

Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Bibit Sawit Berbasis Android

Muhammad Holid Fajar^{1*}, Anita Fira Waluyo²,

^{1,2}Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta

*holidfajar05@gmail.com

Abstrak

Kualitas buah kelapa sawit sangat penting, dan perawatan bibit yang efektif merupakan salah satu teknik untuk menghasilkan bibit kelapa sawit yang berkualitas. Namun, perawatan bibit sering terkendala pada penyiraman, karena pemilik bibit tidak bisa setiap saat bisa mengontrol bibit sawit setiap waktu. Adapun tujuan dari proyek ini, yaitu untuk menciptakan sebuah alat dan aplikasi mobile yang digunakan untuk untuk mengontrol kelembaban tanah dan penyiraman otomatis berbasis android Dalam penelitian ini, pengujian sensor dan wawancara digunakan sebagai metode pengumpulan data. Untuk menentukan kelembaban tanah, sistem ini menggunakan sensor kelembaban tanah. Kemudian mikrokontroler NodeMCU ESP8266 akan memproses data yang diperoleh dari sensor, setelah itu data tersebut akan disimpan secara real time dalam database realtime Firebase. Aplikasi Android yang dibuat dengan bahasa pemrograman Java dapat digunakan untuk monitoring. Sistem ini dapat memudahkan para pemilik bibit sawit dalam mengontrol dan melakukan penyiraman bibit, meskipun sedang berpergian pemilik bibit dapat mengontrol bibit sawit menggunakan aplikasi android, sehingga dengan perawatan bibit yang teratur akan menghasilkan kelapa sawit yang berkualitas.

Kata kunci: Android, Bibit kelapa sawit, Iot, Nodemcu, Sensor

Abstract

The quality of oil palm fruits is very important, and effective seedling care is one of the techniques to produce quality oil palm seedlings. However, seedling care is often constrained by watering, because seedling owners cannot control oil palm seedlings at all times. The purpose of this project is to create a tool and mobile application used to control soil moisture and automatic watering based on android In this study, sensor testing and interviews were used as data collection methods. To determine soil moisture, this system uses a soil moisture sensor. Then the NodeMCU ESP8266 microcontroller will process the data obtained from the sensor, after which the data will be stored in real time in the Firebase realtime database. Android applications made with the Java programming language can be used for monitoring. This system can facilitate the owners of oil palm seedlings in controlling and watering the seedlings, even though they are traveling, the owner of the seedlings can control the oil palm seedlings using the Android application, so that with regular seedling care it will produce quality oil palm.

Keywords: Android, Oil palm seedlings, Iot, Nodemcu, Sensor

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan tumbuhan industri penghasil minyak, minyak kelapa sawit memiliki perananan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dunia. Tanaman perkebunan yang disebut kelapa sawit digunakan untuk memproduksi berbagai macam barang komersial,

seperti makanan, kosmetik, bahan industri berat dan ringan, bahan bakar nabati, dan banyak lagi. [1]. Di Indonesia industri kelapa sawit tersebar luas daerah Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan papua. Sektor kelapa sawit memainkan peran penting dalam pertumbuhan Indonesia karena keberadaannya yang tersebar

luas di hampir seluruh wilayah Indonesia. Teknologi yang mendukung diperlukan untuk mengembangkan sektor kelapa sawit dan membantu para petani kelapa sawit.

Teknologi berkembang dari fungsi-fungsi dasar kehidupan hingga ke tingkat pemenuhan kebutuhan kita sebagai makhluk sosial dan individu. Dimulai dari era teknologi pertanian, teknologi informasi dan komunikasi, dan teknologi industri, kemajuan teknologi terus berkembang secara berkala [2]. Perkembangan teknologi di dasari inovasi dan kreatifitas manusia. Semakin berkembangnya teknologi, memberikan kemudahan bagi manusia dalam melakukan pekerjaan dan aktivitas sehari-hari. Perkembangan teknologi yang semakin pesat harus di manfaatkan dengan baik, salah satunya pada bidang pertanian. Contohnya smart farming (SF), yang merupakan integrasi teknologi informasi dan komunikasi ke dalam mesin, peralatan, dan sensor dalam sistem produksi pertanian, memungkinkan dihasilkannya data dan informasi dalam jumlah besar [3]. Dengan adanya teknologi pendukung di bidang pertanian, petani akan lebih mudah menjual hasil panen dan hasil panen yang dihasilkan pun akan lebih berkualitas. Hal ini harus dimulai dengan pemilihan bibit terbaik, yang diperoleh berdasarkan kriteria yang sudah ada sebelumnya, untuk menghasilkan kelapa sawit berkualitas tinggi [4]. Salah satu elemen penting dalam menumbuhkan kelapa

