

(Artikel Penelitian/Ulasan)

Rancang Bangun Pagar Otomatis Berbasis Iot dengan Kendali Web dan Remote Inframerah Menggunakan Esp8266

Sujono ¹, Muchammad Iqbal Aprilianto ^{2*}

¹² Universitas KH. A. Wahab Hasbullah;

KH. Ahmad Wahab No.01, Jombatan, Jombang, Jombang Regency, East Java 61419

Email : sujono@unwaha.ac.id¹, muchammadiqbalaprilianto01@gmail.com²

* **Penulis:** Muchammad Iqbal Aprilianto

Abstract: The advancement of Internet of Things (IoT) technology has driven automation in various aspects of life, including home security systems. In this final project, an IoT-based automatic gate control system was designed and developed, which can be controlled via a website and an infrared remote. The system uses an ESP8266 microcontroller connected to the internet to send and receive data to and from a database. When the Wemos is connected online, users can control the gate in real-time through a web interface that displays the current gate status and device connectivity. If the Wemos is offline, the system can still be operated using the infrared remote, and the last command will be synchronized back to the database once the connection is restored. Additionally, the system is powered by a 12V battery that can be recharged using a solar panel, making it energy-efficient and capable of operating independently. Testing was carried out using the black box method, covering website functionality, remote control, infrared signal range, and power efficiency of the battery and solar panel. The test results show that the system performs well both online and offline, providing an efficient, safe, and eco-friendly automation solution for gates.

Keywords: Automatic Gate;IoT; ESP8266; Website; Infrared Remote; Solar Panel; Battery.

Abstrak: Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong otomasi dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk sistem keamanan rumah. Pada tugas akhir ini dirancang dan dibangun sebuah sistem kontrol pagar otomatis berbasis IoT yang dapat dikendalikan melalui website dan remote inframerah. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terhubung ke jaringan internet untuk menerima dan mengirim data ke database. Saat Wemos terhubung ke internet, pengguna dapat mengendalikan pagar secara real-time melalui antarmuka website yang menampilkan status pagar dan koneksi perangkat, sementara saat tidak terhubung, sistem tetap dapat dikendalikan secara offline melalui remote inframerah dan status terakhir akan disinkronkan kembali setelah koneksi pulih. Sistem ini juga dilengkapi dengan sumber daya dari aki 12V yang dapat diisi ulang menggunakan panel surya, sehingga hemat energi dan dapat beroperasi secara mandiri. Pengujian menggunakan metode black box mencakup fungsi website, kontrol via remote, jangkauan IR, serta efisiensi daya aki dan panel surya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai kebutuhan baik secara online maupun offline, dan dapat menjadi solusi otomasi gerbang yang efisien, aman, dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Pagar Otomatis; IoT; ESP8266; Website; Remote Inframerah; Panel Surya; Aki.

Diterima: 09 Agustus 2025

Direvisi: 28 Agustus 2025

Diterima: 31 Agustus 2025

Diterbitkan: 04 September 2025

Ver.sekarang: 30 September 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.

Diserahkan untuk kemungkinan

publikasi akses terbuka

berdasarkan syarat dan ketentuan

lisensi Creative Commons

Attribution (CC BY SA) (

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam sistem keamanan dan pengelolaan akses fisik seperti pagar rumah. Penerapan IoT memungkinkan perangkat-perangkat fisik saling terhubung dan dikendalikan melalui jaringan internet tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Hal ini menjadikan otomatisasi sistem lebih fleksibel, efisien, dan praktis (Ayu Wahyudi et al., 2021). Dalam konteks rumah tangga atau lingkungan kecil lainnya, sistem pagar otomatis menjadi salah satu solusi yang menjanjikan karena memberikan kemudahan saat pengguna ingin membuka atau menutup pagar tanpa harus keluar dari kendaraan atau rumah, terlebih saat kondisi tidak memungkinkan seperti hujan atau membawa banyak barang.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengusulkan metode yang beragam dalam mengembangkan sistem pagar otomatis berbasis IoT. Penelitian oleh Agus Prihanto dan Aditya Prapanca (2022) menggunakan pendekatan Smart Switch WiFi 2CH yang terintegrasi dengan aplikasi Ewelink, memungkinkan kontrol pagar secara daring melalui smartphone. Namun, sistem ini sepenuhnya bergantung pada koneksi internet dan tidak menyediakan pengendalian alternatif saat koneksi terganggu. Penelitian lain oleh Cyntia Widiyari, Putra Abram Sianipar, dan Muhammad Diono (2022) mengembangkan sistem berbasis NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Blynk, dilengkapi motor servo sebagai sistem pengunci otomatis. Fokus penelitian mereka adalah efektivitas dan kestabilan pengendalian via internet, meskipun tetap memerlukan aplikasi pihak ketiga. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Anjayani Syaputra et al. (2024) menggabungkan perintah suara melalui Google Assistant dengan NodeMCU dan Arduino Uno untuk mengontrol gerbang secara nirkabel. Sistem ini juga dilengkapi input tambahan berupa keypad. Meskipun kaya fitur, pendekatan ini cukup kompleks dan membutuhkan koneksi cloud yang stabil.

