

Pengembangan Prototipe Sistem Smart Garden Berbasis Internet of Things dan Android dengan Memanfaatkan Sistem Energi Terbarukan

Djejen Nahrowi^{1*}, Iwa Nugraha Wirawan Noerdin², Aan Nurzеха Sari Putra³

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan,
djejenahrowi@uf.ac.id

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletahan,
iwa.nugraha.wirawan69@gmail.com

³ Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta,
aannurzеха.2021@student.uny.ac.id

* Corresponding Author : djejenahrowi@uf.ac.id

Abstrak

Minat yang rendah di bidang pertanian dari generasi muda menyebabkan minimnya tenaga kerja di bidang agrikultur. Ketidakterpenuhan sumber daya manusia di bidang pertanian dapat menghambat terhadap upaya dalam menciptakan swasembada pangan di Indonesia. Pengembangan produk sistem smart garden berbasis IoT dan android dengan memanfaatkan energy terbarukan berupa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bertujuan untuk mengatasi kekurangan tenaga kerja di bidang pertanian, juga untuk meningkatkan efisiensi biaya operasional dan meningkatkan efektivitas pada proses produksi di bidang agrikultur. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengembangan model sekuensial yang terdiri dari tahap analisis, tahap desain, tahap pengembangan, dan tahap pengujian. Penelitian ini menghasilkan produk berupa prototipe sistem smart garden berbasis IoT dan android dengan memanfaatkan energy terbarukan. Berdasarkan hasil pengujian ahli, produk smart garden ini dinyatakan layak untuk diterapkan di bidang agrikultur dan dapat dinyatakan 100% dapat berfungsi dengan baik.

Kata kunci: *Internet of Things, Smart Garden, Sistem Android, PLTS.*

Development of a Smart Garden System Prototype Based on the Internet of Things and Android by Utilizing Renewable Energy Systems

Abstract

Low interest in agriculture from the younger generation causes a lack of labor in the agricultural sector. The lack of human resources in the agricultural sector can hinder efforts to create food self-sufficiency in Indonesia. The development of smart garden system products based on IoT and Android by utilizing renewable energy in the form of Solar Power Plants (PLTS) aims to overcome the shortage of labor in the agricultural sector, as well as to increase the efficiency of operational costs and increase the effectiveness of the production process in the agricultural sector. The method used in this research is a sequential model development method which consists of the analysis stage, design stage, development stage and testing stage. This research produces a product in the form of a smart garden system

prototype based on IoT and Android using renewable energy. Based on the results of expert testing, this smart garden product is declared suitable for application in the agricultural sector and can be stated to be 100% functioning well.

Key Word: Internet of Things, Smart garden, Android System, PLTS.

PENDAHULUAN

Peningkatan produk hasil pertanian merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mewujudkan swasembada pangan di Indonesia. Akan tetapi pengelolaan produk di bidang pertanian masih mengalami berbagai kendala, diantaranya yaitu minimnya sumber daya petani di kalangan generasi muda, peralatan yang digunakan oleh para petani di Indonesia dinilai masih konvensional, dan pemanfaatan perkembangan teknologi yang belum optimal. Berbagai permasalahan di industri pertanian dan solusinya telah diuraikan oleh (Aji, 2024), yang menyatakan bahwa beberapa permasalahan di dunia pertanian diantaranya adalah jumlah tenaga kerja yang belum memenuhi dengan kebutuhan dunia pertanian, pengelolaan sumber dan distribusi air ke lahan pertanian yang dinilai masih buruk, dan proses pelaksanaan dalam bertani masih bergantung pada kondisi alam atau cuaca. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi berbagai masalah tersebut yaitu dengan mengembangkan teknologi pertanian berbasis *internet of things* (IoT) dan *artificial intelligence* (AI). Sejalan dengan (Cahyatama et al., 2024), yang mengungkapkan bahwa sistem kecerdasan buatan atau AI berupa logika fuzzy yang dikombinasikan dengan IoT dapat meningkatkan efektivitas produksi pertanian, dalam hal sistem penyiraman tanaman otomatis. Permasalahan efektivitas produksi pertanian dapat diwujudkan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi IoT.

