

# Pengembangan Aplikasi Mobile untuk Pemantauan Hama Tikus dan Kelembaban Lahan Pertanian Padi di Kelurahan Pabahanan

Lailan Husnati<sup>1</sup>, Aida Sekar Ningrum<sup>2</sup>, Rahma Raihani<sup>3</sup>, Evy Ariani<sup>4</sup>,  
Khotimatul Alimah<sup>5</sup>

Program Studi Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Tanah Laut, Jl. Ahmad Yani No.Km.06, Pemuda,  
Kec. Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70815, Indonesia<sup>1,2,3,4,5</sup>

lailanhusnati17@gmail.com<sup>1</sup>, aidasekarningrum@gmail.com<sup>2</sup>, rahmaraihani208@gmail.com<sup>3</sup>,  
evyariani180105@gmail.com<sup>4</sup>, khotimatulalimah308@gmail.com<sup>5</sup>

**Abstrak** – Padi merupakan produk hasil pertanian yang memiliki arti penting bagi masyarakat Indonesia yang mayoritasnya menjadikan nasi sebagai makanan pokok sehari-hari. Kabupaten Tanah Laut sendiri merupakan salah satu dari lima kabupaten terbesar dengan kontribusi padi di Kalimantan Selatan. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan salah satu petani padi di Kelurahan Pabahanan, Kabupaten Tanah Laut, pemantauan hama tikus masih dilakukan secara manual dan kelembaban lahan pun masih dengan perkiraan dari petani saja, sehingga kurang optimal serta menguras waktu dan tenaga. Dalam hal ini, pemantauan hama dan kelembaban lahan pertanian padi dapat digantikan dengan menggunakan aplikasi *mobile* pemantauan hama tikus dan kelembaban lahan berbasis sensor gerak *passive infrared* (PIR) dan *soil moisture*. Aplikasi ini dapat mengambil data pergerakan hama tikus dan persentase kadar air di lahan pertanian melalui ESP-8266 kemudian dikirimkan ke sistem yang dapat diakses melalui *smartphone*. Saat pergerakan hama terdeteksi, aplikasi akan menampilkan notifikasi bahwa hama terdeteksi. Status kelembaban lahan pada aplikasi akan menampilkan kering saat kelembaban di bawah 70%, status lembab saat kelembaban di antara 70% - 85%, dan status basah saat kelembaban di atas 86%.

**Kata Kunci** – Aplikasi *Mobile*, *Internet of Things*, Pertanian Padi, Hama Tikus

## I. PENDAHULUAN

Pertanian padi merupakan salah satu dari beberapa sektor penting yang dampaknya langsung berpengaruh pada ketahanan pangan di tingkat nasional, terutama di wilayah pedesaan yang menggantungkan hidupnya pada hasil pertanian. Namun, para petani masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti serangan hama tikus dan kekurangan informasi akurat mengenai kondisi lahan, khususnya tingkat kelembaban dan kesuburan. Akibatnya, keputusan yang terkait penyiraman, pemupukan, serta pemberian racun hama masih berdasarkan pada perkiraan yang kurang tepat [1]. Studi kasus yang dilakukan terhadap petani padi di Pamanaran, Pabahanan, Tanah Laut menunjukkan bahwa pemantauan hama dan kondisi lahan masih dilakukan secara manual, yang tidak hanya menyita waktu dan tenaga, dan juga belum memberikan hasil optimal.

Klien sering menghadapi masalah yang dapat mengganggu produktivitas pertanian mereka, terutama serangan hama tikus. Hama tikus dapat merusak batang, akar, dan bulir padi, yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen yang signifikan.