sawit berkualitas tinggi adalah perawatan bibit. Dalam melakukan perawatan bibit sawit sering kali ditemui permasalahan, terutama permasalahan pada penyiraman bibit. Saat pemilik bibit sawit sedang berpergian, terkadang penyiraman bibit telat di lakukan sehingga mempengaruhi kualitas bibit. Perkembangan teknologi dapat di manfaatkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Untuk mempermudah pemilik bibit sawit dalam melakukan perawatan bibit.

Salah satu cara yang digunakan untuk membantu para petani dengan memanfaatkan teknologi yang ada adalah dengan membangun Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Bibit Sawit. Bahasa komputer Java dan XML digunakan dalam pembangunan sistem ini. Sehingga pemilik bibit sawit dapat memantau bibit kapanpun melalui aplikasi android. Hardware yang di gunakan adalah sensor soil moisture untuk mendeteksi kelembaban tanah dan menggunakan mikrokontroler NodeMCU yang sudah di lengkapi dengan modul ESP8266

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang memiliki bidang dan tema yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan.

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Indra Gunawan, Taufik Akbar dan M.Ghiyandi Ilham

pada tahun 2020, dengan judul Prototipe Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat sebuah alat untuk mengontrol ketinggian air dan nantinya alat tersebut dapat di monitoring menggunakan aplikasi blink [5].

Kedua, penelitian yang dilakukan Indra Gunawan, Hamzah Ahmadi dan Muhammad Ramdhani Said pada tahun 2021, dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT). Penelitian tersebut bertujuan untuk Membuat wadah pakan ternak yang dapat terbuka secara otomatis dan dan lampu untuk untuk menghangatkan hewan ternak yang akan menyala otomatis sesuai suhu sekitar. Alat tersebut dapat di monitoring menggunakan aplikasi blink [6].

Ketiga, penelitian yang dilakukan oleh Noverta Effendi, Witri Ramadhani, Fitri Farida dan Muhammad Dimas pada tahun 2022, dengan Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT. Menggunakan esp8266 dan sensor kelembapan tanah [7].

Keempat, penelitian yang dilakukan oleh Taufik Ismail pada tahun 2020, dengan judul Sistem Monitoring Dan Kontrol Penyiraman Media Tanah Dengan Sensor Soil Moisture Berbasis android.

penelitian tersebut bertujuan untuk membangun sebuah sistem dengan nama OtoSiram berbasis android. Sistem OtoSiram dapat monitoring dan penyiraman otomatis melalui aplikasi mobile, tetapi ada juga mode penyiraman manual di dalamnya. Beberapa device yang digunakan dalam sistem ini diantaranya, NodeMCU ESP8266, Modul Relay 5v, Sensor Soil Moisture, Breadboard, kabel dupont jumper, adapter 5v. [8]. Kelima, penelitian yang dilakukan oleh Nabil Fikri Winaji , Indra Dharma Wijaya dan Elok Nur Hamdana pada tahun 2020, dengan judul Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Controlling Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT (Internet of Things). Penelitian tersebut bertujuan untuk membangun sistem monitoring dan controlling pada kumbung jamur tiram, monitoring dan control manual dapat dilakukan secara realtime melalui website. Sistem tersebut dapat mengirimkan notifikasi pada telegram sesuai dengan kondisi yang terjadi. Sistem tersebut juga menerapkan metode Fuzzy Sugeno untuk mengatur tempratur dan kelembaban [9] Penelitian terdahulu diatas digunakan sebagai refrensi dalam penelitian ini sehingga dapat memperluas fitur dan dapat memperdalam teori.