Adapun IoT secara definisi telah dijelaskan oleh (Efendi, 2018), bahwa IoT adalah skenario sebuah objek yang mampu mengirimkan data atau informasi melalui jaringan secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia. Sedangkan pengertian secara praktis, IoT menjadi solusi efektif untuk mengurangi beban pekerjaan yang bersifat repetitif. Dengan IoT, manusia tidak lagi perlu melakukan pengaturan mesin secara manual dan berulang kali. Sebagai gantinya, mesin dapat beroperasi secara otomatis dengan

memanfaatkan IP Address, sehingga memungkinkan pengurangan keterlibatan manusia dalam tugas-tugas yang rutin dan berulang (Kurnia et al., 2024). Lebih lanjut (Budiman et al., 2021), menjelaskan bahwa IoT mengintegrasikan perangkat fisik melalui koneksi internet, memungkinkan pertukaran data dan informasi secara real-time. Hal ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan produktivitas di berbagai sektor, termasuk industri, kesehatan, pertanian, serta aktivitas sehari-hari. Sejalan dengan (Soori et al., 2023), bahwa IoT memiliki potensi besar untuk merevolusi pabrik pintar, dengan perangkat berbasis IoT, pabrik dapat mengumpulkan dan menganalisis data secara real-time, mengoptimalkan proses operasional, dan meningkatkan efisiensi. Secara sederhana, IoT dapat dioperasikan untuk mengendalikan berbagai perangkat keras secara real-time dengan memanfaatkan internet guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi di berbagai bidang.

Adapun arsitektur IoT menurut (Vashi et al., 2017), terdiri dari *perception layer*, *network layer*, *middleware layer*, *application layer*, dan *business layer*. Berdasarkan rangkaian dari arsitektur IoT tersebut, maka infrastruktur IoT terdiri dari berbagai perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi satu dengan yang lainnya. Salah satu perangkat keras IoT yang banyak digunakan oleh para praktisi IoT itu adalah mikrokontroler model NodeMCU. Menurut (Tambing, 2024), NodeMCU adalah papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang dilengkapi dengan berbagai komponen yang berfungsi sebagai pengendali mikro dan dapat mendukung akses internet nirkabel. Mikrokontroler NodeMCU tidak dapat beroperasi secara optimal jika tidak didukung dengan perangkat keras lain, baik berupa aktuator maupun sensor. Adapun sistem kerja antara mikrokontroler NodeMCU dan sensor dalam sistem *smart garden* sebagaimana yang dijelaskan oleh (Aji, 2024), bahwa NodeMCU V3 dengan modul Wi-Fi (ESP-12)

digunakan untuk memproses data dari berbagai sensor, kemudian hasilnya dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi (*internet*) agar dapat ditampilkan pada aplikasi Android seperti *Blynk*. Sensor-sensor yang dibutuhkan untuk memantau kondisi lahan tanaman meliputi sensor kelembapan tanah, sensor suhu tanah, dan sensor kelembapan udara. Selain itu, sebuah relay digunakan untuk mengontrol pompa air dalam proses penyiraman. Dalam konteks ini, konsep *smart garden* memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan pertanian di Indonesia. Lebih lanjut (Zulkifli & Wahab, 2023), menjelaskan bahwa Mikrokontroler ESP8266 memungkinkan koneksi internet dan pengendalian jarak jauh melalui ponsel pintar. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara, sementara sensor kelembapan tanah, sensor intensitas cahaya, serta sensor ketinggian air berfungsi mengumpulkan data lingkungan di area kebun. Sensor-sensor tersebut memungkinkan sistem untuk secara kontinu mengumpulkan data dan menyesuaikan penyiraman sesuai kebutuhan tanaman. Mikrokontroler NodeMCU merupakan perangkat elektronik berbasis chip ESP8266 yang berfungsi sebagai sistem pengendali yang mendukung akses internet untuk mengendalikan berbagai perangkat keras secara nirkabel.

Mikrokontroler NodeMCU merupakan salah satu perangkat keras yang banyak digunakan pada produk IoT. Akan tetapi pada proses monitoring suatu data pada sistem IoT, para praktisi biasanya menggunakan perangkat *smartphone* berbasis android. Hal tersebut didukung oleh (Kurniawan, 2020), dalam penelitiannya yang mengungkapkan bahwa banyak vendor yang memproduksi *smartphone* berbasis Android karena sistem operasi Android bersifat *open source*, sehingga dapat digunakan secara bebas oleh siapa saja. Menurut (Sulistiani, 2020), Dengan memanfaatkan perkembangan sistem operasi Android, setiap instansi atau perusahaan seharusnya mampu meningkatkan produktivitas kerja. Sistem operasi android banyak digunakan oleh banyak kalangan, karena sifatnya yang *open-source* dan mudah digunakan untuk berbagai keperluan teknis. Sistem operasi android juga dapat digunakan