Menurut penelitian sebelumnya, sensor gerak PIR memiliki tingkat akurasi dalam mendeteksi pergerakan hama hingga jarak 5 m [2]. Peneliti yang juga menggunakan sensor gerak PIR dalam pengujiannya untuk mendeteksi hama tikus pada tanaman padi, menyatakan bahwa sensor gerak PIR memiliki respon 1 – 5 detik untuk mendeteksi hama [3]. Selain itu, untuk monitoring kelembaban lahan, dari pengujiannya pada 5 titik sampel petak sawah, kelembaban lahan 80 - 85% merupakan kelembaban optimum dalam pertumbuhan batang padi [4]. Penggunaan buzzer sebagai output untuk alarm atau notifikasi kelembaban lahan juga sudah diterapkan, yakni bunyi

terusan selama 1–2 menit menandakan tanah pertanian membutuhkan pengairan (kering) [5]. Dengan demikian, dibutuhkan solusi teknologi seperti aplikasi mobile "FARMLOGIX" yang berbasis IoT dan dapat memantau kondisi lahan serta mendeteksi hama tikus secara real-time dan petani dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan dan mengoptimalkan penggunaan pestisida dan air sesuai kebutuhan lahan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Aplikasi Mobile

Aplikasi mobile merupakan perangkat berbasis mobile seperti *handphone* dan tablet yang dapat diakses melalui internet serta diunduh oleh pengguna [6]. Dalam pengembangannya, terdapat beberapa komponen dan *software* yang berperan penting. Salah satunya adalah Flutter, sebuah *framework open-source* yang dikembangkan oleh Google. *Framework* ini terdiri dari dua komponen utama: *Software Development Kit* (SDK), yaitu kumpulan alat yang memudahkan pengembangan aplikasi, dan *Framework UI*, yang menyediakan komponen antarmuka pengguna yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan [7].

### B. Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah gagasan yang memperluas manfaat konektivitas internet yang konstan. Melalui pemanfaatan data *capture* dan komunikasi, IoT menghubungkan objek fisik dan virtual sehingga objek di dunia nyata dapat berkomunikasi melalui jaringan dan internet [8]. Tujuan dari *Internet of Things* (IoT) adalah untuk meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang terhubung terus-menerus. Konektivitas ini dapat menggunakan berbagai teknologi nirkabel seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *Zigbee*, *LoRa*, atau *NB-IoT*, yang memungkinkan perangkat terhubung ke internet tanpa kabel [9].

### C. Firebase

Firebase adalah penyedia layanan *cloud* dan *backend* oleh Google yang membantu *developer* dalam membuat aplikasi *mobile* dan *web* dengan lebih mudah. Aplikasi Firebase hanya bisa dijalankan saat memiliki akses internet karena data disimpan di penyimpanan berbasis daring [10]. Firebase berfungsi

menghubungkan aplikasi dan *database*. Dengan menggunakan platform *firebase* memungkinkan untuk membuat aplikasi *multi-platform* [11]. Fitur utama *Firebase* seperti *Authentication*, *Realtime Database*, *Cloud Firestore*, dan *Cloud Function* yang paling membantu dalam pengembangan aplikasi [12].

### D. HC-SR501

Sensor *Passive Infrared* (PIR) atau HC-SR501 adalah elektronika yang menggunakan sinar inframerah untuk mendeteksi gerakan. Sensor *Passive Infrared* ini mempunyai sifat yang pasif, artinya sensor *passive infrared* ini tidak memancarkan sinar namun hanya menerima pada radiasi sinar atau cahaya dari luar [13]. Sensor ini berfungsi dalam mendeteksi gerakan benda menggunakan *infrared*. Karena ada filter inframerah pasif di modul sensor PIR, objek yang dapat dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah makhluk hidup seperti hewan dan manusia [14].

### E. Soil Moisture

*Soil moisture* yl-69 merupakan sensor kelembaban tanah teknologi rendah yang mampu dan ideal untuk mendeteksi dan memonitor kadar air pada tanah [15]. Sensor ini memiliki dua probe yang melewati arus melalui tanah dan membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembabannya. Tanah yang kadar airnya banyak memiliki resistansi kecil dapat menghantarkan listrik dengan mudah, sedangkan tanah yang kadar airnya sedikit sulit menghantarkan listrik sebab resistansinya besar [16].