2.2. Landasan Teori

1. IoT (Internet of Things)

IoT telah dikembangkan selama beberapa dekade. Sebagai contoh, mesin Coke di Carnegie

Melon University pada awal tahun 1980-an adalah alat pertama yang terhubung ke Internet. Tanpa harus mengunjungi mesin tersebut secara fisik, para programmer dapat terhubung ke mesin tersebut melalui Internet, memeriksa kondisinya, dan mengetahui apakah minuman dingin sedang menunggu mereka. Internet of Things, atau IoT, mulai dikenal pada tahun 1999 setelah diperkenalkan dalam sebuah seminar oleh pendiri dan direktur eksekutif Auto-ID Center MIT, Kevin Ashton. [10].

ITU-T Y.2060 mengartikan Internet of Things (IoT) sebagai sebuah penemuan yang dapat memecahkan masalah saat ini dengan menggabungkan teknologi dan efek sosial. [10].

2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak. Kelapa sawit termasuk ke dalam tumbuhan industry. Selain dapat dijadikan sebagai pendapatan yang menjanjikan, buah kelapa sawit juga bermanfaat sebagai bahan dasar industri lainnya, bahkan cangkang dari hasil pengolahannya juga dapat di manfaatkan sebagai pupuk.

Iklm merupakan salah satu faktor penting untuk pertumbuhan kelapa sawit. Kisaran curah hujan yang ideal untuk kelapa sawit adalah antara 2.000 hingga 2.500 mm/tahun, namun kelapa sawit juga bisa tumbuh subur pada kondisi curah hujan antara 1.300 hingga 1.500 mm/tahun, selama curah hujan tersebar secara merata. [11].

3. Sensor Kelembaban Tanah (Soil Moisture)

Sensor Soil Moisture adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembaban tanah di area sekitarnya. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Lebih banyak air di dalam tanah memudahkan konduktivitas listrik (resistansi kecil), tetapi tanah yang kering sangat menghambat konduktivitas listrik (resistansi tinggi). [12]. Kisaran nilai ADC sensor ini adalah 1024 bit, dengan nilai yang berada di antara 0 dan 1023 bit.. Sensor ini juga sudah terdapat modul yang sudah terhubung langsung ke sensor , modul tersebut berguna untuk menghubungkan ke mikrokontroler. Selain itu, Modul ini memiliki potensiometer built-in yang berguna untuk menyesuaikan sensitivitas output digital (DO). di dalam modul tersebut hanya terdapat 4 pin yaitu, AO, GND, DO dan VCC.

Dengan menaruh material di antara plat, besaran muatan kapasitansi akan berubah dan mengubah tegangan. Bahan ini disebut dielektrik, dan banyaknya perubahan kapasitansi untuk material tertentu disebut konstanta dielektrik material. Sensor di tanah basah akan memiliki kapasitansi yang berbeda dengan sensor di tanah kering karena tanah basah dan tanah kering memiliki konstanta dielektrik yang berbeda. [13].

4. Relay

Relai adalah sakelar yang digerakkan secara elektrik yang terdiri dari dua bagian utama: satu set kontak sakelar mekanis dan komponen elektromagnet. Relay menghasilkan listrik bertegangan lebih tinggi dengan menggerakkan kontak sakelar menggunakan prinsip elektromagnetik dan sedikit arus listrik (daya rendah). [14].

5. NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah mikrokontroler yang di dalamnya sudah terdapat modul WIFI ESP8266, sehingga tidak memerlukan perangkat tambahan untuk terhubung ke jaringan WIFI, berbeda dengan arduino yang membutuhkan perangkat tambahan untuk bisa terhubung ke jaringan WIFI. NodeMCU bersifat open source, yang berarti siapa pun dapat mempelajari, memodifikasi, mendistribusikan, membuat dan bahkan menjual perangkat keras berdasarkan desain tersebut. ESP8266 NodeMCU memiliki 17 pin GPIO yang dapat digunakan untuk fungsi yang berbeda-beda seperti I2C, I2S, UART, PWM, IR Remote kontrol, LED dan tombol secara programmatic.