Dari kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun berbagai metode telah dikembangkan dan terbukti mampu mengotomatisasi sistem pagar, sebagian besar sistem masih memiliki kelemahan penting, yaitu tingginya ketergantungan pada koneksi internet dan minimnya kontrol cadangan saat koneksi tidak tersedia. Selain itu, penggunaan aplikasi pihak ketiga dalam beberapa sistem menghadirkan ketergantungan tambahan dan potensi masalah keamanan data.

Menanggapi hal tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pagar otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266 yang dapat dikendalikan secara fleksibel baik melalui antarmuka web berbasis internet maupun melalui remote inframerah sebagai solusi pengendalian lokal ketika tidak terhubung ke jaringan. Untuk mendukung efisiensi energi dan kemandirian operasional, sistem ini juga dirancang menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama yang terhubung ke aki 12V melalui solar charge controller, menjadikannya tetap berfungsi meski tanpa pasokan listrik dari PLN.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk sistem kontrol pagar otomatis dual-mode yang adaptif terhadap kondisi jaringan, ramah pengguna karena tidak memerlukan aplikasi tambahan, serta hemat energi berkat pemanfaatan energi terbarukan. Sistem ini dikembangkan dengan pendekatan metode *prototyping* yang memungkinkan pengujian dan penyempurnaan bertahap selama proses pengembangan berlangsung. Makalah ini disusun ke dalam lima bagian utama: pendahuluan yang menguraikan latar belakang dan masalah, tinjauan literatur, metodologi pengembangan sistem, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran pengembangan lebih lanjut.

2. Tinjauan Literatur

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet tanpa interaksi langsung antara manusia dengan manusia atau manusia dengan komputer. Menurut McKinsey Global Institute, IoT mengintegrasikan mesin, peralatan, dan objek fisik dengan sensor serta aktuator yang terhubung ke jaringan, sehingga dapat mengumpulkan, mengelola data secara otomatis, meningkatkan kinerja operasional, serta membuat keputusan mandiri berdasarkan informasi baru. IoT juga digambarkan sebagai interkoneksi perangkat komputasi tertanam yang teridentifikasi secara unik dalam infrastruktur internet, di mana setiap objek fisik dapat terhubung, saling mengenali, dan berinteraksi dengan perangkat lain (Hermawan et al., 2022).

Koneksi IoT biasanya memanfaatkan jaringan nirkabel seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau teknologi seluler (3G, 4G, 5G) untuk memungkinkan komunikasi antara objek dan server, platform, atau perangkat lain. Platform IoT menyediakan solusi perangkat lunak yang memfasilitasi pengelolaan, pengolahan, dan analisis data dari objek-objek terhubung, dengan antarmuka yang memudahkan pengendalian, pemantauan, integrasi data, dan penerapan logika bisnis. Aplikasi IoT sangat beragam, mencakup rumah pintar, kota pintar, transportasi pintar, pertanian pintar, hingga layanan kesehatan pintar, yang semuanya memanfaatkan data dari objek yang saling terkoneksi untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas hidup.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa Internet of Things dapat menjalin koneksi antar mesin, sehingga mesin tersebut dapat berinteraksi dan bekerja secara mandiri berdasarkan data yang diperoleh dan diolah secara mandiri (Ayu Wahyudi et al., 2021).

