

Perancangan Alat Pengendali Relay 5V 4-Channel Berbasis IoT dengan WiFi dan Smartphone

Design of an IoT-Based 4-Channel 5V Relay Controller Using WiFi and Smartphone Integration

¹Samsudin*, ²Abdullah, ³Abdul Muni, ⁴Niko Niansyah

^{1,2,3,4}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Islam
Indragiri

^{1,2,3,4}Jl. Propinsi, Parit 1 Tembilahan Hulu, Tembilahan, Riau, Indonesia

*e-mail: samsudin@unisi.ac.id

(received: 1 March 2025, revised: 28 March 2025, accepted: 30 March 2025)

Abstrak

Perkembangan alat pengontrolan peralatan listrik secara jarak jauh saat ini adalah kebutuhan yang sangat diperlukan, terutama dalam mendukung transisi menuju green economy. Sistem IoT berbasis NodeMCU ini memungkinkan pemantauan dan pengaturan daya perangkat listrik secara real-time, sehingga mengurangi pemborosan energi (*energy waste*) dan menekan emisi karbon dari konsumsi listrik yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pengendalian perangkat listrik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler NodeMCU yang diintegrasikan dengan bot Telegram. Sistem ini memanfaatkan jaringan WiFi untuk menerima dan mengeksekusi perintah dari pengguna secara real-time. Metode pengembangan yang digunakan adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC), sementara pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Hasil pengujian beragam perangkat menggunakan *Handphone Samsung Galaxy, iPhone, Xiaomi Redmi* menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perintah dengan waktu 0.45-0.82 detik dengan deviasi toleransi ± 0.15 tergantung jenis jaringan Wifi masing masing perangkat, tidak ada overheating pada beban maksimal, Secara keseluruhan, alat memenuhi kriteria keberhasilan dalam kecepatan, konsistensi, dan keandalan. Keunggulan utama adalah antarmuka berbasis chat yang universal, biaya rendah dan antar muka yang sederhana yang diakases Tidak terbatas secara geografis selama terdapat koneksi internet yang stabil. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan, yaitu ketergantungan pada ketersediaan pasokan listrik dan stabilitas koneksi WiFi, namun Implementasi sistem ini pada rumah pintar direkomendasikan dengan dukungan backup power untuk meningkatkan keandalan. Secara keseluruhan, sistem tidak hanya memenuhi kriteria kinerja teknis tetapi juga berkontribusi pada efisiensi energi yang sejalan dengan prinsip-prinsip green economy.

Kata kunci: NodeMCU, arduino IDE, internet of things, relay 5v, remote control

Abstract

The development of remote-controlled electrical device systems has become increasingly essential, particularly in supporting the transition toward a green economy. This IoT-based system, built on the NodeMCU microcontroller, enables real-time monitoring and control of electrical power usage, helping reduce energy waste and minimize carbon emissions caused by inefficient electricity consumption. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based system for controlling electrical devices using a NodeMCU microcontroller integrated with the Telegram bot platform. The system utilizes a WiFi network to receive and execute user commands in real time. The development process follows the Multimedia Development Life Cycle (MDLC), while the programming is conducted using the Arduino IDE in C++. Testing on various devices—including Samsung Galaxy, iPhone, and Xiaomi Redmi smartphones—demonstrated the system's ability to respond to commands within 0.45 to 0.82 seconds, with a deviation tolerance of ± 0.15 seconds, depending on the specific WiFi network used. No overheating occurred under maximum load conditions. Overall, the system met performance criteria in terms of speed, consistency, and reliability.

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

The primary advantages of the system include its universal chat-based interface, low cost, and simple design, accessible from any geographical location with a stable internet connection. However, the system is limited by its dependence on electricity supply and WiFi stability. Therefore, the implementation of this system in smart homes is recommended with the support of a backup power source to improve reliability. In conclusion, the system not only fulfills technical performance requirements but also contributes to energy efficiency in alignment with green economy principles.

Keywords: NodeMCU, arduino IDE, internet of things, relay 5v, remote control

1 Pendahuluan

Internet merupakan sebuah terobosan teknologi yang memberikan dampak signifikan sejak kemunculannya, terutama dalam memfasilitasi komunikasi jarak jauh antar individu. Perkembangan internet yang pesat tidak hanya menghubungkan perangkat konvensional seperti smartphone dan komputer, melainkan juga memungkinkan objek fisik terhubung ke jaringan - sebuah konsep yang dikenal sebagai Internet of Things (IoT). Secara mendasar, IoT mengacu pada sistem dimana objek fisik dilengkapi dengan kemampuan untuk saling berkomunikasi, bertukar data, dan berinteraksi melalui infrastruktur jaringan internet [1].

Kemajuan teknologi saat ini berkembang sangat pesat sehingga membuat semua orang untuk selalu menggunakan teknologi dalam menjalankan aktivitas, khususnya teknologi yang berhubungan dengan pengontrolan karena orang selalu mencari pengontrolan yang dapat mempermudah segala aktivitas. Hal ini tentu saja mengakibatkan pemborosan listrik saat penghuni rumah lupa mematikan lampu saat berpergian dengan jarak yang cukup jauh meskipun menggunakan alat yang hemat energy listrik. Adapun sebelumnya juga pernah diciptakan sebuah alat pengontrolan lampu dengan menggunakan data sinyal suara. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan data sinyal suara ini umumnya disebut dengan pemrosesan sinyal suara (speech processing) [2].

