

Optimalisasi *Smart Home* Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 untuk Efisiensi Energi

Dimas Rega Hadiatullah¹, Lafnidita Farosanti², Moch Choirur Rizky³
^{1,2,3}Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi dan Sains, Universitas PGRI Wiranegara
¹reggadims@gmail.com*, ²lafnidita.f@gmail.com, ³moch.choirur.rizky@gmail.com

Abstract

The advancement of Internet of Things (IoT) technology has significantly impacted various sectors, including home electrical device management. This study aims to develop an IoT-based home automation system using NodeMCU ESP8266, enabling users to remotely control electrical devices via a mobile or web application. The research focuses on improving energy efficiency, convenience, and security in household device management. The method used is Research and Development (R&D), consisting of needs analysis, system design, implementation, testing, and evaluation. The system was built using NodeMCU ESP8266, a relay module, and a mobile application, all integrated to control home devices in real-time through a Wi-Fi network. Testing results show stable connectivity, with fast response times under 10 seconds. The system operates continuously for 24 hours without interruption, and features such as remote control and real-time monitoring function properly. It also handles disruptions such as Wi-Fi interference and power outages, indicating strong reliability. The study concludes that the IoT-based automation system effectively enhances energy efficiency and user comfort. To further improve security and power efficiency, adding two-factor authentication (2FA), data encryption, and implementing sleep mode on the NodeMCU is recommended. The mobile app interface also requires improvement for better usability. Future development may include integration with additional security systems and artificial intelligence (AI) features to enable smarter automation.

Keywords: *Efficiency, Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266, Smart Home, Research and Development (R&D)*

Abstrak

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan dampak signifikan dalam berbagai sektor kehidupan, salah satunya adalah manajemen perangkat listrik rumah. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi rumah berbasis *IoT* menggunakan *NodeMCU ESP8266*, memungkinkan pengguna untuk mengendalikan perangkat listrik secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile* atau web. Masalah yang diteliti adalah bagaimana meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan, dan keamanan pengguna dalam manajemen perangkat listrik rumah tangga. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)*, mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi dan pengujian serta evaluasi. Sistem ini dirancang dengan komponen utama *NodeMCU ESP8266*, *relay module*, dan aplikasi *mobile*, yang diintegrasikan untuk mengontrol perangkat listrik rumah secara *real-time* melalui jaringan Wi-Fi. Uji coba dilakukan dengan mengamati stabilitas koneksi, waktu respons, ketahanan operasional, serta fungsi kontrol jarak jauh dan monitoring. Hasilnya, sistem menunjukkan konektivitas stabil dengan waktu respons kurang dari 10 detik, mampu beroperasi non-stop selama 24 jam, serta beradaptasi terhadap gangguan sinyal dan pemadaman listrik dengan baik. Sistem otomatisasi rumah berbasis *IoT* ini terbukti efektif meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna. Ke depan, pengembangan dapat difokuskan pada peningkatan keamanan dengan autentikasi dua faktor dan enkripsi data, efisiensi daya melalui mode *sleep* NodeMCU, serta perbaikan antarmuka aplikasi agar lebih mudah digunakan. Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup integrasi dengan sistem keamanan lainnya dan penambahan fitur kecerdasan buatan (*AI*) untuk otomatisasi yang lebih pintar.

Kata kunci: Efisiensi, Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266, *Smart Home*, *Research and Development (R&D)*

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution -ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Teknologi informasi dan komunikasi yang saat ini berkembang pesat telah mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk pengelolaan perangkat listrik di rumah[1]. Salah satu inovasi utama dalam bidang ini adalah *Internet of Things (IoT)*, memungkinkan perangkat elektronik terhubung dan bisa dikendalikan

melalui internet. Dengan *IoT*, perangkat dapat bekerja secara otomatis dan *real-time*, menciptakan ekosistem yang bekerja sama untuk memberikan efisien dan kerja cerdas [2]. Penggunaan listrik yang tidak efisien menjadi masalah umum dalam kehidupan sehari-hari. Banyak perangkat tetap menyala tanpa kebutuhan, menyebabkan pemborosan energi dan meningkatnya

biaya listrik [3]. Contohnya, lampu yang dibiarkan menyala semalaman atau perangkat elektronik yang tetap terhubung meskipun tidak digunakan. Selain merugikan secara ekonomi, hal ini juga berdampak buruk pada lingkungan akibat peningkatan emisi karbon.

Penerapan IoT dalam manajemen perangkat listrik rumah berpotensi meningkatkan efisiensi energi dengan otomatisasi [4]. Perangkat listrik dapat dikendalikan sesuai kebutuhan, seperti lampu yang menyala berdasarkan keberadaan penghuni atau pendingin ruangan yang beroperasi sesuai suhu. Selain itu, sistem ini bisa melakukan pemantauan konsumsi energi secara langsung atau *real-time* untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan listrik.