2.2. Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini adalah modul mikrokontroler berbasis chip ESP8266 yang populer untuk pengembangan proyek Internet of Things (IoT). Modul ini memiliki kemampuan terhubung ke jaringan Wi-Fi dan dapat diprogram menggunakan Arduino IDE, sehingga memudahkan pengguna untuk mengontrol perangkat sesuai perintah dari server (Ruslianto, 2022). Dilengkapi dengan pin GPIO (General Purpose Input/Output), Wemos D1 Mini memungkinkan koneksi ke berbagai sensor dan perangkat eksternal, serta mendukung protokol komunikasi seperti I2C, SPI, dan UART untuk integrasi dengan perangkat lain.

Pemrograman Wemos ESP8266 menggunakan bahasa Arduino yang mudah dipahami, dengan dukungan banyak library dan contoh kode yang tersedia secara online. Modul ini memungkinkan pengendalian perangkat elektronik seperti lampu, pengaturan suhu, atau sistem keamanan melalui jaringan Wi-Fi dan aplikasi smartphone. Selain itu, data sensor dapat dikirimkan ke platform cloud atau server untuk analisis lebih lanjut. Dengan ukuran kecil, konsumsi daya rendah, dan kemudahan implementasi, Wemos ESP8266 menjadi pilihan efektif untuk pengembangan proyek IoT sederhana namun fungsional.

2.3 Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan modul driver motor DC yang paling banyak digunakan dalam dunia elektronika yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe *H-bridge* yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC, dan motor stepper. Modul driver motor L298N memiliki kelebihan dalam hal kepresisian yaitu saat mengontrol motor menyebabkan motor lebih mudah untuk dikontrol (Muttaqin & Santoso, 2021).

2.4 Motor DC

Motor DC bekerja berdasarkan pada prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya.

Motor DC memiliki dua buah kabel, satu kabel dihubungkan ke tegangan positif, sedangkan kabel lainnya dihubungkan ke ground. Arah putaran rotor ditentukan oleh kabel yang terhubung ke tegangan positif sehingga pengguna motor DC bebas menentukan kabel mana yang akan disambungkan ke tegangan positif (Amin, 2019).

2.5 Receiver IR HX1838

Receiver HX1838 adalah modul penerima sinyal inframerah (IR) yang banyak digunakan dalam proyek berbasis mikrokontroler untuk sistem kendali jarak jauh.

Modul ini terdiri dari sensor IR, preamplifier, filter pita, dan demodulator yang berfungsi mendeteksi serta mengubah sinyal IR menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh perangkat elektronik atau mikrokontroler (Prayogi & Sugiono, 2023).

Dengan kemampuannya tersebut, HX1838 sering dimanfaatkan dalam sistem otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT), seperti pengendalian AC, televisi, atau sistem pemantauan suhu dan kelembapan. Integrasi dengan mikrokontroler seperti ESP8266 memungkinkan modul ini bekerja secara real-time untuk menerima perintah dan menjalankan aksi sesuai sinyal yang diterima.

2.6 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak penting untuk pengembangan dan pemrograman papan Arduino, menawarkan lingkungan yang mudah digunakan untuk membuat program dan mengendalikan perangkat elektronik. Menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana, Arduino IDE kompatibel dengan berbagai sistem operasi seperti Windows (installer/non-installer), Mac OS, Linux 32-bit/64-bit, dan ARM Linux (Iqbal & Rahayu, 2022). Fitur utamanya meliputi editor kode dengan penyorotan sintaksis, pengunggahan program cepat melalui USB, pustaka dan contoh kode siap pakai, serta Serial Monitor untuk komunikasi dan pemantauan output.

Arduino IDE juga dilengkapi debugger sederhana dan mendapat dukungan komunitas luas dengan tutorial, forum, dan dokumentasi resmi yang membantu proses belajar. Dengan kemampuannya, Arduino IDE menjadi alat yang efektif dan fleksibel untuk mengembangkan berbagai proyek, mulai dari yang sederhana hingga kompleks seperti robotika, kendali otomatis, dan Internet of Things (IoT).

2.7 Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang mengubah tenaga matahari menjadi energi listrik menggunakan sel photovoltaic, yang menghasilkan listrik arus searah (DC) untuk mengisi baterai atau accu (Hadi, 2017). Sinar matahari yang masuk ke sel surya dikonversi menjadi listrik DC, lalu diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter agar dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Jika energi yang dihasilkan melebihi kebutuhan, kelebihannya dapat disalurkan ke jaringan listrik umum, yang berpotensi memberikan penghematan biaya listrik.