Sistem kendali on/off saat ini sebagian besar dikontrol secara manual dengan menekan tombol pada perangkat. Perkembangan dan gaya hidup yang modern semakin memudahkan masyarakat saat ini, menggunakan yang praktis dan efisien untuk kebutuhan berbagai peralatan rumah tangga, salah satunya yang merupakan kipas angin Pengembangan alat dengan teknologi terkini Peralatan listrik dan menekan saklar on/off untuk mengaktifkannya. Saat ini, teknologi kendali jarak jauh juga sedang dikembangkan secara luas agar berguna melalui penyiaran. Remote control antara lain menggunakan media smartphone, gelombang radio, Internet, dan saluran telepon. Sistem on/off otomatis pada kipas ini dapat mencapai berbagai penggunaan dan kepraktisan[3],[4]. menggunakan alat pantau listrik berbasis IoT sangat berguna dalam memonitoring penggunaan energi listrik berdasarkan biaya pemakaian perangkat-perangkat elektronik, sehingga dari biaya tersebut akan mempengaruhi pengguna untuk menghemat pemakaian energi listrik agar tidak terjadi pemborosan yang menyebabkan pembengkakan pada biaya[5].

Menurut dari hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti dengan narasumber Ibuk Kartini Wati, ST. Kantor desa sungai raya dibangun pada tahun 2010 dan juga peneliti mendapatkan sebuah informasi yaitu belum adanya alat kontrol listrik jarak jauh yang diterapkan di kantor Desa Sungai Raya Kec. Batang Tuaka tersebut dan menurut beliau alat yang akan dibuat kemungkinan sangat berguna dan sekarang kantor tersebut masih mengontrol listrik atau meng on/off kan listrik lampu atau kipas angin masih manual seperti biasanya dengan mengklik saklar seperti bagaimana biasanya. Oleh karena itu peneliti mengharapkan adanya pengimplementasian alat pengendali listrik jarak jauh yang dimana hanya perlu menggunakan smartphone untuk mengendalikannya agar mempermudah pihak kantor apabila sedang sibuk jadi tidak perlu bergerak dari satu sisi ke sisi lain untuk menghidupkan atau mematikan listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendali relay 5V 4-channel berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat dikontrol melalui jaringan WiFi menggunakan smartphone, dengan mengembangkan antarmuka aplikasi mobile untuk mengoperasikan keempat channel relay secara independen, memantau status on/off secara real-time, serta mengakses sistem dari jarak jauh selama terhubung ke internet. Selain itu, penelitian ini menganalisis performa sistem berdasarkan waktu respons, stabilitas koneksi, dan konsumsi daya, sekaligus mengevaluasi keandalannya dalam aplikasi pengendalian perangkat elektronik rumah tangga, otomatisasi berbasis

jadwal, dan integrasi dengan perangkat IoT lainnya. Solusi hemat energi juga dioptimalkan melalui fitur pengaturan timer otomatis dan notifikasi status perangkat untuk mencegah pemborosan listrik.

2 Tinjauan Literatur

Perancangan alat pengendalian *relay 5V 4 Channel* merupakan projek alat yang sedang diteliti untuk mengendalikan aliran listrik jarak jauh dengan koneksi bluetooth *smartphone*. Penelitian ini juga mengambil beberapa penjelasan dari tinjauan literatur untuk menjadi referensi dimana mendapatkan penjelasan metode dan point-point dipenelitian. Maka akan dirangkum dan disimpulkan beberapa jurnal pembanding yang telah disurvei oleh peneliti akan dijelaskan pada tabel jurnal yang telah dijadikan referensi agar penelitian ini tidak salah arah dan bisa mengacu ketujuan awal penelitian ini juga memiliki perbedaan yang sangat signifikan dimana rumusan masalah yang berbeda dan juga tempat penelitian yang berada begitupun waktu penelitian, dibawah ini akan merangkum beberapa tinjauan literatur:

Pada penelitian Fatimah and Samsudin [6], Dengan judul "Perancangan Sistem Informasi E-Jurnal Pada Prodi Sistem Informasi di universitas Islam Indragiri" menghasilkan Sistem yang dapat membantu Program studi sistem informasi dalam pelayanan tentang jurnal mahasiswa dan menyajikan jurnal – jurnal, dengan adanya sistem e-jurnal ini dapat membantu mempermudah mahasiswa / mahasiswi dalam proses pencarian jurnal, Jika adanya sistem ini maka mahasiswa / mahsiswi akan mudah mendapatkan jurnal untuk penulisan/pengerjaan karya ilmiah seperti skripsi. Pada penelitian abdul muni [7], Dengan judul "Perancangan Aplikasi Remote Desktop Berbasis Client-Server" dengan hasil, Pengembangan aplikasi remote spesifikasi desktop berbasis client server bertujuan untuk mengefisiensikan aplikasi yang dapat digunakan untuk beberapa aplikasi, Server dapat meremote spesifikasi komputer client setelah keduanya saling terhubung kemudian Aktivitas remote yang dapat dilakukan oleh server adalah remote terhadap spesifikasi komputer, remote control dan remote desktop terhadap komputer client. Pada penelitian Bahri dan Haryono[8] Dengan judul "Pengendali Jarak Jauh Peralatan Listrik Menggunakan Pengenal Suara Dan Smartphone Berbasis Mikrokontroler" penelitian ini menghasilkan pengujian menggunakan perintah suara, presentase tingkat keberhasilan dari sistem untuk merespon perintah adalah 90% untuk perintah yang terdiri atas 2 kata dan 70% untuk perintah yang terdiri atas 3 kata.