## III. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### A. Metode Pengambilan Data

Berikut merupakan beberapa metode pengambilan data yang digunakan oleh penulis, diantaranya adalah sebagai berikut:

#### 1. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan dengan cara membaca buku, jurnal, artikel, maupun situs-situs yang ada di internet yang mana berkaitan dengan studi kasus yakni rancang bangun

*Internet of Things* (IoT) untuk alat pemantauan hama tikus dan kesuburan lahan pertanian, yang mendukung dalam pembuatan aplikasi maupun penulisan laporan.

## 2. Wawancara

Wawancara dilakukan langsung bersama klien yakni seorang Petani Padi bernama “Hasnan Bukhari” untuk mendapatkan informasi detail terkait apa saja permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan lahan pertanian yang dapat diselesaikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Adapun kesimpulan yang didapat yakni dibutuhkan solusi berupa aplikasi untuk pemantauan hama tikus dan kesuburan lahan pertanian padi.

## B. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan aplikasi mobile untuk pemantauan hama tikus dan kelembaban lahan pertanian berbasis sensor, penulis menggunakan metode scrum untuk memastikan proses kerja yang iteratif dan adaptif.

### 1. Product Backlog

Daftar prioritas fitur atau kebutuhan yang harus dipenuhi untuk produk. Product owner bertugas menyusun dan memprioritaskan backlog ini, yang menjadi sumber utama untuk pekerjaan tim.

### 2. Sprint Planning

Rapat perencanaan sprint dilakukan untuk menentukan item mana dari product backlog yang akan dikerjakan dalam sprint mendatang. Tim bersama dengan Scrum Master menyusun strategi agar pekerjaan dapat tercapai selama sprint.

### 3. Sprint Backlog

Hasil dari sprint planning adalah daftar item tertentu yang siap dikerjakan oleh tim dalam periode waktu sprint (biasanya 1-4 minggu).

### 4. Daily Scrum

Hasil dari sprint planning adalah daftar item tertentu yang siap dikerjakan oleh tim dalam periode waktu sprint (biasanya 1-4 minggu).

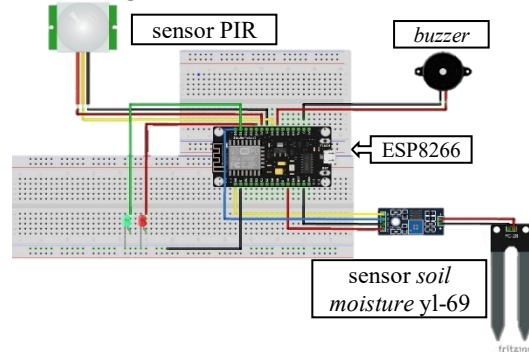
### 5. Sprint Review

Hasil dari *sprint planning* adalah daftar item tertentu yang siap dikerjakan oleh tim dalam periode waktu *sprint* (biasanya 1-4 minggu).

### 6. Sprint Retrospective

Tahap evaluasi tim terhadap keseluruhan proses *sprint*. Diskusi mencakup apa yang berjalan baik, hambatan yang dihadapi, serta bagaimana meningkatkan efisiensi dan produktivitas di sprint selanjutnya.

## C. Rancangan Sistem



Gambar 1 Rancangan Arsitektur IoT

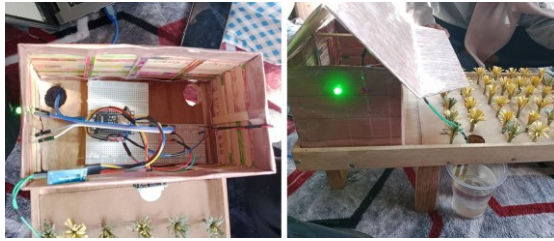
Gambar 1 merupakan rancangan sistem monitoring hama tikus dan kelembaban lahan pertanian padi yang memanfaatkan beberapa komponen elektronik utama seperti mikrokontroler ESP8266, sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan dari hama, dan sensor *soil moisture* yl-69 untuk mengukur kelembaban pada lahan pertanian padi.