Penggunaan panel surya memiliki banyak keuntungan, seperti ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, biaya operasional rendah, masa pakai panjang hingga lebih dari 25 tahun, dan dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik publik. Hal ini membantu mengurangi risiko pemadaman listrik dan dapat menghemat biaya listrik dengan menggantikan sebagian besar energi dari jaringan listrik umum, sehingga menguntungkan baik secara lingkungan maupun finansial.

2.8 Solar Charger Controller (SCC LITIUM)

Solar charger controller atau solar regulator adalah perangkat yang mengatur dan mengelola aliran daya dari panel surya ke baterai, dengan fungsi utama melindungi baterai dari overcharge atau pengosongan berlebihan serta mengoptimalkan pengisian menggunakan energi surya. Alat ini bermanfaat dalam penelitian karena mampu mengubah panas matahari menjadi energi listrik, sehingga tidak memerlukan listrik langsung dari PLN (Muddin et al., 2023).

Perangkat ini memantau tegangan dan arus dari panel surya ke baterai, memastikan proses pengisian tetap aman. Terdapat dua jenis umum, yaitu PWM (Pulse Width Modulation) yang mengubah tegangan menjadi sinyal berpulsa, dan MPPT (Maximum Power Point Tracking) yang menggunakan algoritma untuk menemukan titik daya maksimum guna meningkatkan efisiensi pengisian. Beberapa model juga dilengkapi fitur tambahan seperti informasi tegangan dan port USB untuk mengisi daya perangkat elektronik.

2.9 Akumulator/Aki

Akumulator/aki merupakan alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) yang bekerja dengan cara mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki biasa digunakan sebagai sumber daya cadangan untuk menyalakan perangkat elektronik.

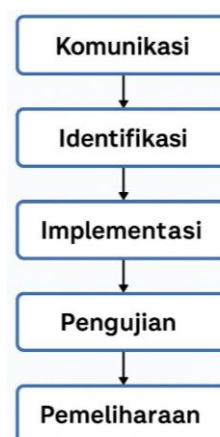
Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (saki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di Bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll. Di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell (Rochman, 2014).

2.10 Internet

Internet adalah istilah singkatan dari interconnected networking yang mengacu pada jaringan komputer beragam jenis yang membentuk sebuah sistem global yang mencakup seluruh dunia. Jaringan ini menggunakan berbagai jalur telekomunikasi, seperti telepon, radio link, satelit, dan sejenisnya. Asal-usul kata "INTERNET" berasal dari bahasa Latin "inter," yang berarti "antara." Ini adalah suatu dunia maya yang terdiri dari jaringan komputer yang terhubung satu sama lain, dengan miliaran komputer yang tersebar di seluruh dunia. Internet ini adalah sebuah hubungan yang menghubungkan komputer dan jaringan berbagai jenis, yang beroperasi dengan sistem operasi dan aplikasi yang berbeda, serta menggunakan kemajuan dalam media komunikasi seperti telepon dan satelit, dengan menggunakan protokol standar untuk berkomunikasi (Gani, 2018).

3. Metode

Pada penelitian ini, metode pengembangan sistem yang dipakai adalah metode prototyping. Prototyping merupakan satu metode dalam pengembangan perangkat lunak, metode ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembuatan atau pengembangan perangkat lunak. Dengan prototipe, pengembang dan pemangku kepentingan dapat memberikan umpan balik dan melakukan penyesuaian sebelum produk akhir dikembangkan sepenuhnya. Pendekatan ini mempercepat pengembangan, mengurangi kesalahan, dan memastikan produk akhir sesuai dengan kebutuhan pengguna. Prototyping meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses pengembangan (Roihan et al., 2019).



Gambar 3.1 Tahap Metode Penelitian Prototype

Metode prototyping pada penelitian ini terdiri dari enam tahap. **Tahap komunikasi** dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari referensi, berdiskusi dengan ahli, dan menentukan kebutuhan serta lokasi sistem. **Tahap identifikasi** menetapkan penggunaan mikrokontroler ESP8266 dengan dua metode kendali, yaitu website dan remote inframerah, serta komponen pendukung seperti motor DC, driver motor, dan platform web. **Tahap perancangan** mencakup pembuatan desain awal, diagram alur, diagram blok hubungan komponen, rangkaian ESP8266 dan driver motor, serta desain antarmuka web untuk kontrol pagar.