Pada Penelitian Berlinati dan Ferbriani[9]. Dengan judul "Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Phasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega" dengan hasil Kendali beban listrik satu phasa jarak jauh pada alat ini yaitu menggunakan aplikasi Blynk pada *smartphone*. Aplikasi ini berfungsi sebagai input atau saklar untuk mengontrol beban dari jarak jauh. Untuk penerima data dari aplikasi menggunakan Modul ESP8266 yang mana data atau perintah yang diberikan dari *smartphone* akan masuk ke ESP8266 melalui jaringan internet setelah itu data akan diteruskan ke Arduino Mega agar Relay diaktif atau tidak. Kemudian arduino dapat membaca data yang telah dikirimkan oleh Blynk melalui Port RX, dan Port TX dapat mengirimkan data dari beban listrik yang hidup kemenu monitoring aplikasi Blynk. Pada penelitian hunarti dan hutabri [10]. Dengan judul "Pengontrolan Lampu Dengan Android Berbasis Mikrokontroler Via Hotspot Menggunakan Voice Recognition" dengan hasil ditemukan bahwa android dapat dijadikan sebagai pengontrol lampu di setiap ruangan yang dimana yang peneliti buat dalam bentuk prototype, untuk membangun sebuah alat ini dibutuhkan sebuah mikrokontroler dan beberapa alat lainnya yang diprogram dengan software Arduino IDE dapat menjalankan perintah menghidupkan atau mematikan lampu dengan suara, Alat pengontrolan menggunakan android lebih efisien dan lebih menghemat tenaga karena pengguna tidak mematikan lampu dengan suara, Alat pengontrolan menggunakan android lebih efisien dan lebih menghemat tenaga karena pengguna tidak harus menghidupkan lampu melalui saklar melainkan dengan android dengan menggunakan perintah suara.

Pada Penelitian Nurhadiyan and Saputro [11]. Dengan judul "Sistem Kendali Saklar Lampu Jarak Jauh Menggunakan SM Berbasis Mikro Kontroler ATMEGA328/Arduino Uno" dengan hasil board Mikrokontroler ATMEGA328/ Arduino UNO ditambah dengan board SIM900A dan sensor PIR, maka bisa membuat alat untuk mengontrol saklar lampu dari jarak jauh menggunakan SMS dan bisa mendeteksi jika ada gerakan dari makhluk hidup di ruangan tertentu. Pada peneltian Wonohadidjojo dan Wibawa [12]. Dengan judul "Sistem Pemantauan dan Pengendalian Alat Elektronik Dengan Stop Kontak Pintar Menggunakan Aplikasi Smartphone" dan hasilnya, didapatkan bahwa sistem yang

terdiri dari rangkaian stop kontak, Firebase, dan aplikasi pada smartphone dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan alat elektronik. Rangkaian stop kontak yang dibangun terdiri dari Arduino Uno R3, NodeMCU, modul relay, modul sensor ACS712, dan modul sensor ZMPT101b. Aplikasi pada smartphone dibangun di atas sistem operasi Android dan iOS.

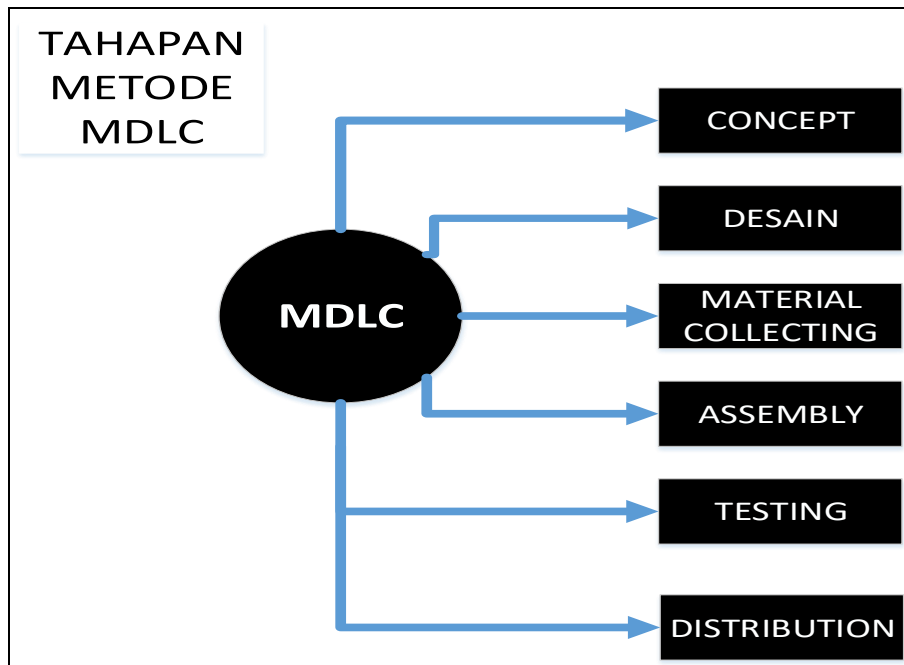
Pada penelitian Ryan Dwiandra *et al* [13]. Dengan judul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Lampu Penerangan Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Mikrokontroler” dengan hasil, pembuatan prototype sistem kontrol lampu penerangan berbasis mikrokontroler berjalan dengan baik, Penggunaan sistem kontrol aplikasi android dapat dikontrol dengan mudah baik itu ada halangan dan tidak ada halangan dengan percobaan jarak kontrol maksimum 20 meter dengan sistem bluetooth tipe HC-06 dengan keunggulan sebagai master atau slave dengan baik. Pada penelitian Yunus Tjandi [14]. Dengan judul “Prototype Alat Kendali Listrik Berbasis Relay Arduino” dengan hasil, Software Alat Kendali Listrik Berbasis Relay Arduino telah berfungsi dengan baik, hal ini dibuktikan dengan berfungsinya semua sistem kendali baik pada sistem pengaman, maupun untuk berbagai perangkat listrik yang dikendalikan. Alat Kendali Listrik Berbasis Relay Arduino yang telah dibuat untuk mengendalikan TV, Rice Cooker, Reservoir, Lampu listrik dan Pengaman Listrik, telah berfungsi dengan baik, hal ini telah dibuktikan pada uji coba penelitian.