Sensor PIR diletakkan di titik-titik panas pergerakan hama tikus di lahan pertanian padi yang bekerja dengan mendeteksi perubahan suhu radiasi inframerah pada tubuh tikus. Sensor *soil moisture* diletakkan di dalam tanah atau lahan, sensor ini bekerja dengan mengukur kadar air yang ada di lahan tersebut, kemudian memberikan informasi ke pada Petani apabila kadar air dalam lahan tersebut rendah dan perlu disirami untuk mencapai kelembaban yang optimal untuk pertanian padi.

## IV. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

### A. Implementasi dan Pembahasan Hardware

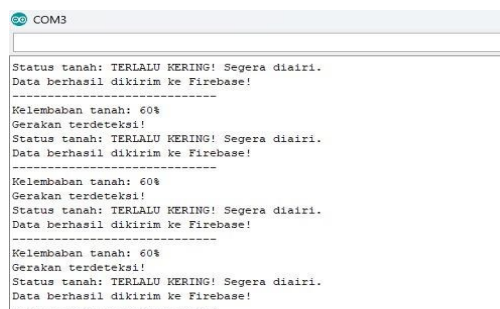
Implementasi *hardware* dari sistem IoT untuk pemantauan hama tikus dan kelembaban lahan pertanian padi direalisasikan dalam bentuk prototipe sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 Implementasi *Hardware*

Gambar 2 menunjukkan hasil akhir dari rangkaian alat IoT yang telah siap untuk dilakukan uji coba. Alat ini dirancang untuk mendeteksi pergerakan hama tikus serta memantau kelembaban lahan pertanian padi. Pada sistem deteksi hama tikus, digunakan sensor *Passive Infrared* (PIR) yang akan mengaktifkan LED merah apabila terdeteksi adanya pergerakan hama. Sebaliknya, apabila sensor tidak mendeteksi adanya pergerakan, LED hijau akan menyala sebagai indikator kondisi lahan tersebut aman. Sementara itu, untuk pemantauan kelembaban lahan, digunakan sensor *soil moisture* yang mampu mengidentifikasi tiga tingkat kelembaban lahan, yaitu kering (0–69%), lembab (70–85%), dan basah (86–100%). Apabila kondisi lahan terdeteksi dalam kategori kering, maka *buzzer* akan menyala sebagai *alarm* untuk memberikan peringatan kepada petani agar segera melakukan pengairan lahan.

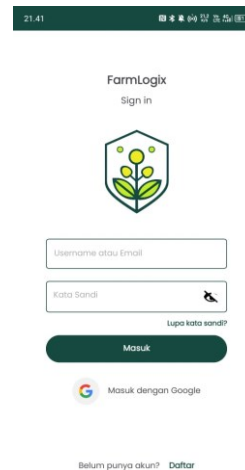
### B. Implementasi dan Pembahasan Software

Pengembangan aplikasi *mobile* ini menggunakan Android Studio sebagai IDE utama dengan Java sebagai bahasa pemrograman. Sebelum data ditampilkan pada aplikasi Android, proses verifikasi dilakukan terlebih dahulu melalui *Serial Monitor* pada Arduino IDE untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik dan data berhasil dikirim ke Firebase. Tampilan hasil pembacaan sensor dari perangkat IoT ditunjukkan pada Gambar 3.