Untuk mengembangkan sistem otomatisasi berbasis IoT yang optimal, metode *Research and Development (R&D)* digunakan sebagai pendekatan penelitian. Metode ini memungkinkan sistem dirancang secara sistematis melalui beberapa tahap yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, serta pengujian dan evaluasi. Keunggulan metode R&D terletak pada sifatnya yang iteratif, di mana sistem dapat diuji dan disempurnakan secara berkala berdasarkan hasil uji coba. Dengan demikian, pendekatan ini memastikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya inovatif secara teknologi, tetapi juga aplikatif, sesuai dengan kebutuhan pengguna, serta memiliki keandalan dan efisiensi tinggi dalam pengelolaan perangkat listrik rumah tangga [5].

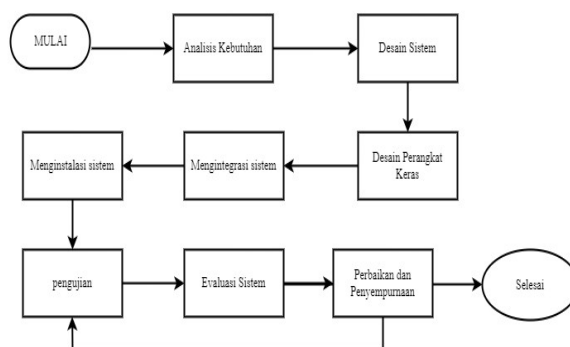
Penelitian ini berfokus pada penerapan IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk meningkatkan efisiensi energi rumah tangga. Tujuannya adalah mengembangkan sistem otomatisasi yang efektif serta mengeksplorasi potensi penghematan listrik melalui teknologi ini, sekaligus mendorong adopsi *smart home* di masyarakat.

Metode yang digunakan mencakup perancangan sistem, integrasi sensor dan aktuator, serta pengembangan aplikasi untuk kendali jarak jauh. Evaluasi dilakukan dengan mengukur efektivitas sistem dalam mengurangi konsumsi energi dan biaya listrik, serta menilai kemudahan penggunaannya [6]. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan memberikan solusi praktis dalam optimalisasi penggunaan energi listrik di rumah tangga. Oleh karena itu, penelitian ini diberi judul "Optimalisasi Smart Home Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 untuk Efisiensi Energi".

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sistematis, dimulai dengan analisis kebutuhan untuk menentukan spesifikasi sistem. Selanjutnya, dilakukan desain sistem dan perangkat keras, diikuti dengan instalasi dan integrasi komponen [7]. Setelah sistem terpasang, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk menilai kinerjanya. Jika ditemukan kekurangan,

dilakukan perbaikan dan penyempurnaan hingga sistem berfungsi optimal dan siap digunakan. Jika digambarkan dalam sebuah diagram alur maka alur penelitian yang dilakukan terlihat seperti pada Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development/R&D*). Tujuan dari metode ini menghasilkan produk atau sistem baru yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari [8]. Dalam konteks penelitian ini, produk yang dikembangkan adalah sistem *Internet of Things (IoT)* untuk mengontrol dan memonitor perangkat listrik rumah menggunakan NodeMCU ESP8266 [9].

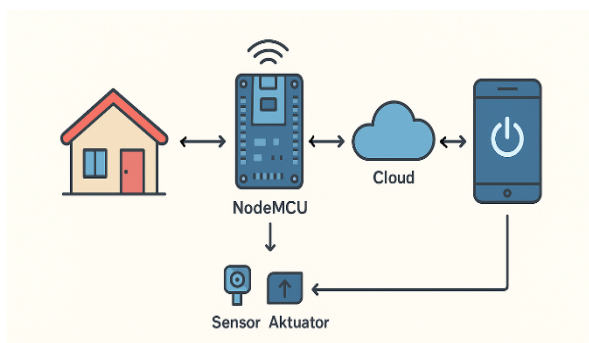
Pembuatan alat smart home low budget memerlukan beberapa komponen utama. NodeMCU ESP8266 berperan sebagai unit kontrol utama yang memproses instruksi dan mengendalikan perangkat listrik melalui internet. *Relay module* digunakan sebagai saklar elektronik yang memungkinkan NodeMCU mengontrol perangkat berdaya tinggi seperti lampu dan kipas. Untuk menjaga keamanan dan ketahanan perangkat, *box project* digunakan sebagai wadah yang melindungi NodeMCU dan *relay* dari cipratan air serta faktor eksternal lainnya. Selain itu, kabel berbagai warna digunakan untuk membedakan fungsi setiap koneksi dan memastikan hubungan yang tepat antar komponen. Kabel jumper juga diperlukan untuk menghubungkan NodeMCU dengan *relay* serta berfungsi sebagai jalur transfer perintah dari pengguna. Dengan kombinasi alat dan bahan ini, sistem *smart home* dapat diimplementasikan dengan biaya rendah namun tetap efektif dalam meningkatkan efisiensi energi di rumah [10].