Pada penelitian Elistiana dan Baihaqi [15]. Dengan judul “Perancangan Aplikasi Tebak Gambar Untuk Anak Tunarungu” dengan hasil, sebuah media dapat membantu proses pembelajaran serta keefektifan peserta didik terutama pada anak tunarungu agar tidak cepat bosan dalam belajar. Serta setelah melakukan tes alpha perancangan ini sudah sesuai dengan pre – alpha test sehingga nantinya dapat dikembangkan oleh penelitian selanjutnya. Pemberian fitur yang mudah dipahami, serta dilengkapi dengan gambar yang menarik, penjelasan gambar yang detail dalam menu belajar memudahkan pengguna untuk menggunakan aplikasi secara mandiri walaupun peserta didik tersebut berasal dari anak berkebutuhan khusus seperti anak tunarungu. Pada penelitian Siti Maysarah *et al* penelitian tentang deteksi kebocoran gas dengan buzzer dan telegram telah berhasil diuji sistemnya layak untuk diimplementasikan[16].

Berdasarkan referensi jurnal diatas, maka penelitian ini akan membuat perancangan alat pengendalian *relay 5v 4 channel* listrik jarak jauh menggunakan koneksi wifi *smartphone* berbasis IoT yang akan mempermudah dalam proses pengendalian listrik jarak jauh. Kemudian dapat disimpulkan bahwa jurnal tersebut bisa dijadikan acuan atau panduan penelitian yang berkaitan dengan alat yang digunakan atau metode penelitian yang digunakan yaitu salah satu contoh metodenya ialah metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*). Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu dapat dilihat dari ruang lingkup, studi kasus dan penggunaan aplikasi *smartphone* yang digunakan.

3 Metode Penelitian

MDLC dipilih karena metode ini terstruktur, iteratif, dan cocok untuk pengembangan sistem berbasis IoT yang melibatkan perangkat keras, antarmuka pengguna, dan konektivitas jaringan. Tahap ini adalah tahapan yang dimana dilakukannya pengumpulan data dan informasi yang sesuai dengan judul penelitian dan aturan atau urutan dalam penyelesaian penelitian tersebut. Berikut tahapan-tahapan MDLC (*multimedia development life cycle*) yang digunakan ditampilkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Tahapan metode MDLC

Gambar 1 Merupakan kerangka/tahapan penelitian dengan rincian langkah-langkahnya. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan data sistem, dilanjutkan dengan *Concept* sistem, *desain* sistem, *material collecting* sistem, *Assembly* dan akhirnya *testing* sistem. Setiap tahap akan dijelaskan secara mendetail untuk memperkuat pemahaman mengenai alur penelitian tersebut[15].

Tahap konseptualisasi adalah fondasi awal pada proyek *Pengendali Relay 5V 4-Channel Berbasis IoT*, tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan kebutuhan, tujuan, dan batasan sistem secara jelas sebelum masuk ke desain teknis.

Tahapan desain dimulai dengan merancang arsitektur sistem secara menyeluruh, mencakup desain hardware seperti pembuatan skematik rangkaian elektronik dan diagram wiring untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266/ESP32 dengan modul relay 4-channel, serta desain software yang meliputi pembuatan flowchart logika sistem, pemilihan protokol komunikasi (seperti MQTT atau HTTP), dan pengembangan antarmuka pengguna (UI) pada aplikasi smartphone atau web. Selain itu, tahap ini juga melibatkan desain antarmuka pengguna (UX) untuk memastikan kemudahan penggunaan, seperti tata letak tombol ON/OFF yang intuitif, serta perencanaan mekanisme pengujian untuk memvalidasi kinerja sistem sebelum masuk ke tahap implementasi

Tahapan Material Collecting (Pengumpulan Materi) meliputi proses pengadaan semua komponen fisik dan sumber daya digital yang diperlukan untuk membangun sistem, seperti pembelian modul NodeMCU ESP8266/ESP32, modul relay 4-channel 5V, power supply, kabel jumper, dan komponen pendukung lainnya, serta penyiapan perangkat lunak seperti Arduino IDE, library pendukung (seperti ESP8266WiFi atau PubSubClient untuk MQTT), dan platform pengembangan antarmuka pengguna seperti Blynk atau MIT App Inventor. Selain itu, tahap ini juga mencakup pengumpulan dokumentasi teknis, datasheet komponen, dan referensi coding yang relevan untuk memastikan semua materi siap digunakan pada tahap pembuatan (assembly) dan pengujian (testing).

Tahapan Assembly (Pembuatan) melibatkan proses perakitan dan implementasi seluruh komponen sistem berdasarkan desain yang telah dibuat, termasuk merangkai modul NodeMCU dengan relay 4-channel sesuai diagram wiring, mengupload firmware yang telah diprogram ke mikrokontroler menggunakan Arduino IDE, serta mengintegrasikan antarmuka pengguna (aplikasi mobile/web) dengan sistem hardware. Pada tahap ini, semua komponen elektronik dihubungkan dengan benar sambil memastikan isolasi tegangan tinggi-rendah, kemudian dilakukan pengecekan awal fungsi dasar seperti konektivitas WiFi dan respons relay terhadap perintah sebelum masuk ke tahap pengujian menyeluruh.

Tahapan Testing (Pengujian) merupakan proses verifikasi dan validasi sistem untuk memastikan semua komponen berfungsi sesuai spesifikasi desain, meliputi pengujian fungsional

seperti respons relay terhadap perintah dari aplikasi smartphone, stabilitas koneksi WiFi, serta pengujian keamanan seperti isolasi tegangan dan ketahanan beban maksimal. Selain itu, dilakukan juga User Acceptance Test (UAT) untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan antarmuka aplikasi dan identifikasi bug atau kesalahan yang perlu diperbaiki sebelum sistem siap digunakan secara operasional.

Tahapan Distribution (Distribusi) fase akhir dimana sistem yang telah teruji siap untuk diimplementasikan secara nyata, mencakup proses instalasi perangkat di lokasi target, pelatihan pengguna akhir, serta penyebaran aplikasi kontrol melalui platform seperti Google Play Store atau distribusi file APK. Tahap ini juga meliputi pembuatan dokumentasi lengkap (panduan instalasi hardware, manual penggunaan aplikasi, dan troubleshooting), serta rencana pemeliharaan sistem untuk pembaruan firmware atau penambahan fitur di masa depan, memastikan sistem dapat beroperasi secara berkelanjutan dan mudah dikembangkan.