Tahap implementasi melibatkan penulisan kode pada Arduino IDE dan Visual Studio Code untuk menghubungkan ESP8266 dengan kendali jarak jauh berbasis web dan kendali lokal melalui remote IR, yang menggerakkan motor DC via driver motor. **Tahap pengujian** menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai kebutuhan, mencakup uji perintah dari website dan remote IR. Terakhir, **tahap pemeliharaan** difokuskan pada pemantauan kinerja sistem, perbaikan jika terjadi gangguan, serta penyesuaian perangkat keras atau perangkat lunak berdasarkan umpan balik pengguna, agar sistem tetap optimal dan relevan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perangkat Yang Digunakan

4.1.1 Perangkat Keras

Sistem buka-tutup pagar otomatis berbasis IoT ini memanfaatkan beberapa komponen utama agar dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Wemos D1 Mini (ESP8266) menjadi pusat kendali yang mengolah data, menerima perintah dari internet atau remote inframerah, dan mengatur pergerakan pagar. Driver Motor L298N digunakan untuk mengatur arah serta kecepatan motor DC 12V yang berfungsi sebagai penggerak mekanis pagar. Sumber daya sistem berasal dari aki 12V yang diisi oleh panel surya melalui solar charge controller untuk mencegah overcharge atau overdischarge. Untuk pengendalian lokal, sistem dilengkapi receiver IR HX1838 dan remote inframerah. Bagian mekanis terdiri dari gear rack dan pinion gear yang meneruskan putaran motor menjadi gerakan linear pada pagar. Sambungan antar komponen dilakukan menggunakan kabel jumper dan USB konektor.

4.1.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan mencakup Arduino IDE untuk menulis dan mengunggah program ke Wemos D1 Mini, serta Visual Studio Code untuk membangun website kontrol berbasis HTML, CSS, dan PHP. Website diunggah pada hosting sehingga bisa diakses secara online melalui browser. Antarmuka website ini berfungsi sebagai media interaksi pengguna untuk mengirim perintah buka/tutup pagar serta memantau status sistem.

4.2. Implementasi

4.2.1 Implementasi Basis Data

Implementasi basis data didasarkan pada perancangan basis data yang telah dibuat sebelumnya. Secara fisik, implementasi basis data dilakukan dengan menggunakan MySQL. Struktur tabel yang diimplementasikan adalah sebagai berikut :

1. Tabel Kontrol Pagar

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
☐	1 id	int(11)			No	None			Change Drop More
☐	2 perintah	varchar(10)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL			Change Drop More
☐	3 last_seen	datetime			Yes	NULL			Change Drop More

Gambar 4.1 Implementasi Basis Data (kontrol_pagar)

2. Tabel Riwayat

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
☐	1 id	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
☐	2 status	varchar(10)	utf8mb4_0900_ai_ci		Yes	NULL			Change Drop More
☐	3 waktu	timestamp			Yes	current_timestamp()			Change Drop More

Gambar 4.2 Implementasi Basis Data (riwayat)

4.2.2 Implementasi Tampilan Website

1. Halaman Utama Website

- a. Tampilan Pada Halaman Utama Jika Wemos Mati Atau Tidak Tersambung Ke Internet



Gambar 4.1 Implementasi Tampilan Pada Halaman Utama Jika Wemos Mati Atau Tidak Tersambung Ke Internet

- b. Tampilan Pada Halaman Utama Saat Gerbang Tertutup



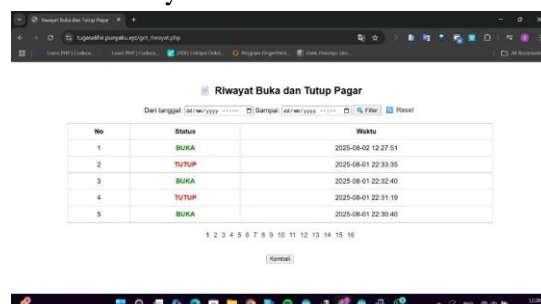
Gambar 4.2 Implementasi Tampilan Pada Halaman Utama Saat Gerbang Tertutup