untuk memonitoring sebuah data yang telah dibaca oleh sebuah sensor dan juga dapat memberikan sebuah notifikasi terkait dengan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna. Sebagaimana hal tersebut sejalan dengan (Anshori et al., 2025), yang menjelaskan bahwa sistem Android dapat digunakan untuk memonitoring suatu komunikasi data dan memberikan sebuah notifikasi melalui perangkat sistem android jika mengalami kegagalan dalam pembaharuan sebuah data. Kecanggihan sistem operasi android dapat dikembangkan untuk menampilkan data hasil pembacaan dari berbagai sensor dan menampilkan informasi daya yang dihasilkan dari sumber energi terbarukan.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu produk dari energi terbarukan yang sedang dikembangkan di Indonesia. Salah satu alasan PLTS perlu dikembangkan di Indonesia karena negara Indonesia memiliki potensi yang besar dalam memanfaatkan sumber energi matahari. Hal tersebut sejalan dengan (Ipung & Thamrin, 2023), yang mengungkapkan bahwa Energi surya atau matahari merupakan salah satu potensi energi terbesar di Indonesia. Saat ini, banyak orang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi untuk kebutuhan sehari-hari, baik di kota-kota besar, pedesaan, pemukiman, hingga sektor bisnis, industri, dan pabrik. Senada dengan (Ridwan & Tharo, 2024), yang menjelaskan bahwa Energi memegang peran penting dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah energi matahari yang termasuk energi terbarukan dan menjadi alternatif untuk menghasilkan listrik. Energi listrik tersebut dihasilkan dari radiasi matahari melalui konversi menggunakan sel fotovoltaik. Semakin besar radiasi matahari yang diterima oleh sel fotovoltaik, semakin tinggi pula daya listrik yang dapat dihasilkan. Indonesia memiliki potensi besar dalam memanfaatkan energi matahari untuk dikonversi menjadi energi listrik, yang dapat digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai pasokan cadangan dari sumber energi listrik.

Pengembangan energi terbarukan berbasis PLTS di Indonesia dinilai sangat potensial, akan tetapi secara praktik di lapangan masih menemukan berbagai kendala dan faktor

yang menyebabkan inefisiensi pada proses produksi energi listrik. Salah satu temuan yang diungkapkan oleh (Damasari et al., 2024), Faktor-faktor yang memengaruhi potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) antara lain kebersihan modul panel surya, arah dan posisi pemasangan, sudut elevasi modul panel surya, intensitas curah hujan, perubahan musim, serta kerugian daya (*losses*) yang disebabkan oleh efisiensi masing-masing perangkat. Sejalan dengan temuan yang diuraikan oleh (Darmawan & Wibowo, 2024), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki efisiensi tinggi dalam mengonversi energi matahari menjadi listrik. Namun, efisiensi tersebut dapat menurun akibat kerusakan pada modul fotovoltaik (PV) dan inverter, khususnya pada Fase 3. PLTS unggul dalam aspek keberlanjutan lingkungan dan biaya operasional yang rendah, sementara Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menawarkan kapasitas produksi listrik yang lebih stabil.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan produk *smart garden* berbasis IoT dan android yang memanfaatkan sumber energi matahari, meningkatkan efisiensi pada proses pelaksanaan di bidang pertanian, dan memberikan solusi terhadap langkanya sumber daya manusia di bidang pertanian dengan mengembangkan produk teknologi mutakhir sebagai pengganti manusia.

METODE PENELITIAN

Pembahasan utama pada penelitian ini adalah sebuah perancangan dan pengembangan sistem kebun pintar (*smart garden*) berbasis IoT dan android, yang didukung dengan pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai pasokan sumber daya listrik yang digunakan pada produk yang dikembangkan. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah model *sequential* yang dikemukakan oleh (Pressman, 2005), di mana model *sequential* terdiri dari 1) *need analysis*; 2) *system design*; 3) *system development*, dan 4) *system testing*.