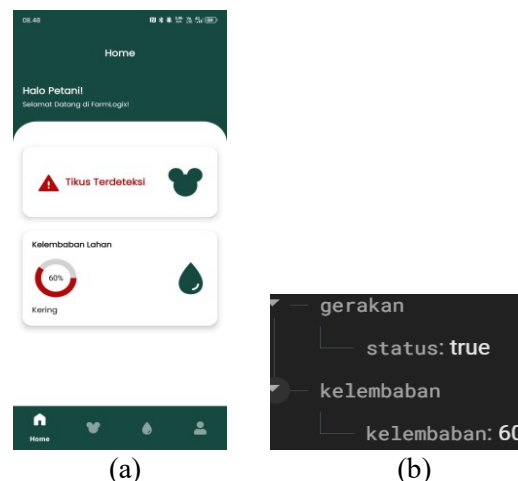


Gambar 3 Serial monitor Arduino IDE

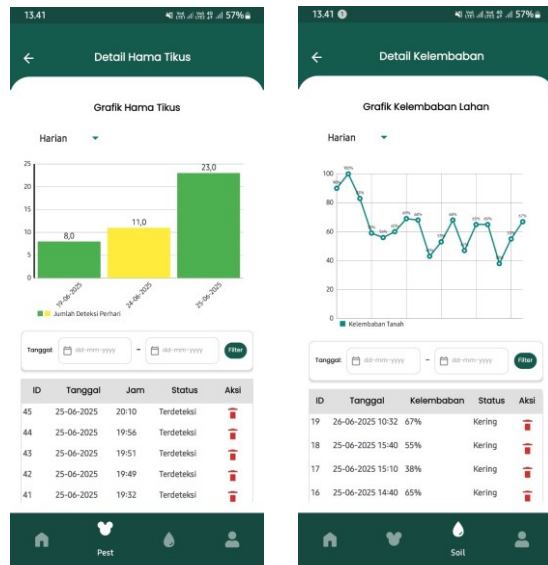
Pada tahap awal, pengguna akan disambut dengan halaman *Sign-In* sebagai pintu masuk untuk mengamankan akses ke sistem monitoring, ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4 Halaman *Sign-In*

Setelah berhasil *sign-in*, pengguna dapat mengakses halaman *dashboard* yang menampilkan data *real-time* dari Firebase *Realtime Database* melalui Firebase SDK, yang ditunjukkan pada Gambar 5(a) sebagai tampilan halaman *dashboard*. Pertukaran data berada pada Realtime Database dengan dua node yakni gerakan untuk menyimpan data *real-time* sensor *Passive Infrared* (PIR) dengan status *true* dan *false*. Selain itu, terdapat node kelembaban untuk menyimpan data *real-time* sensor *soil moisture* yang ditunjukkan pada Gambar 5(b).

Gambar 5 (a) Halaman *Dashboard* (b) Firebase Node

Aplikasi ini dirancang untuk monitoring aktivitas hama tikus di area lahan pertanian padi, sehingga petani dapat mengambil keputusan yang tepat terkait waktu dan dosis penggunaan racun tikus. Selain itu, monitoring kelembaban lahan pertanian dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan air, yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan hasil panen padi.



(a) (b)  
Gambar 6 (a) Halaman Detail Hama (b)  
Halaman Detail Kelembaban

Halaman Detail Hama Tikus menampilkan grafik batang jumlah aktivitas hama tikus harian, bulanan, dan mingguan serta tabel data status deteksi hama. Fitur ini membantu petani mengetahui waktu paling sering terjadi gangguan hama untuk pengambilan keputusan penggunaan racun.

Halaman Detail Kelembaban Lahan menampilkan grafik garis kelembaban lahan pertanian harian, mingguan, dan bulanan serta tabel status kelembaban (kering, lembab, basah). Fitur ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan air demi menjaga kualitas lahan.

## V. PENGUJIAN

Pengujian ini dilakukan menggunakan metode black-box testing, yang memfokuskan pada pengujian fungsi sistem atau perangkat berdasarkan input dan output. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

TABEL 1  
HASIL PENGUJIAN ALAT IOT

Skenario	Prosedur pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Pengujian Sensor Gerak HC-SR501	Gerakkan objek hidup di depan sensor	LED merah menyala jika hama terdeteksi, dan hijau jika tidak ada gerakan	Sesuai
Pengujian Sensor <i>Soil Moisture</i> yl-66	Letakkan sensor pada tanah dengan kelembaban yang berbeda-beda	Membaca nilai kelembaban dalam bentuk persentase	Sesuai
Pengujian Mikrokontroler ESP8266	Kirim data dari sensor ke Firebase menggunakan koneksi WiFi	Data terkirim dan tersimpan di Firebase	Sesuai
Pengujian Aktuator LED	Uji LED dengan status ada dan tidak adanya gerakan dari sensor gerak HC-SR501	LED menampilkan warna sesuai status (merah: ada hama, hijau: tidak ada hama)	Sesuai
Pengujian Buzzer	Kondisikan kelembaban tanah rendah (kering)	Buzzer menyala jika nilai kelembaban tanah rendah	Sesuai
Pengujian Cloud Database (Firebase)	Periksa Firebase setelah data dikirim oleh ESP8266	Data tersimpan dan dapat dilihat secara <i>real-time</i>	Sesuai