NodeMCU ESP8266 menangani semua aspek pemrosesan data sensor, sejumlah pustaka pendukung diperlukan saat membuat program agar dapat berfungsi dengan baik. [15].

2.3. Tahap Penelitian

Berikut adalah tahapan pelaksanaan penelitian sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada bibit sawit berbasis android:

- Identifikasi Kebutuhan: Tahapan awal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi kebutuhan sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada bibit sawit. Identifikasi kebutuhan meliputi parameter-parameter yang perlu dimonitor, kelembaban, kadar air tanah, dan sebagainya. Selain itu, juga perlu dipertimbangkan jenis sensor dan peralatan yang akan digunakan dalam sistem monitoring dan penyiraman otomatis untuk bibit sawit.
- Perancangan Sistem: tahap selanjutnya adalah merancang sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada bibit sawit. Pada tahap ini, perlu dilakukan perancangan hardware, seperti pemilihan komponen, perancangan rangkaian, dan pemrograman mikrokontroler untuk mengontrol sistem.
- Implementasi Sistem: Setelah perancangan sistem selesai, selanjutnya proses implementasi sistem. Pada perancangan sistem, dilakukan uji coba dan pengujian sistem untuk memastikan kinerja sistem yang baik.
- Pengumpulan Data: Selanjutnya adalah pengumpulan data. Perlu dilakukan

pengambilan data melalui sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada bibit sawit.

- Analisis Data: Setelah data terkumpul, selanjutnya proses analisis data. Data yang telah terkumpul akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan informasi yang bermanfaat. Lalu, data tersebut akan di tampilkan di dalam sebuah aplikasi android yang bernama SmartBibit.
- Evaluasi Hasil: Tahap terakhir adalah evaluasi hasil. Pada tahap ini, hasil penelitian akan dievaluasi untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring dan penyiraman otomatis pada bibit sawit. Evaluasi hasil meliputi analisis kelemahan dan kelebihan sistem yang telah dikembangkan, serta rekomendasi perbaikan yang perlu dilakukan pada sistem.

Untuk memberikan hasil penelitian yang akurat dan bermanfaat, setiap tahap harus diselesaikan secara metodis dan terkoordinasi. Tahapan penelitian dapat dilihat lebih jelasnya pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. Metode Penelitian

Beberapa Metode yang dilakukan untuk memperoleh data pada penelitian ini diantaranya, yaitu:

1. Wawancara

Wawancara adalah komunikasi langsung antara peneliti dan partisipan untuk lebih memahami perspektif, pengalaman, dan pemahaman mereka tentang masalah penelitian [16]. Pada penelitian kali ini wawancara dilakukan kepada petani yang berkecimpung di dunia pembibitan kelapa sawit melalui media chat whatsapp dan Data yang didapatkan dengan menggunakan metode Wawancara dalam penelitian ini adalah data kelembaban ideal untuk bibit sawit. Dari wawancara tersebut didapatkan kelembaban tanah yang ideal adalah rentang 65 % sampai 85 % untuk bibit sawit yang ada pada polybag.

2. Pengujian

Data kelembaban tanah diperoleh dengan cara menguji sensor pada tanah kering dan tanah basah sehingga di ketahui keakuratan pembacaan sensor. Data yang diperoleh melalui sensor kelembaban tanah value range dari 0-1023. Pengujian di lakukan di daerah Sindu Adi, Sleman, Yogyakarta.