Produk yang dikembangkan akan diuji coba oleh para ahli atau praktisi di bidang IoT dan disimulasikan di lapangan untuk diukur unjuk kerja sistem dari produk yang

dikembangkan dengan sistem pengujian fungsional atau *black box testing*. Adapun data penelitian yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

PEMBAHASAN DAN HASIL

Arsitektur IoT banyak dikembangkan untuk membentuk kota cerdas, rumah pintar, dan sistem agrikultur pintar. Focus utama pada penelitian ini adalah menciptakan sistem kendali di bidang agrikultur, yang secara spesifik yaitu mengembangkan produk prototipe sistem otomasi penyiraman tanaman pada sebuah kebun. Adapun proses pengembangan produk prototipe ini menggunakan model pengembangan sekuensial yang terdiri dari tahap 1) analisis, 2) tahap desain, 3) tahap pengembangan, dan 4) tahap pengujian.

1) Tahap Analisis

Pada tahap analisis ini, beberapa hal yang menjadi dasar pada pengembangan produk prototipe *smart garden* ini, yaitu karena jumlah sumber daya manusia di bidang pertanian yang dinilai masih rendah. Oleh karena itu diperlukan sebuah pengembangan inovasi untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja di bidang pertanian yang dinilai masih minim peminat. Selain itu, proses pekerjaan di bidang pertanian perlu dilakukan secara rutin dan konsisten agar memperoleh hasil panen yang baik. Salah satu rutinitas pekerjaan yang biasa dilakukan pada proses pertanian dan dinilai sangat signifikan terhadap hasil pertanian yaitu dengan melakukan penyiraman pada tanaman tepat waktu. Konsistensi pada aspek ketepatan waktu dalam proses penyiraman tanaman ini masih menjadi permasalahan umum yang sering terjadi di bidang pertanian. Oleh karena itu salah satu inovasi yang dikembangkan pada penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan produk prototipe *smart garden* berbasis IoT dan Android, guna mewujudkan efisiensi pada proses penyiraman tanaman secara otomatis dan dapat dipantau secara *real-time* melalui sistem android.

Sistem *smart garden* berbasis IoT ini dapat menjamin tingkat efisiensi dari pekerjaan di bidang pertanian, karena proses penyiraman tanaman dapat dilakukan secara otomatis,

konsisten, dan tanpa intervensi manusia. Ketiga aspek tersebut menjadi indikator terhadap tingkat efisiensi pada pekerjaan di bidang pertanian. Selain itu, dengan pengembangan sistem smart garden berbasis IoT dan android ini juga dapat menjadi solusi pengganti dari minimnya ketersediaan tenaga kerja di bidang pertanian. Sistem operasi android digunakan sebagai media monitoring terhadap parameter suhu dan kelembapan pada tanah. Sistem android dipilih karena tingkat aksesibilitas yang tinggi dan jumlah pengguna pada sistem operasi android dinilai sangat tinggi di Indonesia.

Fungsi dari pengembangan produk teknologi di berbagai bidang kehidupan adalah untuk meningkatkan efektivitas hasil kerja dan efisiensi biaya operasional. Jika produk sistem *smart garden* ini dikembangkan menimbulkan biaya operasional harian yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan jasa manusia, maka produk teknologi tersebut dinilai tidak efisien. Salah satu analisis penulis terkait aspek efisiensi pada produk smart garden ini adalah sebuah prediksi biaya perawatan alat dan penggunaan daya listrik yang menyebabkan biaya operasional harian pada produksi pertanian dapat meningkat, karena smart garden berbasis IoT dan android ini didesain dapat berfungsi secara otomatis dan memerlukan daya listrik untuk mengoperasikan mikrokontroler, perangkat sensor, dan jaringan internet yang cukup besar. Oleh karena itu, guna meminimalisir biaya operasional harian pada produk smart garden berbasis IoT dan android ini tidak melambung, maka daya listrik yang digunakan pada sistem *smart garden* ini dengan memanfaatkan energi terbarukan, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan potensi sumber energi matahari yang dapat dikonversi menjadi energi listrik menggunakan konsep PLTS.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan terkait permasalahan yang terjadi di bidang pertanian dan solusi yang telah dirancang, maka diperlukan beberapa komponen perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengembangkan produk prototipe sistem smart garden berbasis IoT dan android dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan atau PLTS. Berikut hasil analisis komponen yang

diperlukan untuk pengembangan produk *smart garden* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Produk Smart Garden