TABEL 2  
HASIL PENGUJIAN APLIKASI

Skenario	Prosedur pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Pengujian Registrasi	Memasukkan nama lengkap, <i>username</i> , <i>email</i> , dan <i>password</i> pada form register	Registrasi berhasil, dialihkan ke halaman dashboard	Sesuai
Pengujian Halaman Login	Masukkan <i>username</i> atau <i>email</i> , dan <i>password</i> yang sudah di daftarkan	Login berhasil, dialihkan ke halaman dashboard	Sesuai
Pengujian Login dengan Google	Klik “Masuk dengan Google”, lalu pilih email yang sudah pernah terdaftar	Akun email terverifikasi, dan dialihkan ke dashboard	Sesuai
Pengujian Lupa Kata Sandi	Masukkan email yang tertaut dengan akun	Firebase mengirim link ke email tersebut	Sesuai
Pengujian Halaman Dashboard	Login dan diarahkan ke halaman dashboard	Menampilkan informasi deteksi hama dan grafik kelembaban lahan	Sesuai
Pengujian Halaman Detail Kelembaban	Klik fitur Detail Kelembaban pada navigasi	Menampilkan data kelembaban lahan	Sesuai
Pengujian Halaman Detail Hama	Klik fitur Detail Hama pada navigasi	Menampilkan data riwayat deteksi hama	Sesuai

Skenario	Prosedur pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Pengujian Halaman Profile	Klik fitur Profile pada navigasi	Menampilkan data pengguna (nama lengkap, <i>username</i> , dan <i>email</i> ) yang sedang login	Sesuai
Pengujian Halaman Edit Profile	Ubah data pengguna (nama lengkap, <i>username</i> , <i>email</i> , dan <i>password</i> ), klik simpan	Data pengguna diperbarui	Sesuai
Pengujian Logout	Klik tombol logout dan lakukan konfirmasi logout	Dialihkan ke halaman login dan sesi pengguna berakhir	Sesuai

## VI. KESIMPULAN

Pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *Internet of Things* (IoT) ini berhasil dalam memantau hama tikus dan kelembaban lahan pertanian secara *real-time*. Hasil pengujian sistem ini dapat mendeteksi pergerakan hama tikus dengan menggunakan sensor PIR (HC-SR501), di mana LED akan menyala merah apabila terdeteksi adanya gerakan tikus, dan menyala hijau apabila tidak ada pergerakan. Sistem juga dapat mengukur nilai dan memberikan status kelembaban lahan dengan menggunakan sensor *soil moisture* YL-69. Jika tingkat kelembaban tanah rendah, *buzzer* akan aktif sebagai peringatan bagi petani. Semua data dari sensor dikirimkan melalui modul ESP8266 yang berbasis Arduino ke Firebase secara *real-time*, kemudian ditampilkan melalui aplikasi *mobile*.

Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan alat repeater agar sinyal WiFi dapat menjangkau seluruh area lahan pertanian yang luas. Selain itu, penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif, disertai modul TP4056 dan baterai Li-ion 18650, dapat menjaga sistem tetap berjalan secara mandiri, termasuk pada malam hari.