4. Hasil dan Pembahasan

Perangkat keras dan perangkat lunak merupakan dua bagian dari sistem penyiraman otomatis bibit kelapa sawit. Hardware berupa sensor

kelembaban tanah, relay 5v, NodeMCU ESP8266 dan pompa mini yang sudah saling terhubung. Alat tersebut digunakan untuk mengambil data kelembaban tanah dan memproses data kelembaban untuk di kirimkan ke Firebase Realtime database. Dan software berupa aplikasi yang dibuat menggunakan Android Studio dengan nama SmartBibit. Di dalam aplikasi tersebut terdapat 4 halaman utama yaitu halaman kelembaban, penyiraman, panduan budidaya dan tentang. Aplikasi tersebut digunakan untuk memonitoring kelembaban tanah dan status penyiraman pompa. Selain itu pemilik juga dapat belajar bagaimana cara budidaya sawit dengan baik. Berikut ini adalah hasil implementasi hardware dan software pada sistem :

1. Rangkaian Alat

Dalam rangkaian alat penyiraman otomatis sensor kelembaban tanah di hubungkan ke ESP8266, sensor tersebut bertugas untuk membaca kelembaban tanah pada bibit sawit, lalu data tersebut di masukan ke dalam ESP8266 untuk di proses untuk menghidupkan pompa melalui relay yang sudah dihubungkan ke ESP8266.



Gambar 2. Rangkaian Alat

2. Halaman splash screen

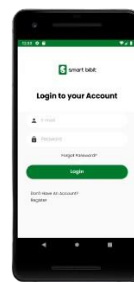
Saat membuka aplikasi halaman ini akan muncul paling awal. Dalam halaman ini terdapat logo.



Gambar 3. Tampilan Splashscreen

3. Halaman Login

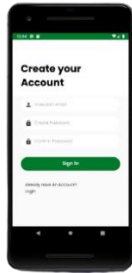
Sebelum pengguna ingin menggunakan aplikasi SmartBibit. pengguna harus masuk menggunakan email mereka. Selain itu, pengguna dapat mendaftar terlebih dahulu di halaman register jika belum memiliki akun.



Gambar 4. Tampilan Login

4. Halaman Register

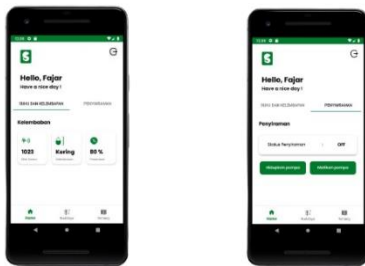
Di halaman ini pengguna dapat membuat akun agar dapat memasuki aplikasi Smart Bibit dengan memasukan email dan membuat password.



Gambar 5. Tampilan Register

5. Halaman Home

Halaman Home pada aplikasi SmartBibit user dapat langsung melihat kelembaban bibit kelapa sawit dan status penyiraman.



Gambar 6. Tampilan Home

6. Halaman Panduan Budidaya

Halaman ini adalah halaman tata cara penanaman dari bibit sawit mulai dari masa pengecambahan, penyemaian sampai pemeliharaan bibit sawit. Sehingga pengguna bisa belajar budidaya sawit dengan baik.



Gambar 7. Tampilan Budidaya

7. Halaman tentang

Pada halaman ini terdapat deskripsi singkat aplikasi SmartBibit dan juga kontak.



Gambar 8. Tampilan Tentang

4.4. Pembahasan dan Pengujian

Pada bagian ini, pengujian dilakukan di tiga lingkungan yang berbeda: basah, lembap, dan kering. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi keakuratan sistem penyiraman otomatis. Hasil pengujian dari sistem penyiraman otomatis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji coba

No	Nilai Sensor	Presentase	Kondisi	Pompa	
				Nyala	Mati
1	475	53%	Kering	✓	
2	302	70%	Cukup		✓
3	341	66%	Cukup		✓
4	444	56%	kering	✓	
5	349	65%	Kering	✓	
6	309	69%	Cukup		✓
7	589	42%	Kering	✓	
8	627	38%	Kering	✓	
9	135	86%	Basah		✓
10	276	73%	Cukup		✓

Pengujian dilakukan secara acak pada beberapa kondisi untuk menghidupkan dan mematikan pompa air. Berdasarkan hasil dari pengujian yang

dilakukan menghasilkan kesimpulan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik. Dari 10 kali pengujian yang dilakukan semuanya berjalan sesuai dengan apa yang di inginkan dengan akurasi 100%. Dalam 5 kondisi kering yang di ujikan pompa dapat menyala secara otomatis. Pada 1 kondisi basah dan 4 kondisi cukup pompa mati secara otomatis.