Nama Komponen	Kuantitas	Kategori
NodeMCU Amica (ESP8266)	1 unit	Hardware
Digital to Analog Modul	1 unit	Hardware
Modul Sensor	4 unit	Hardware
Modul relay 2 Chanel	2 unit	Hardware
Pompa 5V	1 unit	Hardware
Motor Servo	1 unit	Hardware
Project Board	1 unit	Hardware
Panel Surya 50W	1 unit	Hardware
Batray Control Unit	1 unit	Hardware
Accu 12V	1 unit	Hardware
Modul Stepdown Voltage	1 unit	Hardware
Selang Air	Sesuai kebutuhan	Hardware
Arduino IDE	1 set	Software
MIT APP Inventor	1 set	Software
Thingspeak.com	1 set	Software

Pada tabel 1 diatas merupakan komponen yang dibutuhkan untuk mengembangkan produk smart garden berbasis IoT dan android dengan dukungan sumber daya dari sistem energi terbarukan, yaitu PLTS. Dalam penentuan keutuhan komponen dasar pada perangkat PLTS, terlebih dahulu telah dilakukan analisis perhitungan dasar secara matematis terkait daya listrik yang dibutuhkan oleh produk prototipe *smart garden* ini. Berikut uraian dari hasil analisis kebutuhan daya PLTS pada produk prototipe *smart garden*.

Beban pompa air sebesar 5V 220 mA, kemudian diasumsikan pompa air beroperasi selama 2 jam per hari, maka secara perhitungan dapat diketahui sebagai berikut:

berupa PLTS, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan proses pengembangan produk *smart garden* dalam bentuk prototipe.

Adapun hasil dari proses pengembangan produk prototipe *Smart Garden* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Hasil Pengembangan Produk Smart Garden Berbasis IoT

4) Tahap Pengujian

Setelah melalui tahap analisis kebutuhan dan solusi dari permasalahan penelitian, kemudian dilanjutkan dengan tahap desain dan

dikembangkan menjadi produk berupa prototipe pada tahap pengembangan, maka langkah terakhir adalah melakukan pengujian pada produk yang telah berhasil dikembangkan.

Adapun proses pengujian pada produk *smart garden* ini yaitu dengan melakukan uji kelayakan produk yang dinilai oleh ahli di bidang IoT, di mana dalam hal ini telah divalidasi dan dinilai oleh seorang akademisi dari Departemen Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Berdasarkan hasil uji kelayakan oleh expert, telah dinyatakan bahwa produk prototipe *smart garden* dinyatakan layak untuk diterapkan pada sistem pertanian untuk menunjang efisiensi kinerja pada bidang pertanian atau agrikultur di bidang perkebunan. Selain uji kelayakan produk, sistem *smart garden* ini juga telah diuji fungsionalitasnya dengan metode balck box testing. Adapun hasil dari pengujian fungsionalitas pada produk prototipe *smart garden* ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Fugisionalitas Produk Smart Garden

Komponen Yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian
Panel Surya	Panel Surya dapat mengonversi dari sumber energi matahari menjadi energi listrik	Berfungsi Baik
Mikrokontroler NodeMCU	Mikrokontroler NodeMCU dapat mengendalikan seluruh sensor dengan baik dan mampu mengelola komunikasi data antar perangkat pada sistem smart garden	Berfungsi Baik
Sensor DHT11	Sensor DHT11 dapat berfungsi untuk mendeteksi suhu udara dan kelembapan pada tanah, kemudian hasil pembacaan sensor, hasil data pembacaan suhu terkirim ke sistem cloud data pada server thingspeak.	Berfungsi Baik
Thingspeak	Server thingspeak dapat berfungsi dalam menyimpan data dari sensor DHT11 dan Modul Sensor YL-69	Berfungsi Baik
Modul Sensor YL-69	Modeul Sensor YL-69 dapat berfungsi sebagai pendeteksi kelembapan pada kontur tanah yang dijadikan sebagai media pada tanaman	Berfungsi Baik
Pompa Air	Pompa air dapat berfungsi menyiram secara otomatis, ketika sensor suhu dan kelembapan mendeteksi kondisi tanah yang kering	Berfungsi Baik
MIT APP Inventor	Dapat menampilkan data suhu, kelembapan dari sensor, dan informasi daya listrik yang tersimpan pada catu daya PLTS, serta dapat mengendalikan sistem <i>smart garden</i> dengan antarmuka sistem operasi android yang telah dikembangkan.	Berfungsi Baik

Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas produk system smart garden pada Tabel 2, maka dapat disimpulkan bahwa produk prototipe smart garden berbasis IoT dan android dengan memanfaatkan sistem energi terbarukan dinyatakan 100% berfungsi dengan baik.