Sistem ini bekerja dengan menghubungkan NodeMCU ESP8266 ke aplikasi *smartphone* pengguna melalui *Wi-Fi* atau *Bluetooth*. Saat pengguna mengirim perintah melalui aplikasi, NodeMCU menerima dan menerjemahkan instruksi tersebut, lalu mengirimkan sinyal kontrol ke *relay*. Kemudian *relay* juga berfungsi sebagai saklar yang mengatur aliran listrik ke perangkat rumah tangga, memungkinkan perangkat menyala atau mati sesuai perintah pengguna. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengendalikan perangkat listrik secara

nirkabel melalui internet, memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengoperasian. Selain itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan berbagai proyek IoT untuk meningkatkan otomatisasi dan efisiensi energi di rumah.

2.1. Analisis Kebutuhan

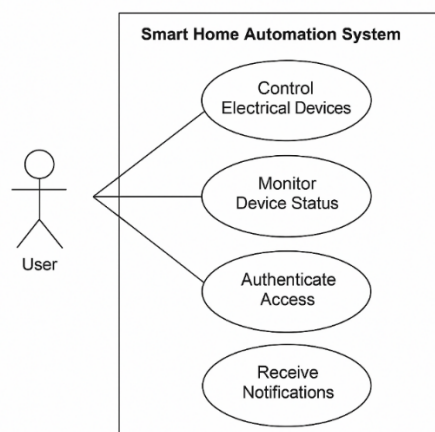
Dalam perancangan sistem, diagram blok dibuat untuk memvisualisasikan alur kerja secara terperinci dan sistematis. Diagram *Use case* disusun guna menjabarkan skenario interaksi antara pengguna dengan sistem, seperti pengendalian perangkat listrik melalui aplikasi mobile serta pemantauan konsumsi energi. Selanjutnya, arsitektur sistem dirancang secara detail seperti pada Gambar 2. Dengan menetapkan spesifikasi teknis setiap komponen sehingga memastikan sistem berfungsi secara optimal.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Selain itu, dalam tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem. Kebutuhan fungsional meliputi kemampuan sistem untuk mengontrol perangkat listrik secara jarak jauh, memantau status perangkat secara *real-time*, serta mengirim dan menerima data melalui koneksi internet. Sementara itu, kebutuhan non-fungsional mencakup aspek keandalan koneksi, keamanan data, responsivitas sistem terhadap perintah pengguna, serta kemudahan penggunaan antarmuka aplikasi. Agar proses perancangan lebih terarah, dilakukan pula pemetaan kebutuhan pengguna berdasarkan observasi dan studi literatur.

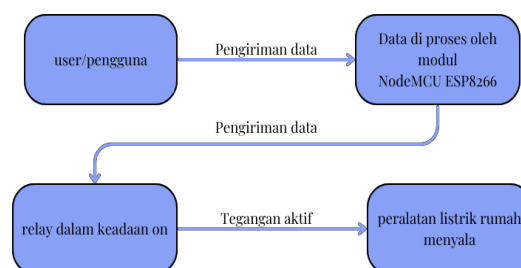
Untuk menggambarkan skenario interaksi antara pengguna dan sistem secara lebih jelas, digunakan diagram use case yang memperlihatkan peran aktor serta fungsionalitas utama dari sistem otomatisasi rumah berbasis IoT. Diagram ini memvisualisasikan bagaimana pengguna dapat menjalankan aktivitas seperti menghidupkan atau mematikan perangkat listrik, memantau status perangkat secara *real-time*, serta berinteraksi dengan sistem melalui aplikasi mobile. Gambar 3. menunjukkan rancangan *use case* yang dikembangkan dalam penelitian ini



Gambar 3. Diagram Use Case

2.2 Desain Perangkat

Dalam perancangan perangkat keras, pemilihan komponen utama dilakukan terlebih dahulu, termasuk NodeMCU ESP8266 untuk konektivitas internet, modul relay untuk mengontrol perangkat listrik, serta catu daya yang stabil guna memastikan sistem berfungsi dengan optimal. Setelah itu, skematik rangkaian elektronik disusun menggunakan perangkat lunak desain untuk memastikan koneksi antar komponen sesuai dengan spesifikasi teknis. Pin digital pada NodeMCU dihubungkan ke modul *relay* dengan suplai daya yang tepat, serta dioda *flyback* ditambahkan untuk melindungi sistem dari lonjakan arus saat relay beralih. Seperti yang disajikan di Gambar 4. Desain rancangan perangkat ini digambarkan dalam diagram.