5. Kesimpulan

Alat penyiraman telah berhasil dibuat untuk menyirami tanaman kelapa sawit secara otomatis menggunakan NodeMCU ESP8266 bersama dengan sensor kelembaban dan relay. Ketika tanah kering, pompa air akan aktif secara otomatis; ketika tanah basah dan lembab, pompa akan mati. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis untuk bibit kelapa sawit ini dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Aplikasi mobile yang dibuat untuk memonitoring kelembaban serta penyiraman dapat bekerja dengan baik. Aplikasi tersebut dapat memonitoring kelembaban tanah pada bibit sawit dan memonitoring pompa secara realtime..

6. Daftar Pustaka

- [1] A. Hakim, "Pengaruh Biaya Produksi Terhadap Pendapatan Petani Mandiri Kelapa Sawit Di Kecamatan Segah," *J. Ekon. STIEP*, vol. 3, no. 2, pp. 31–38, 2018.
- [2] M. Danuri, "Perkembangan dan transformasi teknologi digital," *J. Ilm. Infokam*, vol. 15, no. 2, 2019.
- [3] W. Marthiana and N. Jalinus, "Suatu Kajian Literatur Aplikasi Radio Frequency Identification dalam Bidang Pertanian," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 18, no. 1, pp. 107–116, 2018.
- [4] M. Ikhlas, "Penerapan metode mfep (multifactor evaluation process) dalam pengambilan keputusan pemilihan bibit kelapa sawit terbaik," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 19, no. 1, 2019.
- [5] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, "Prototipe penerapan Internet Of Things (Iot) pada monitoring level air tandon menggunakan nodemcu Esp8266 dan Blynk," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [6] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. R. Said, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT)," *Infotek J. Inform. dan Teknol*, vol. 4, no. 2, pp. 151–162, 2021.
- [7] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022.
- [8] T. Ismail, "Sistem Monitoring dan Kontrol Penyiraman Media Tanam Dengan Sensor Soil Moisture Berbasis Android," *Dr. Diss. Univ. Technol. Yogyakarta*, 2020,
- [9] N. F. Winaji, I. D. Wijaya, and E. N. Hamdana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Controlling pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis IoT (Internet Of Things)," *Semin. Inform. Apl. Polinema*, pp. 20–24, 2020,
- [10] F. Adani and S. Salsabil, "Internet of Things: Sejarah Teknologi Dan Penerapannya," *Isu Teknol. Stt Mandala*, vol. 14, no. 2, pp. 92–99, 2019.
- [11] I. Pradiko *et al.*, "Pengaruh Iklim terhadap Dinamika Kelembaban Tanah di Piringan Pohon Tanaman Kelapa Sawit," *War. PPKS*, vol. 25, no. 1, pp. 39–51, 2020.

- [12] D. Prayama, A. Yolanda, and A. W. Pratama, "Rancang Bangun Alat Pengontrol Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Di Area Pertanian," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 807–812, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i3.621.
- [13] R. Jupita, A. N. Tio, A. Rifaini, and S. Dadi, "Rancang Bangun Penyiraman Tanaman Otomatis menggunakan sensor soil moisture," *J. English Lang. Teach. Learn.*, vol. 2, no. 1, p. page, 2021,
- [14] M. Ishomyl, Waluyo, and L. D. Mustafa, "Implementasi Wireless Sensor Network Pada Simulasi Peringatan Gempa Bumi Menggunakan Sensor SW-420," *J. JARTEL*, vol. 10, no. 1, pp. 38–44, 2020.
- [15] H. P. Ramadhan, C. Kartiko, and A. Prasetiadi, "Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan NodeMCU, Firebase, dan Flutter," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 102–114, 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i1.2365.
- [16] M. S. Jailani, "Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif," *J. IHSAN J. Pendidik. Islam*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2023