SIMPULAN

Produk Prototipe sistem smart garden berbasis IoT dan android dengan memanfaatkan energi terbarukan dinilai efisien dalam menanggulangi kekurangan sumber daya tenaga kerja pada proses di bidang pertanian dan meningkatkan efektivitas produksi pertanian secara signifikan. Berdasarkan pengujian kelayakan dan fungsionalitas produk, maka produk prototipe smart garden ini dinyatakan 100% berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan untuk mengatasi minimnya tenaga kerja di bidang pertanian dan meningkatkan efisiensi proses produksi pertanian.

ACKNOWLEDGMENT

Puji syukur kepada Allah yang Maha Esa atas selesainya penulisan artikel ini. Begitu juga rasa terima kasih yang tiada tara kepada rekan-rekan Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Faletahan, atas kolaborasi tim dan kontribusinya terhadap naskah artikel ini, sehingga artikel ilmiah ini diselesaikan dengan tepat waktu. Begitu juga penulis ucapkan kepada terima kasih kepada Bapak Rustam Asnawi, M.T, Ph.D, yang telah memberikan penilaian pada kelayakan produk *smart garden* berbasis IoT.

REFERENSI

- Aji, F. P. (2024). Perancangan Smart Garden Dengan Teknologi AI Dan IOT Pada Aplikasi Mobile Untuk Mendukung Produktivitas Umkm Pertanian. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 11600–11610.
- Anshori, M. A., Wirayoga, S., & Dali, S. W. (2025). Implementation and analysis of hybrid communication for monitoring and

control for android-based smart farming. *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 12(1), 145–154.

- Budiman, D. F., Rahman, A. S., Iqbal, M. S., Misbahuddin, M., & Wiriasto, G. W. (2021). Pengenalan dan Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (IoT) Menggunakan Modul Peraga bagi Siswa dan Guru SMK. *Prosiding PEPADU*, 3, 61–65.
- Cahyatama, F. R., Sulistio, E., & Al Azhar, G. (2024). SISTEM KENDALI DAN MONITORING GARDEN PADA BUDIDAYA TANAMAN MAWAR BERBASIS IOT. *Kohesi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(3), 36–46.
- Damasari, A., Afifah, F. N., & Nugroho, A. P. (2024). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Gedung Kantor Bupati Kabupaten Temanggung. *Jurnal Teknik Industri Manajemen Dan Manufaktur*, 1(1), 16–24.
- Darmawan, S., & Wibowo, P. (2024). Analisis Perbandingan Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap pada Lingkungan PT. RAPP. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 8(2), 161–174.
- Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(2), 21–27.
- Ipung, M. S. A., & Thamrin, S. (2023). Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya sebagai alternatif energi masa depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(3), 2427–2435.
- Kurnia, E., Pandia, M., Sembiring, B. S. B., & Margareta, D. (2024). IOT PEMANFAATAN INTERNET OF THINGS PADA SMARTHOME DENGAN MODEL SIMULASI PROTOTYPE: IOT. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 7(1), 112–115.
- Kurniawan, I. (2020). Setiawansyah And Nuralia (2020) 'Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Pahlawan Indonesia Dengan Marker.' *Jurnal Informatika Dan Rekayasa*

- Perangkat Lunak*, 1(1), 9–16.
- Pressman, R. S. (2005). Software Engineering: a practitioner's approach. *Pressman and Associates*.
- Ridwan, W., & Tharo, Z. (2024). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Pada Gedung Serbaguna Pondok Pesantren Sejahtera. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 8(1), 173–180.
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 192–204.
- Sulistiani, H. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Presensi Sms Gateway Berbasis Web Dengan Framework Codeigniter Pada Smkn 1 Trimurjo. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 1(1), 43–50.
- Tambing, Y. (2024). PROTOTYPE SISTEM KONTROL LAMPU BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN NODEMCU. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1).
- Vashi, S., Ram, J., Modi, J., Verma, S., & Prakash, C. (2017). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and security issues. *2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC)*, 492–496.
- Zulkifli, M., & Wahab, Z. A. B. D. (2023). Solar IoT Smart Garden. *Progress in Engineering Application and Technology*, 4(2), 121–132.