalianti, R., Lubis, A. J., & Lubis, Imran. (2021). Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca Untuk Monitoring Curah Hujan, Suhu Dan Kelembaban Udara Area Lokal Menggunakan Berbasis IOT. *Prosiding SNASTIKOM: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi*.
- Aprilliana, E., & Isnianto, H. N. (2023). *Sistem Pemantauan Status Kesehatan Sapi Perah Berbasis IoT Dengan Parameter Detak Jantung, Saturasi Oksigen, Dan Suhu*. Universitas Gadjadara.
- 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. <https://doi.org/10.24843/MITE.2022.v21i01.P02>
- BPS Ngada. (2023). *Jumlah Penduduk 15 tahun keatas yang Bekerja menurut Lapangan Pekerjaan Utama (Jiwa), 2020-2022*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Ngada. <https://ngadakab.bps.go.id/indicator/154/113/1/jumlah-penduduk-15-tahun-keatas-yang-bekerja-menurut-lapangan-pekerjaan-utama.html>
- Daniel, L. E. P., Mahmudin, A., & Auliasari, K. (2020). Penerapan Iot (Internet Of Thing) Terhadap Sistem Pendeteksi Kesuburan Tanah Pada Lahan Perkebunan. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 4(2), 207–213. <https://doi.org/10.36040/jati.v4i2.2678>
- Daru, A. F., Adhiwibowo, W., & Hirzan, A. M. (2021). Model Pemantau Kelembaban dan Irigasi Sawah Otomatis Berbasis Internet of Things. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 10(2), 119–127. <https://doi.org/10.34010/komputika.v10i2.4515>

- Fathurrahman, I., Saiful, M., & Samsu, L. M. (2021). Penerapan Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(2), 283–290. <https://doi.org/10.29408/ab.v2i2.4219>
- Fernanda, R., & Wellem, T. (2022). Perancangan dan Implementasi Sistem Pemberi Pakan Ikan Otomatis berbasis IoT. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(2), 1261–1274. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i2.2030>
- Hamakonda, U. A., Clara Mau, M., Taus, I., Ayu, V. P., Coe Lea, V., & Soba Program Studi Agroteknologi Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa -NTT, K. (2023). Potential Identification And Problems In The Field Of Agriculture, Wolomeze District, Ngada District, Ntt Province. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(4).
- Hamakonda, U. A., Rembo, E., Bay, J. R., & Taus, I. (2022). Potential Identification And Problems In The Field Of Agriculture, Riung Barat District, Ngada District, Ntt Province. *Jurnal AGRIOVET*, 4(2).
- Hudi, S. A. R., Rizqullah, R., & Agustin, M. (2022). Rancang Bangun Prototipe Sistem Pendeteksi Pencurian Burung Berbasis IOT. *MULTINETICS*, 8(1), 69–76. <https://doi.org/10.32722/multinetics.v8i1.4114>
- Indra, E., Fauzi, A., Widharto, F. C., Natalia, Ernesto, T. K., Pangesti, S. I., & Harland, Y. B. (2024). Analisis Pengaruh dan Dampak Penggunaan Internet of Things pada Supply Chain di Food and Beverages Industry. *Jurnal Greenation Ilmu Teknik (JGIT)*, 2(2).
- Kennedy, N. (2024, February 5). *Smart Farming: IoT's Role in Agriculture*. The Farming Insider. <https://thefarminginsider.com/iot-in-smart-farming-agriculture/>
- Kusumo, B. (2024). Rancang Bangun Jemuran Otomatis Berbasis Sensor Water Drop dilengkapi Panel Surya 10 WP. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 6(01), 127–145. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i01.1076>
- Massie, J. N. J., Sitanayah, L., & Pandelaki, S. (2023). *Implementasi Algoritma Fuzzy Logic Sugeno Pada Sistem Pakan Babi Otomatis Berbasis Internet Of Things*. Universitas Katolik De La Salle Manado.
- Morchid, A., El Alami, R., Raezah, A. A., & Sabbar, Y. (2024). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(3), 102509. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509>
- Nalendra, A. K., & Mujiono, M. (2020). Perancangan IoT (Internet of Things) pada Sistem Irigasi Tanaman cabai. *Generation Journal*, 4(2), 61–68. <https://doi.org/10.29407/gj.v4i2.14187>
- Nath, S. (2024). A vision of precision agriculture: Balance between agricultural sustainability and environmental stewardship. *Agronomy Journal*, 116(3), 1126–1143. <https://doi.org/10.1002/agj2.21405>
- Neto Wuli, R., Ladha Owa, V., Bhoki, E., Liu Lako, D., Paru Wea, D., Paloma Nay, K., Emiliana Soli, Y., & Agroteknologi SekolahTinggi Pertanian Flores Bajawa, P. (2024).