- c. Tampilan Pada Halaman Utama Saat Gerbang Terbuka



Gambar 4.3 Implementasi Tampilan Pada Halaman Utama Saat Gerbang Terbuka

2. Tampilan Halaman Riwayat



Gambar 4.4 Implementasi Tampilan Pada Halaman Riwayat

4.2.3 Implementasi Alat

1. Bagian Dalam Box Project



Gambar 4.3 Bagian Dalam Box Project

2. Alat Saat Dipasang di Pagar



Gambar 4.4 Alat Saat Dipasang di Pagar

3. Bagian Atas Alat dan Panel Surya



Gambar 4.5 Bagian Atas Alat dan Panel Surya

4. Bagian Depan Alat



Gambar 4.6 Bagian Depan Alat

5. Bagian Belakang Alat



Gambar 4.7 Bagian Belakang Alat

6. Bagian Samping Kanan dan Kiri Alat



Gambar 4.8 Bagian Samping Kanan Alat



Gambar 4.9 Bagian Samping Kiri Alat

4.3. Pengujian dan Evaluasi

a) Pengujian Fungsional (Blackbox Testing Website)

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fitur website berfungsi sesuai kebutuhan menggunakan metode black box testing. Fitur yang diuji meliputi tombol kontrol, tampilan status, dan riwayat aktivitas pagar. Hasilnya menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai logika, tombol aktif/nonaktif sesuai kondisi, status koneksi dan pagar akurat, serta navigasi riwayat berfungsi baik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Website

Fitur yang Diuji	Deskripsi Uji	Hasil
Tombol BUKA aktif	Pagar tertutup, klik BUKA status diubah di database	Berfungsi dengan baik
Tombol TUTUP aktif	Pagar terbuka, klik TUTUP status diubah di database	Berfungsi dengan baik
Tombol nonaktif	Kondisi tombol sesuai status pagar/Wemos offline	Berfungsi dengan baik
Tampilan status pagar	Menampilkan kondisi sesuai database	Berfungsi dengan baik
Status koneksi	Menampilkan status online/offline Wemos	Berfungsi dengan baik
Riwayat pagar	Menampilkan data dengan pagination	Berfungsi dengan baik

b) Pengujian Alat

Pengujian dilakukan pada dua mode kontrol, yaitu melalui website (online) dan remote inframerah (offline). Hasil menunjukkan integrasi website dan perangkat IoT stabil saat terkoneksi internet, sedangkan remote inframerah bekerja optimal sebagai kontrol cadangan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Perangkat

Mode	Deskripsi Uji	Hasil
Website – BUKA/TUTUP	Perintah dari website menggerakkan dinamo	Berfungsi dengan baik

Website – Kondisi sama	Tidak ada aksi, tampil peringatan	Berfungsi dengan baik
Website – Wemos offline	Tombol tidak bisa ditekan	Berfungsi dengan baik
Remote IR – BUKA/TUTUP	Perintah remote sesuai kondisi pagar	Berfungsi dengan baik
Remote IR – Kondisi sama	Tidak ada aksi pada dinamo	Berfungsi dengan baik

c) Pengujian Jarak Remote Inframerah

Uji dilakukan tanpa penghalang dan dalam garis lurus. Hasil menunjukkan jarak efektif kontrol adalah **1–2,5 meter**.

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak

Mode	Deskripsi Uji
Website – BUKA/TUTUP	Perintah dari website menggerakkan dinamo
Website – Kondisi sama	Tidak ada aksi, tampil peringatan

d) Pengujian Daya Aki

Aki 12V 7.8Ah diuji dalam kondisi **standby** dan **aktif**.

- Standby 12 jam konsumsi 26,67% daya (tahan ± 45 jam)
- Aktif 10 kali buka-tutup konsumsi 3,3% daya (± 300 siklus)

e) Pengujian Panel Surya

Panel surya 60 Wp diuji pada kondisi intensitas cahaya berbeda.

- Cerah (20.645 lux) dalam waktu 30 menit isi daya 16,67% ($100\% \approx 3$ jam)
- Panas terik (96.197 lux) dalam waktu 30 menit isi daya 30% ($100\% \approx 1,5$ jam)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol pagar otomatis berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP8266 yang dikembangkan mampu dioperasikan melalui dua mode kendali, yaitu website berbasis internet dan remote inframerah secara offline. Kedua mode ini berjalan stabil, responsif, dan saling melengkapi sehingga kontrol tetap tersedia meskipun koneksi internet terputus. Pengujian fungsional menggunakan metode black box menunjukkan bahwa seluruh fitur pada website, seperti tombol buka/tutup, tampilan status pagar, status koneksi perangkat, dan halaman riwayat, berfungsi sesuai kebutuhan. Pengujian perangkat membuktikan bahwa perintah dari website dapat menggerakkan motor secara real-time saat Wemos online, sementara remote inframerah dapat digunakan secara optimal saat offline dengan jarak efektif 1–2,5 meter. Sistem catu daya menggunakan aki 12V 7.8Ah mampu bertahan sekitar 45 jam dalam kondisi standby dan hingga 300 siklus buka-tutup pagar dalam kondisi aktif. Pengujian panel surya 60 Wp menunjukkan kemampuan pengisian aki yang efisien, dengan waktu pengisian penuh sekitar tiga jam pada intensitas cahaya sedang (20.000–25.000 lux) dan sekitar 1,5 jam pada intensitas cahaya tinggi (96.000–100.000 lux). Secara keseluruhan, sistem ini efisien, aman, ramah lingkungan, serta adaptif terhadap kondisi jaringan, sehingga layak digunakan sebagai solusi otomasi pagar di lingkungan rumah tangga atau skala kecil.