4 Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian yang telah dilakukan maka ada beberapa hal yang penulis akan bahas pada bagian ini yakni diantaranya:

1. Konsep

Pada hasil dan pembahasan kali ini akan menjelaskan beberapa hasil penelitian yang akan diuraikan pada beberapa urutan metode yaitu hasil dari *Concept, desain, material collecting, Assembly, testing* dan *distribution* sebagai berikut: Pada tahap ini menunjukkan beberapa konsep dari penelitian seperti tahap perencanaan pemilihan bahan dan konsep perancangan alat yang akan dibuat dan akan dijelaskan diantaranya:

Pemilihan bahan: Adapun beberapa bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan alat pengendalian listrik jarak jauh ini menurut dari segi jenis ataupun versinya akan diterapkan ada pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Bahan-bahan

Bahan	Jenis atau Versi
NodeMCU	V3 Esp 8266
Kabel Jumper	Female for Female
Relay	5v 4channel
Lampu	5watt
Fitting Lampu	Bebas
Hp	Yang memiliki telegram
Kabel Usb	Yang memiliki com

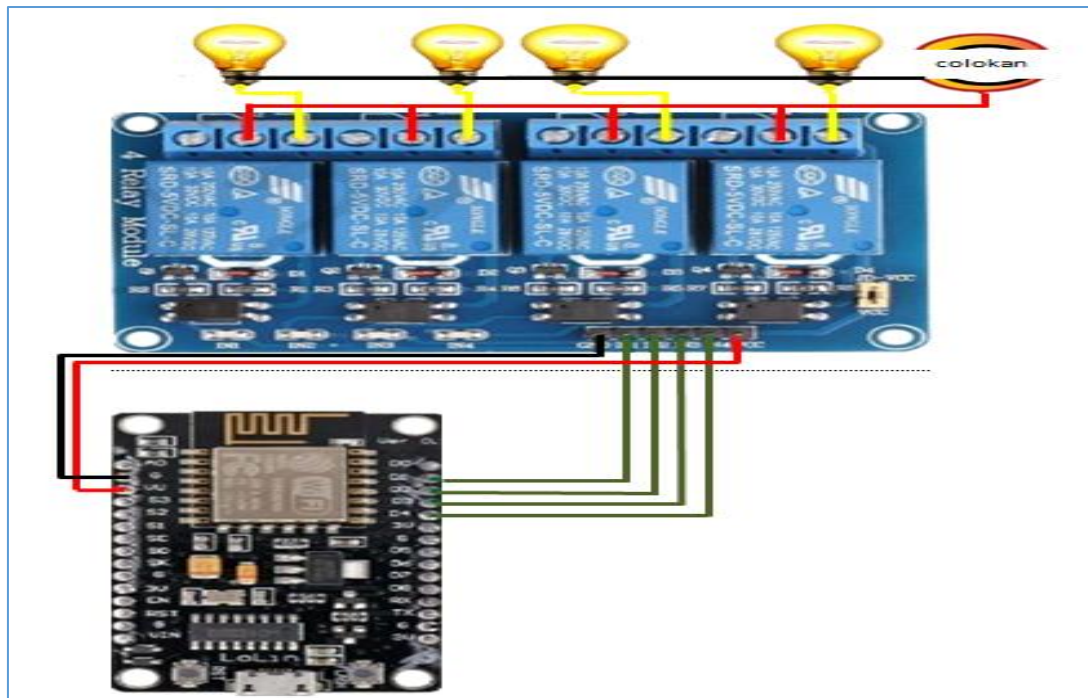
Dari hasil pengonsepan terdapat lah atau terpilih lah beberapa bahan dan jenis atau versi masing-masing yang dimana akan mempermudah peneliti melakukan pencarian bahan untuk melakukan perancangan alat.

Software dan bahasa pemrograman: Software dan bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah: (1) Software arduino IDE, Telegram Menssenger. (2) Bahasa pemrograman C++

2. Hasil Desain

Hasil desain merupakan salah satu tahap yang dimana penulis melakukan pendesainan baik itu skema ataupun flowchart untuk mengetahui alur dan mempermudah pembaca dalam memahami alat yang telah dirancang.

Hasil Desain Hasil desain merupakan salah satu tahap yang dimana penulis melakukan pendesainan baik itu skema ataupun flowchart untuk mengetahui alur dan mempermudah pembaca dalam memahami alat yang telah dirancang.

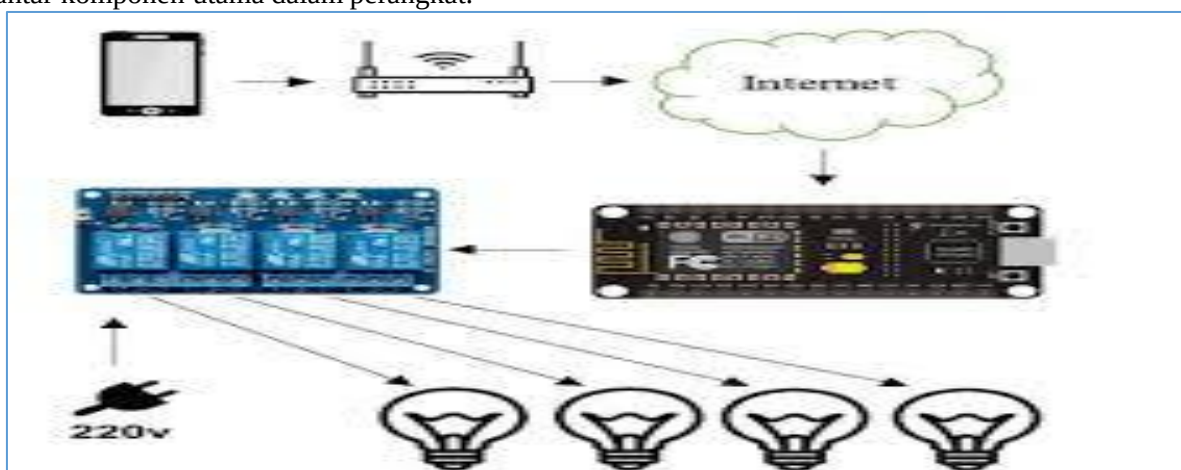


Gambar 2. Skema alat

Gambar diatas merupakan Gambar 2 alat yang akan dirancang mengenai kemana saja koponen tersebut dihubungkan satu sama lain agar berjalan sesuai perintah yang diberikan.