- Identifikasi Potensi Pengembangan Bambu Di Kecamatan Golewa Kabupaten Ngada. *Jurnal Pertanian Unggul*, 3(1).
- Nirmala, I., Triyanto, D., & Suhardi, S. (2021). Sistem Kendali dan Monitoring Pemberian Pakan Unggas Berbasis Internet of Things (IoT). *CYBERNETICS*, 5(02), 57. <https://doi.org/10.29406/cbn.v5i02.2567>
- Noywuli, N., Arnoldiana Dadjan Uran, M., (2023). Prospek Pengembangan Ternak Kuda Kabupaten Ngada Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pertanian Unggul*, 2(1).
- Pebriyanti, D. (2023). Pengaruh Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi pada Pemenuhan Kebutuhan Belajar Peserta Didik Tingkat Sekolah Dasar. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 5(01), 89–96. <https://doi.org/10.53863/kst.v5i01.692>
- Purba, P. B., Mawati, A. T., Juliana, Kuswandi, S., Hulu, I. L., Sitopu, J. W., Pasaribu, A. N., Yuniwati, I., & Masrul. (2021). *Penelitian Tindakan Kelas* (1st ed.). Kita Menulis.
- Purnomo, M., Maulina, E., Wicaksono, A. R., & Rizal, M. (2023). Determinan Faktor Adopsi Teknologi Internet of Things: TOE Model. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 8(2), 480. <https://doi.org/10.28926/briliant.v8i2.1214>
- Ramdani, F., & Dhika, H. (2020). Implementasi Teknologi IoT Pada Smart Home. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 5(1). <https://doi.org/10.31284/j.integer.2020.v5i1.818>
- Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023). Pemanfaatan Teknologi Internet Of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5892>
- Saputra, A. (2023). Desain Sistem Logistik Cerdas Berbasis IoT untuk Meningkatkan Efisiensi Distribusi dan Pengiriman Produk. *Jurnal Ilmu Komputer (JILKOM)*, 1(11).
- Saputra, A. D., Wardana, D. Z., & Jiddan, A. (2023). Sistem Pengisian Air Minum Otomatis Peternakan Kambing Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Sains, Nalar, Dan Aplikasi Teknologi Informasi*, 2(2), 17–24. <https://doi.org/10.20885/snati.v2i2.22>
- Saputra, M. A., Utomo, W. C., Setiawan, A. B., & Ramadhanu, I. K. (2024). Pengamatan Cuaca Lokal secara Multi Node dengan Internet of Things dan Django Framework. *JITU: Journal Informatic Technology And Communication*, 8(1), 31–40. <https://doi.org/10.36596/jitu.v8i1.1334>
- Seo, Y. A., & Kaleka, M. U. (2024). Peran Sektor Pertanian Terhadap Perekonomian Dan Pembangunan Kabupaten Ngada. *Jurnal Agribisnis*, 13(1), 28–36. <https://doi.org/10.32520/agribisnis.v13i1.3189>
- Singh, S. (2021). IoT: A Mainstay Towards Intelligent Computing. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(3), 3192–3196. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i3.1561>
- Sufaat, I., & Juliandri, J. (2024). IOT Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung pada Padi Sawah Petani Berbasis Internet of Things (IoT). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 5(2), 306–314. <https://doi.org/10.47065/josyc.v5i2.4921>

- Syani, M., Despawana, Ahmad Firdaus, E., & Mulyana, D. (2024). Design a Chicken Coop Monitoring System Based on the Internet of Things. *NUANSA INFORMATIKA*, 18(1), 106–114. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v18i1.64>
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>