Gambar 4. Diagram Spesifikasi Pengguna

2.3 Integrasi Sistem

Setelah semua komponen tersedia, perakitan perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan NodeMCU ke *relay* sesuai dengan diagram skematik. Setelah memastikan bahwa koneksi fisik berfungsi dengan baik, pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE, dengan penulisan kode untuk membaca data, mengontrol *relay*, dan mengirim informasi ke *server*. Selain itu, logika kontrol dikembangkan agar perangkat listrik dapat dikendalikan dari jarak jauh serta memungkinkan pemantauan penggunaan listrik secara *real-time* dan efisien.

Untuk memastikan integrasi sistem berjalan dengan baik, dilakukan pengujian awal terhadap komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. NodeMCU dikonfigurasi agar dapat terhubung ke jaringan *Wi-Fi* dan diuji untuk menerima serta mengeksekusi perintah dari aplikasi secara konsisten. Proses *debugging* juga dilakukan untuk memastikan bahwa tidak terdapat kesalahan logika dalam pengoperasian sistem, khususnya dalam penjadwalan otomatis dan eksekusi perintah berdasarkan masukan dari pengguna. Dengan pengujian ini, sistem diharapkan mampu menjalankan fungsinya secara optimal dalam lingkungan nyata.

2.4 Instalasi Sistem

Setelah perangkat keras dan lunak siap, pemasangan NodeMCU dan *relay* dilakukan di lokasi strategis agar berfungsi secara optimal, kemudian dihubungkan ke perangkat listrik rumah. Selanjutnya, konfigurasi NodeMCU dilakukan untuk memastikan konektivitas dengan jaringan *Wi-Fi* rumah serta kestabilan koneksi internet. Tahap akhir meliputi pengujian awal guna memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan dapat berkomunikasi dengan aplikasi mobile.

Instalasi sistem juga memperhatikan faktor keamanan dan kemudahan akses perawatan perangkat. NodeMCU dan modul *relay* ditempatkan di dalam *box* pelindung untuk mencegah kerusakan akibat debu, air, atau benturan fisik. Penempatan perangkat mempertimbangkan jarak jangkauan sinyal *Wi-Fi* agar tidak terjadi hambatan komunikasi antara mikrokontroler dan *server cloud*. Selain itu, dilakukan dokumentasi jalur kabel serta skema instalasi guna memudahkan proses *troubleshooting* atau pengembangan lanjutan di masa depan. Pemilihan lokasi perangkat listrik yang dikendalikan juga disesuaikan dengan kebutuhan pengguna agar integrasi sistem memberikan dampak yang maksimal dalam efisiensi penggunaan energi dan kenyamanan operasional.

2.5 Uji Coba Sistem

Uji coba dalam sistem dilakukan dalam berbagai kondisi yang nantinya hasil dari uji coba ini disajikan dalam tabel hasil pengujian, termasuk penggunaan normal, jarak jauh, serta area dengan gangguan sinyal. Pengujian bertujuan untuk memastikan respons yang cepat, stabilitas koneksi, dan keandalan perangkat dalam mengontrol peralatan listrik. Hasil uji coba didokumentasikan untuk mengidentifikasi kelemahan sistem serta merancang perbaikan, seperti peningkatan keamanan dan optimasi kinerja agar lebih efisien dan mudah digunakan.

Hasil pengujian sistem dilakukan pada beberapa aspek utama. Pada bagian konektivitas *Wi-Fi*, pengujian dirancang untuk menilai tingkat kestabilan koneksi perangkat terhadap jaringan. Selanjutnya, pada aspek responsivitas aplikasi, pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat sistem merespons perintah yang dikirim melalui aplikasi mobile. Untuk *uptime*

sistem, pengujian direncanakan guna memastikan perangkat mampu beroperasi dalam jangka waktu lama secara konsisten tanpa gangguan. Selain itu, pengujian juga difokuskan pada fitur-fitur utama sistem. Pada fitur kontrol jarak jauh, pengujian direncanakan untuk mengamati apakah perangkat dapat dikendalikan melalui aplikasi dengan lancar. Sedangkan pada fitur monitoring status perangkat, pengujian ditujukan untuk memastikan pengguna dapat memperoleh informasi kondisi perangkat listrik secara akurat melalui aplikasi.