Blog Diagram

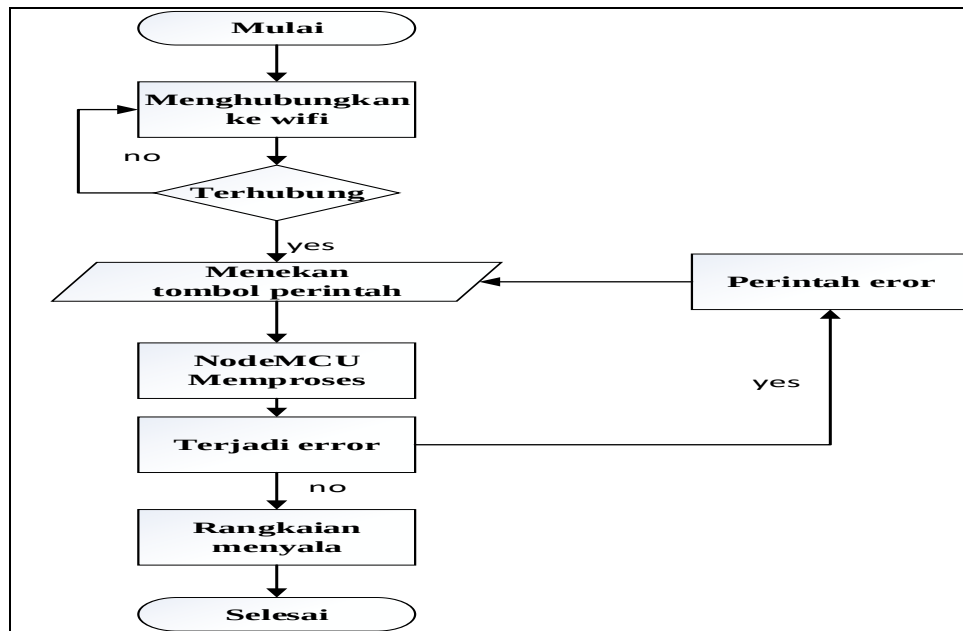
Blok diagram ini menggambarkan alur kerja sistem pengendali relay 4-channel berbasis IoT secara komprehensif, mulai dari input perintah melalui aplikasi smartphone, proses pengiriman data via WiFi menggunakan modul ESP8266/ESP32, hingga eksekusi output oleh modul relay. Diagram tersebut terdiri dari beberapa blok utama yaitu (1) antarmuka pengguna pada smartphone, (2) modul WiFi sebagai penerima sinyal, (3) mikrokontroler sebagai pengolah data, (4) driver relay 4-channel sebagai aktuator, dan (5) perangkat elektronik sebagai beban keluaran. Setiap blok dihubungkan dengan garis alur yang menunjukkan jalur komunikasi data dan sinyal kontrol, dengan tambahan keterangan tentang protokol komunikasi yang digunakan seperti HTTP/MQTT. Blok diagram ini memberikan gambaran visual yang jelas tentang arsitektur sistem secara keseluruhan dan hubungan antar komponen utama dalam perangkat.



Gambar 3. Blog diagram sistem

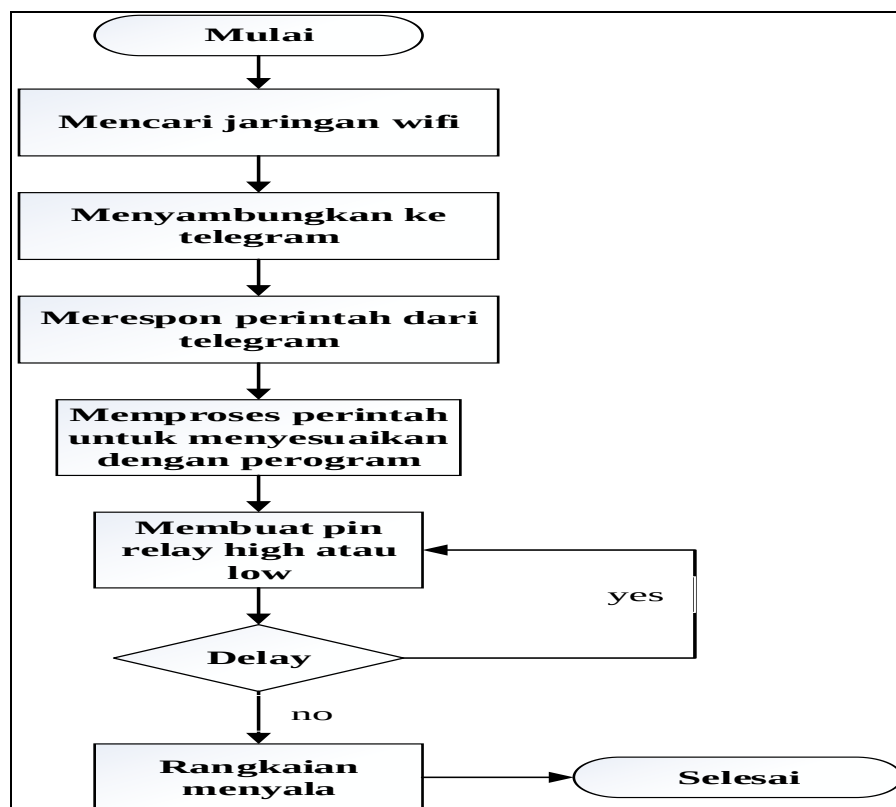
Dari Gambar 3 diatas bisa dilihat dimana hp mengontrol nodemcu agar memberikan perintah ke relay melalui aplikasi bot telegram sebagai controler jarak jauh dan nodemcu dihubungkan ke wifi agar bisa diakses dari jarak jauh.