Referensi

- Amin, M., Ananda, R., & Eska, J. (2019). ANALISIS PENGGUNAAN DRIVER MINI VICTOR L298N TERHADAP MOBIL ROBOT DENGAN DUA PERINTAH ANDROID DAN ARDUINO NANO. JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi), 6(1), 51–58. <https://doi.org/10.33330/jurteksi.v6i1.396>
- Ayu Wahyudi, D., Adi Wibowo, S., & Primaswara, R. P. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM PADI AQUAPONIC BERBASIS IoT(Internet of Things). In Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (Vol. 5, Issue 1).
- Fauzaandy Prayogi, R. (2023). SMART KONTROL SISTEM MONITORING PENYIMPANAN OBAT PADA GUDANG FARMASI BERBASIS INTERNET OF THINGS.
- Hadi, F. M. K. M. (2017). Rancang Bangun Alat Pengusir Burung Pemakan Bulir Padi Menggunakan Panel Surya Sebagai Catu Daya. JURNAL TEKRO.

- Hermawan, R., Yulastari, T., & Kunci, K. (2022). MACHINE LEARNING MONITORING HAMA TANAMAN BIBIT ANGGREK BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE KNN PADA PLATFORM BLYNK. In STM IK Subang (Vol. 15, Issue 1). <http://www.pertanian.go.id/>
- Iqbal, M., & Rahayu, A. U. (2022). ALAT PENGUSIR HAMA TIKUS SAWAH BERBASIS ARDUINO UNO DAN GELOMBANG ULTRASONIK. In JOURNAL OF ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING (JEEE) (Vol. 1, Issue 1). Oktober.
- Muddin, S., Kamal, K., Lianti, L., & Yuhardianti, Y. (2023). RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR BURUNG PEMAKAN BUAH BERBASIS SUARA ULTRASONIC. ILTEK : Jurnal Teknologi, 18(01), 6–10. <https://doi.org/10.47398/iltek.v18i01.77>
- Muttaqin1, R., & Santoso2, D. B. (2021). Prototype Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonic Hc-SR04. www.jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/
- Prihanto, A., & Prapanca, A. (2022). Smart Automatic Sliding Gate Dengan Memanfaatkan Teknologi Berbasis Internet Of Things (IoT).
- Rochman, S. S. B. P. (2014). RANCANG BANGUN ALAT KONTROL PENGISIAN AKI UNTUK MOBIL LISTRIK MENGGUNAKAN ENERGI SEL SURYA DENGAN METODE SEKUENSIAL.
- Roihan, A., Kusumah, H., & Permana, A. (2019). Prototype Fast Tracking of Detection Offenders Smoking Zone Berbasis Internet of Things. Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 13(2), 111. <https://doi.org/10.30872/jim.v13i2.1304>
- Ruslianto, I., Rekayasa Sistem Komputer, J., & MIPA Universitas Tanjungpura Jalan Hadari Nawawi Pontianak Telp, F. H. (2022). Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PADA RUMAH BUDI DAYA BURUNG WALET BERBASIS INTERNET OF THINGS.
- Syaputra, A., Delsi Samsumar, L., Efendi, M. M., & Mataram, U. T. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM AKSES PINTU GERBANG BERBASIS IOT DENGAN PERINTAH SUARA. Journal of Computer Science and Information Technology (JCSIT), 2(1).
- Widiasari, C., Abram Sianipar, P., Diono, M., Caltex Riau, P., & Rekayasa Jaringan Telekomunikasi, T. (2022). Sistem Kontrol Otomatis Pagar Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) (Vol. 8, Issue 2). <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>