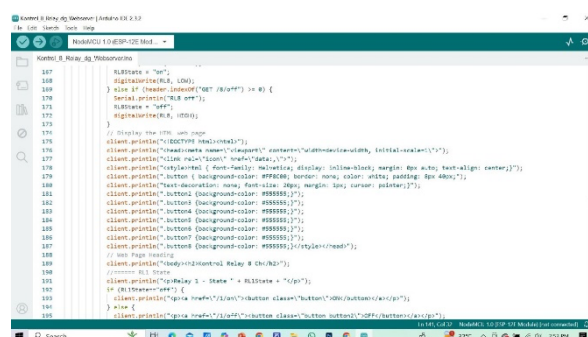
2.6 Penyempurnaan dan Validasi

Penyempurnaan sistem dilakukan berdasarkan hasil uji coba dan evaluasi untuk meningkatkan kehandalan, keamanan, dan efisiensi. Perbaikan difokuskan pada stabilitas koneksi di area dengan sinyal lemah serta mitigasi potensi celah keamanan terhadap serangan siber. Selain itu, proses pengembangan ditinjau ulang guna mengatasi potensi keterlambatan dan meningkatkan akurasi. Setelah penyempurnaan, validasi ulang dilakukan melalui serangkaian pengujian fungsionalitas, kinerja, dan kepatuhan terhadap standar. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dikembangkan memiliki kualitas tinggi, memenuhi kebutuhan pengguna, serta mampu bersaing di pasar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil produk sistem

Hasil akhir dari penelitian ini berupa sistem otomatisasi rumah berbasis *IoT* yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, serta aplikasi pengguna. Sebelum menampilkan hasil implementasi perangkat keras dan antarmuka aplikasi, salah satunya adalah kode program dan desain algoritma yang digunakan untuk mengontrol sistem seperti pada Gambar 5. Kode ini ditulis menggunakan Arduino IDE untuk NodeMCU ESP8266 dan berfungsi sebagai logika utama dalam menghubungkan perangkat dengan jaringan *Wi-Fi*, dan Gambar 6. Menunjukkan desain algoritma dari web yang mengendalikan *relay*, serta mengirim data ke *server*.



Gambar 5. Contoh Salah Satu Baris Code

Program mengendalikan *relay*

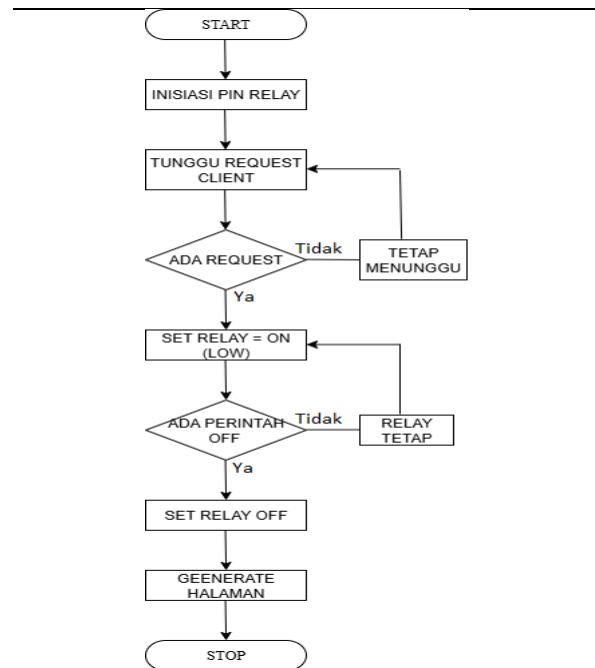
```
// Menangani perintah ON/OFF untuk Relay 8
if (header.indexOf("GET /8/on") >= 0) {
    RL8state = "on";
    digitalWrite(RL8, LOW);
} else if (header.indexOf("GET /8/off") >= 0) {
    Serial.println("RL8 off");
    RL8state = "off";
    digitalWrite(RL8, HIGH);
}

// Menampilkan halaman web (HTML)
client.println("<!DOCTYPE html><html>");
client.println("<head><meta");
client.println("name=\"viewport\" content=\"width=device-");
client.println("width, initial-scale=1\">");
client.println("<link rel=\"icon\"");
client.println("href=\"data:,\">");
client.println("<style>html { font-family:");
client.println("Helvetica; display: inline-block; ");
client.println("margin: 0px auto; text-");
client.println("align: center;});");
client.println(".button { background-color:");
client.println("#FF8C00; border: none; color: white; ");
client.println("padding: 8px 40px; text-");
client.println("decoration: none; font-size: 20px; ");
client.println("margin: 1px; cursor:");
client.println("pointer;});");
client.println(".button2 {background-color:");
client.println("#555555;});");
client.println(".button3 {background-color:");
client.println("#555555;});");
client.println(".button4 {background-color:");
client.println("#555555;});");
client.println(".button5 {background-color:");
client.println("#555555;});");
client.println(".button6 {background-color:");
client.println("#555555;});");
client.println(".button7 {background-color:");
client.println("#555555;});");
client.println(".button8 {background-color:");
client.println("#555555;}</style></head>");

// Heading halaman web
client.println("<body><h2>Kontrol Relay 8");
client.println("Ch</h2>");

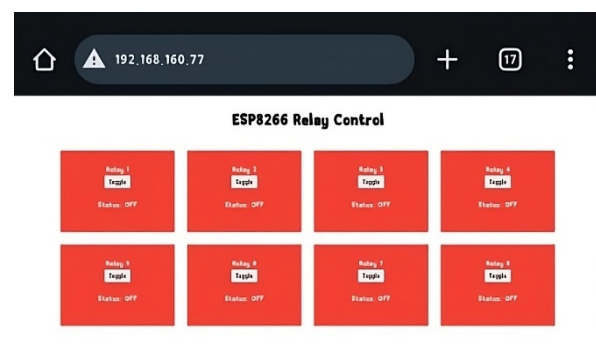
// Menampilkan status Relay 1
client.println("<p>Relay 1 - State " + RL1state + "</p>");
if (RL1state == "off") {
    client.println("<p><a");
    client.println("href=\"/1/on\"><button");
    client.println("class=\"button\">ON</button></a></p>");
} else {
    client.println("<p><a");
    client.println("href=\"/1/off\"><button class=\"button");
    client.println("button2\">OFF</button></a></p>");
}
```