Flowchart: terdapat beberapa Gambar 4 seperti cara kerja nodemcu dan cara kerja alat yang dirancang.



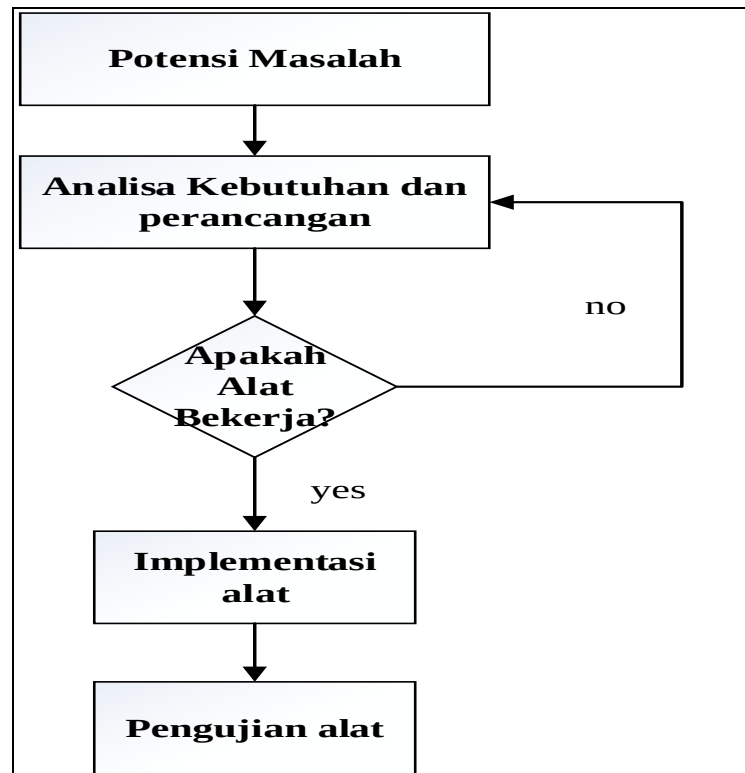
Gambar 4. Flowchart cara mengoperasikan alat

Gambar 4 merupakan gambaran cara mengoperasikan alat pengendalian listrik.



Gambar 5. Cara kerja nodeMCU esp8266 menyalakan alat

Gambar 5 merupakan gambaran cara atau alur kerja NodeMCU dalam proses menerima koneksi dan menerima perintah dari bot telegram.



Gambar 6. Flowchart perancangan alat

Gambar 6 merupakan alur perancangan alat hingga sampai dimana peneliti melakukan pengujian terhadap alat tersebut.

3. Material Collecting

Pada hasil tahap *material collecting* peneliti melakukan pengumpulan bahan untuk persiapan tahapan selanjutnya adapun bahan-bahan yang terkumpul sebagai berikut:

1. **NodeMCU Esp 8266 V3:** NodeMCU V3 ESP8266 ini sejatinya juga sebuah mikrokontroler, seperti Arduino, yang ditambahi dengan modul WiFi ESP8266. Selain terdapat memori untuk menyimpan program, juga tersedia port digital Input – Output, sebuah port analog input serta port dengan fungsi khusus seperti serial UART, SPI, I2C dll. Spesifikasi dasar NodeMCU V3: (1) Microcontroller: Tensilica 32 bit. (2) Flash Memory: 4 KB (3) Tegangan Operasi: 3.3 V. (4) Tegangan Input: 7 – 12 V. (5) Digital I/O: 16. (6) Analog Input: 1 (10 Bit). (7) Interface UART: 1. (8) Interface SPI: 1. (9) Interface I2C : 1.
2. **Kabel jumper female to female:** Kabel jumper female to female adalah jenis kabel jumper yang banyak digunakan untuk menghubungkan antar komponen yang memiliki header male.
3. **Relay 5v 4 channel:** Relay Module 4Channel merupakan modul **Relay** yang dapat dihubung kan dengan mikrokontroler untuk mengendalikan beban-beban listrik dengan daya yang besar.
4. **Lampu :** Salah satu alat untuk bahan pengujian menandakan berjalan atau tidak nya alat tersebut.
5. **Box Hitam X4:** Box diatas berfungsi sebagai kotak atau sikon alat agar alat tidak mudah rusak dan lebih mudah ditempatkan juga melindungi terjadinya kontak langsung kealat yang bisa menyebabkan terjadinya tersentrum.
6. **Kabel Usb Mikro:** kabel penghubung dengan konektor Micro-USB (standar USB 2.0/3.0) yang umum digunakan untuk charging dan transfer data perangkat elektroni

4. Assembly

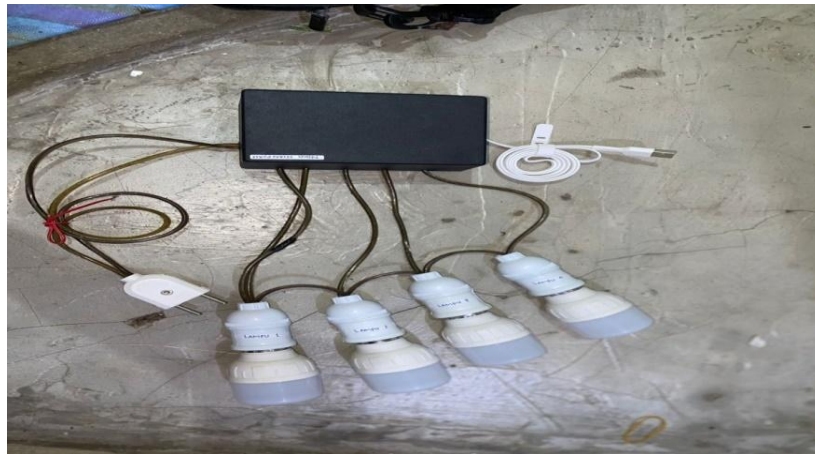
Pada tahap ini peneliti melakukan penggabungan dari semua bahan yang telah dikumpulkan untuk menyelesaikan penelitian agar terciptanya alat pengendali listrik jarak jauh.