## REFERENSI

- [1] H. M. Siregar, S. Priyambodo, and D. Hindayana, "Preferensi serangan tikus sawah (*Rattus argentiventer*) terhadap tanaman padi," *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, vol. 13, no. 1, pp. 16–21, 2020.
- [2] R. Jalaludin and D. Laksmiati, "Perancangan Sistem Kendali Irigasi Otomatis dan Pengusir Hama Burung Dengan Menggunakan Sensor PIR," *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 122–134, 2023.
- [3] A. S. Kahar, D. Dasril, and M. Muhallim, "Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Tikus Pada Tanaman Padi Berbasis Arduino," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, 2024.
- [4] R. Rahmadewi, U. Latifa, T. N. Padilah, A. Sutyana, S. Sandi, and F. N. Husna, "Penyuluhan alat pengukur kelembapan tanah untuk peningkatan kualitas padi di desa Waluya kabupaten Karawang," *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, vol. 8, no. 1, pp. 582–589, 2024.
- [5] A. S. Alwi, R. A. Pratama, B. A. Ikawanty, E. S. Budi, and A. D. Risdhayanti, "Implementasi Sistem Pengusir Hama Burung Berbasis Arduino untuk Optimalisasi Pertanian: Kajian Monitoring Kelembapan Tanah dengan Soil Moisture Sensor," *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, vol. 4, no. 1, pp. 29–34, 2023.
- [6] S. D. Purnamasari and F. Panjaitan, "Pengembangan Aplikasi E-Reporting Kerusakan Lampu Jalan Berbasis Mobile," *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, vol. 5, no. 1, pp. 59–69, 2020.
- [7] Y. Widiyanto, Y. H. Pesik, and Y. Hari, "Perancangan dan Pengembangan Aplikasi Mobile Sales Order Berbasis Flutter Pada Perusahaan Dua Jaya," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 5, pp. 10615–10622, 2024.
- [8] J. P. Sembiring *et al.*, "Pelatihan Internet of Things (Iot) Bagi Siswa/Siswi Smkn 1 Sukadana, Lampung Timur," *J. Soc. Sci. Technol. Community Serv*, vol. 3, no. 2, p. 181, 2022.
- [9] A. Zilham and R. Gunawan, "Potensi Iot Dalam Industri 4.0," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, pp. 1932–1940, 2024.
- [10] R. Andrianto and M. H. Munandar, "Aplikasi E-Commerce Penjualan Pakaian Berbasis Android Menggunakan Firebase Realtime Database," *Journal Computer Science and Information Technology (JCoInT)*, vol. 2, no. 2, pp. 20–29, 2021.
- [11] J. Rante, K. Dame, C. Padachan, and A. Apang, "Sistem Monitoring Hidroponik Menggunakan Firebase Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah Realtech*, vol. 20, no. 1, pp. 1–5, 2024.
- [12] A. Fiorenza and H. Tolle, "Pengembangan Aplikasi Mobile sebagai Media Edukasi Kesehatan Gigi menggunakan Teknologi Firebase serta Metode Prototyping (Studi Kasus RSGM Universitas Brawijaya)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 258–266, 2023.
- [13] D. B. H. Haz, J. Saputra, and P. Choirina, "Sistem Pendeteksi Insurjen Pada BOD (Basis Operasi Depan) di Daerah Pos Dengan Menggunakan Sensor Passive Infrared HC-SR501," *Jurnal Elkasista*, vol. 3, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [14] A. Kamolan and L. Sampebatu, "Rancang Bangun Prototipe Pengaman Ruangan dengan Input Kode PIN dan Multi Sensor Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Ampere*, vol. 6, no. 1, pp. 22–31, 2021.
- [15] S. Asy-Syamil, M. Hidayatullah, and T. Andriani, "Pemanfaatan sensor soil moisture yl-69 sebagai pendeteksi kadar air pada tanah berbasis op-amp," *Renewable Energy Technologies Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 7–10, 2023.
- [16] D. D. P. Suparman, N. D. Dharmawati, K. Pinandito, and A. G. Putri, "Rancang Bangun Alat Penyiram Otomatis

Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler pada Tanaman Kopi Design of an Automatic Sprinkler Using a Microcontroller-Based Soil Moisture Sensor in Coffee Plants,” *J. Ilm. Teknol. Pertan. Agrotechno*, vol. 8, no. 1, p. 28, 2023.