}



Gambar 6. Desain Algoritma

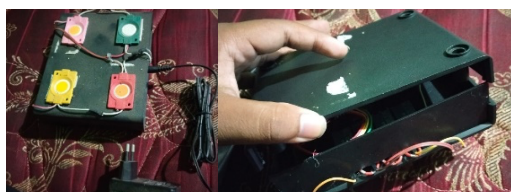
Sistem ini juga menghasilkan antarmuka berbasis web yang dapat diakses oleh pengguna melalui *browser* pada perangkat *mobile* maupun *desktop*. Antarmuka web ini berfungsi sebagai media utama untuk mengendalikan perangkat listrik rumah secara jarak jauh serta memantau status operasionalnya secara *real-time*. Tampilan web dirancang sederhana dan responsif, sehingga mudah digunakan oleh pengguna. Pada halaman utama ditampilkan daftar perangkat yang terhubung, masing-masing dilengkapi dengan tombol kontrol ON/OFF serta indikator status yang secara otomatis diperbarui sesuai kondisi *relay* pada perangkat keras seperti pada Gambar 7. Selain itu, terdapat informasi koneksi yang menampilkan apakah perangkat sedang online, serta notifikasi apabila terjadi gangguan jaringan atau perangkat melakukan reboot otomatis.



Gambar 7. Antarmuka Sistem Berbasis Web

Pada sisi perangkat keras, sistem otomatisasi rumah ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama yang terhubung dengan modul *relay* untuk mengontrol perangkat listrik rumah tangga. Seperti pada Gambar 8. NodeMCU dipasang dalam sebuah

wadah pelindung sederhana guna menjaga keamanan rangkaian, serta ditempatkan di lokasi strategis agar mudah terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* rumah. *Relay* yang digunakan mampu mengendalikan arus listrik pada peralatan rumah tangga dengan aman, sementara catu daya eksternal dipasang untuk memastikan kestabilan operasional perangkat meskipun sistem bekerja dalam durasi yang panjang. Seluruh kabel penghubung telah dirakit sesuai dengan diagram skematik, dengan memperhatikan aspek kerapian dan keamanan instalasi.



Gambar 8. Perangkat Keras Sistem

3.1. Uji coba Produk

Untuk mengevaluasi kinerja sistem otomatisasi rumah berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan NodeMCU ESP8266, dilakukan serangkaian uji coba yang mencakup berbagai skenario operasional guna menilai stabilitas koneksi, kecepatan respons, serta keandalan fungsi kontrol dan monitoring. Data hasil uji coba disajikan dalam bentuk tabel dan bagan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai performa sistem dari berbagai aspek, baik teknis maupun fungsional. Uji coba juga bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu bekerja secara optimal dalam kondisi nyata, serta mengidentifikasi potensi kendala atau kebutuhan perbaikan.

Pengujian kinerja sistem diawali dengan evaluasi konektivitas *Wi-Fi*, seperti yang ada di Tabel 1. di mana NodeMCU ESP8266 diuji dengan menghubungkannya ke *router* dan hasilnya menunjukkan koneksi stabil dengan tingkat keberhasilan 100% tanpa gangguan selama pengujian. Selanjutnya dilakukan uji responsivitas aplikasi dengan cara mengirimkan perintah melalui aplikasi web dan mengukur waktu eksekusi perintah oleh perangkat; hasilnya menunjukkan waktu tanggapan rata-rata kurang dari 10 detik, meskipun bergantung pada kualitas koneksi internet yang digunakan. Terakhir, uji *uptime* sistem dilakukan dengan menyalakan perangkat selama 24 jam penuh, dan sistem terbukti mampu beroperasi secara kontinu tanpa perlu *restart*, yang menegaskan keandalan perangkat untuk penggunaan jangka panjang.

Tabel 1. Tabel Data Uji Coba

Jenis Pengujian	Kriteria Nilai	Hasil	Keterangan
Konektivitas Wifi	Stabilitas Koneksi	100%	NodeMCU terhubung dengan router <i>Wi-Fi</i> tanpa gangguan selama pengujian

Responsivitas Apl	Waktu dan respon	< 10s	Perintah yang dikirim melalui aplikasi diterima dan dieksekusi oleh NodeMCU dalam waktu kurang dari 10 detik tergantung dengan koneksi internet smartphone kita.
Uptime Sistem	Waktu Oprasion al	24 Jam	Sistem dapat beroperasi tanpa perlu restart selama 24 jam pengujian

Pengujian fitur sistem difokuskan pada kemampuan kontrol jarak jauh perangkat listrik serta monitoring status perangkat melalui aplikasi berbasis web seperti pada Tabel 2. Hasil uji menunjukkan bahwa fungsi kontrol berjalan dengan baik, di mana perangkat listrik dapat dihidupkan dan dimatikan secara langsung melalui aplikasi tanpa hambatan. Selain itu, fitur monitoring juga berfungsi optimal, ditunjukkan dengan kemampuan aplikasi menampilkan status perangkat secara *real-time* (hidup atau mati), sehingga pengguna dapat memantau kondisi perangkat kapan saja dengan akurasi tinggi.

Tabel 2. Fitur dan Hasil Pengujian

Fitur Yang di Uji	Hasil Pengujian	Keterangan
Kontrol jarak jauh perangkat listrik	Berfungsi dengan baik	Perangkat listrik dapat dihidupkan dan dimatikan melalui aplikasi mobile
Monitoring status perangkat	Berfungsi dengan baik	Status perangkat listrik (hidup/mati) dapat dimonitor secara <i>real-time</i> melalui aplikasi.

Evaluasi sistem dalam kondisi gangguan menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan yang baik seperti pada Tabel 3. Pada saat terjadi interferensi sinyal *Wi-Fi*, sistem tetap dapat dikendalikan dengan lancar, meskipun ditemukan sedikit keterlambatan (*delay*) dalam proses eksekusi perintah. Sementara itu, pada skenario pemadaman listrik, sistem mampu melakukan *reboot* dan *reconnect* secara otomatis setelah listrik kembali menyala, sehingga perangkat dapat segera terhubung ke jaringan tanpa memerlukan intervensi manual dari pengguna.

Tabel 3. Tabel Evaluasi Sistem

Kondisi Gangguan	Kinerja Sistem	Keterangan
Interferensi sinyal <i>Wi-Fi</i>	Berfungsi dengan baik	Sistem tetap dapat dikendalikan meskipun terdapat interferensi sinyal <i>Wi-Fi</i> meskipun sedikit <i>delay</i> .
Pemadaman Listrik t	Reboot dan reconnect otomatis	Sistem secara otomatis melakukan reboot dan reconnect ke jaringan setelah listrik Kembali menyala.

3.2. Analisis Data Uji coba

Konektivitas dan Responsivitas

Analisis konektivitas dan responsivitas menunjukkan bahwa NodeMCU dapat terhubung ke router Wi-Fi selama 24 jam tanpa gangguan, dengan stabilitas koneksi mencapai 100%. Pengujian responsivitas aplikasi menunjukkan bahwa NodeMCU merespons perintah dari aplikasi dalam waktu kurang dari 10 detik, tergantung pada koneksi internet pengguna. Selain itu, sistem diuji untuk beroperasi tanpa restart selama 24 jam dan berhasil menunjukkan stabilitas yang baik tanpa gangguan.

Pengujian Fungsional

Analisis pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh fitur bekerja dengan baik. Perangkat listrik dapat dihidupkan dan dimatikan melalui aplikasi mobile, dengan semua perangkat merespons perintah sesuai harapan. Selain itu, status perangkat listrik dapat dimonitor secara real-time melalui aplikasi, yang menampilkan informasi hidup/mati dengan akurasi tinggi.

3.3 Revisi Produk

Hasil analisis uji coba menunjukkan bahwa sistem memiliki konektivitas yang stabil dengan NodeMCU tetap terhubung ke Wi-Fi tanpa gangguan selama 24 jam. Respons sistem terhadap perintah sangat cepat, kurang dari 10 detik, serta dapat beroperasi non-stop tanpa memerlukan restart. Fitur kontrol jarak jauh dan monitoring status berfungsi dengan baik, sementara sistem juga mampu beradaptasi terhadap gangguan seperti interferensi sinyal dan pemadaman listrik melalui mekanisme *reboot* dan *reconnect* otomatis. Meskipun kinerja sistem sudah baik, beberapa revisi diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan daya tarik produk, termasuk penambahan lapisan keamanan guna melindungi dari serangan siber, optimisasi konsumsi daya agar lebih efisien, serta peningkatan antarmuka pengguna agar lebih intuitif dan mudah digunakan.

Hasil Revisi

Hasil revisi mencakup peningkatan keamanan sistem dengan menambahkan autentikasi dua faktor (2FA) dan enkripsi data antara NodeMCU dan aplikasi, sehingga mengurangi risiko akses tidak sah dan memastikan perlindungan data. Selain itu, optimisasi konsumsi daya dilakukan dengan mengimplementasikan mode *sleep* pada NodeMCU serta mengurangi frekuensi *polling* status perangkat, yang secara signifikan meningkatkan efisiensi energi tanpa mengganggu kinerja sistem.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan uji coba dan analisis pada sistem otomatisasi rumah berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan NodeMCU ESP8266, didapatkan hasil yang menunjukkan performa baik dalam hal konektivitas, responsivitas, dan operasional tanpa henti. Sistem ini berhasil terhubung dengan stabil ke jaringan Wi-Fi dan merespons perintah dalam waktu

tidak sampai 10 detik. Selain itu, sistem mampu beroperasi non-stop selama 24 jam tanpa memerlukan restart, dan fitur-fitur seperti kontrol jarak jauh serta monitoring status perangkat berfungsi dengan baik. Sistem juga mampu beradaptasi dengan gangguan seperti interferensi sinyal dan pemadaman listrik, dengan fitur *reboot* dan *reconnect* otomatis yang membuatnya lebih andal.

Namun, beberapa revisi diperlukan untuk meningkatkan keamanan, efisiensi daya, dan antarmuka pengguna. Penerapan fitur autentikasi dua faktor (2FA), enkripsi komunikasi data, serta pengaktifan mode hemat daya (*sleep mode*) menjadi aspek penting yang perlu diimplementasikan untuk peningkatan sistem di masa mendatang. Selain itu, pengembangan antarmuka aplikasi yang lebih intuitif akan memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dan mendorong adopsi yang lebih luas. Dengan perbaikan berkelanjutan dan potensi integrasi dengan teknologi kecerdasan buatan (AI), sistem ini berpotensi besar untuk menjadi solusi otomatisasi rumah yang cerdas, aman, dan efisien secara energi dalam jangka panjang.

Daftar Rujukan

- [1] P. Prasetyawan, A. Oktavia, U. A. Ramadhani, L. Almasyuri, and M. D. Sanjaya, "Edukasi Hemat Energi dan Penerapan Teknologi IoT di SMP IT Al-Kholis Lampung Selatan," *ABDIKAN J. Pengabd. Masy. Bid. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 4, pp. 534–540, 2022, doi: 10.55123/abdikan.v1i4.1104.
- [2] A. Burhannudin, N. Darmawan, P. Yulianto, and E. Sudaryanto, "Sistem Kendali Lampu dengan Teknologi Internet Of Things (IOT) dan Bluetooth Menggunakan NODEMCU," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, vol. 2, no. 1, pp. 57–64, 2022.
- [3] B. A. C. Permana, Muhammad Sadali, Aris Sudianto, Harianto, and Lalu Kerta Wijaya, "Sistem Kendali Perangkat Listrik dan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet Of Things.," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 7, no. 2, pp. 544–551, 2024, doi: 10.29408/jit.v7i2.26534.
- [4] F. A. Sianturi, "Pengembangan Internet of Things (IoT) untuk Sistem Smart Home Berbasis Energi Ramah Lingkungan Sains dan Ilmu Terapan," *J. Kolaborasi Sains dan Ilmu Terap.*, vol. 3, pp. 21–24, 2024.
- [5] N. Nazuarsyah, U. Muzakir, M. Mukhroji, R. B. Ginting, and W. Saputra, "Remote IoT Blynk: suhu dan penerangan ruang laboratorium keperawatan," *J. Pendidik. Inform. dan Sains*, vol. 11, no. 2, pp. 180–188, 2022, doi: 10.31571/saintek.v11i2.4720.
- [6] Mariza Wijayanti, "Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.169.
- [7] A. T. Novitasari, I. P. Sari, and Z. Miftah, "Pelatihan Membuat Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Teknologi Informasi," vol. 4, no. 1, 2020.
- [8] R. Arrahman, "Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3," *J. Portal Data*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- [9] Y. M. Djaksana and K. Gunawan, "Perancangan Sistem Monitoring Dan Kontroling Pompa Air Berbasis Android," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.)*, vol. 4, no. 2, pp. 146–154, 2021, doi: 10.31598/sintechjournal.v4i2.741.
- [10] D. C. P. Putra, Imani Rizkia Dawami, Muhammad Rofiul Haq, Achmad Daffa Danang Luthfiansyah, Alfian Mubarak, and Dafit Ari Prasetyo, "Konsep Rancang

Bangun Smart Home Base Berbasis IOT untuk Skala
Perumahan,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 86–95,

2023, doi: 10.47134/jesty.v1i2.11.