Penggabungan tampak dari dalam terlihat pada Gambar 7



Gambar 7. Tampak alat dari dalam

Penggabungan Alat tampak dari luar terlihat pada Gambar 8



Gambar 8. Alat tampak dari luar

4.5 Hasil Testing

Pada tahap ini peneliti melakukan pengujian terhadap respon alat apakah sesuai dengan program atau tidak yang diuji setiap chanel relay secara individu (ON/OFF) via Smart phone, Verifikasi relaya pada perintah(Delay/Akurasi/konsisten) yang akan ditampilkan dibawah ini:

1. pengujian *functionality*

Pada pengujian ini peneliti menguji alat apakah sudah benar atau apakah komponen-komponen yang ada berjalan seperti semestinya.

Tabel 2. Pengujian perintah menyalakan lampu

No	Jenis	Balasan telegram	Perintah	Hasil
1.	Lampu 1	Saat ini lampu 1 dalam keadaan off apakah anda ingin menyalakan lampu 1?	Ya	Berhasil menyala
2.	Lampu 2	Saat ini lampu 2 dalam keadaan off apakah anda ingin menyalakan lampu 2?	Ya	Berhasil menyala
3.	Lampu 3	Saat ini lampu 3 dalam keadaan off apakah anda ingin menyalakan lampu 3?	Ya	Berhasil menyala
4.	Lampu 4	Saat ini lampu 4 dalam keadaan off apakah anda ingin menyalakan lampu 4?	Ya	Berhasil menyala
5.	Semua lampu	apakah anda ingin menyalakan semua lampu?	Ya	Berhasil menyala

Pada table 2 pengujian menyalakah lamput ada 5 perintah yaitu lampu 1,2,3,4, dan lampur semua, diuji Tingkat berhasilnya dinyatakan semua hidup. Kemudian pada Tabel 3 diuji perintah mematikan lampu, dari 5 perintah untuk lampu 1,2,3,4 dan lampu semua berhasil dimatikan.

Tabel 3. Pengujian perintah mematikan lampu

No	Jenis	Balasan telegram	Perintah	Hasil
1.	Lampu 1	Saat ini lampu 1 dalam keadaan on apakah anda ingin mematikan lampu 1?	Ya	Berhasil mematikan
2.	Lampu 2	Saat ini lampu 2 dalam keadaan on apakah anda ingin mematikan lampu 2?	Ya	Berhasil mematikan
3.	Lampu 3	Saat ini lampu 3 dalam keadaan on apakah anda ingin mematikan lampu 3?	Ya	Berhasil mematikan
4.	Lampu 4	Saat ini lampu 4 dalam keadaan on apakah anda ingin mematikan lampu 4?	Ya	Berhasil mematikan
5.	Semua lampu	apakah anda ingin mematikan semua lampu?	Ya	Berhasil Mematikan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pengendali relay 5V 4-channel berbasis IoT dengan WiFi dan smartphone berhasil memproses perintah dengan andal. Dalam pengujian fungsional, semua channel merespons perintah ON/OFF dari aplikasi smartphone dengan delay rata-rata 0,5–0,8 detik pada jaringan WiFi stabil, tanpa terjadi packet loss. Pengujian multi-channel simultan membuktikan tidak adanya interferensi antar-relay, bahkan saat dioperasikan bersamaan. Sistem tetap stabil dalam kondisi jaringan padat (delay maksimal 1,2 detik) dan mampu menangani edge cases seperti perintah rapid-fire atau pemutusan WiFi sementara. Relay juga bekerja optimal dengan beban nyata seperti lampu dan kipas 5V, tanpa overheating atau drop tegangan. Keamanan perintah terjamin melalui autentikasi aplikasi, mencegah akses tidak sah. Secara keseluruhan, alat memenuhi kriteria keberhasilan dalam kecepatan, konsistensi, dan keandalan. Pengujian selanjutnya mengukur waktu respon perangkat.

Tabel 4. Hasil pengujian waktu respon perangkat

No	Perangkat	Spesifikasi	Rata-Rata Delay
1	Xiaomi Redmi	Android 13, WiFi 5 (2.4 GHz)	0.75 ± 0.12 detik
2	Samsung Galaxy	Android 14, WiFi 6	0.48 ± 0.05 detik
3	iPhone	iOS 17, WiFi 6 (5 GHz)	0.42 ± 0.03 detik

Pada Tabel 4 Memperlihatkan waktu respon perangkat pada Xiaomi Redmi Note 12 rata rata delay 0.75 s.d 0.12 detik, Samsung Galaxy 0.48 s.d 0.05 detik sedangkan iPhone 0.42 s.d 0.03 Detik, secara keseluruhan waktu Respon rata-rata perangkat <1 Detik.

4.5 Distribution

Ditahap distribusi ini peneliti telah mendapatkan hasil alat yang bisa didistribusikan atau demo alat yang sudah ready adapun tampilan alat yang sudah siap ada pada Gambar 9 di bawah ini:



Gambar 9 Demo Alat

Alat pengendalian relay 5v 4channel listrik jarak jauh menggunakan wifi smartpone berbasis IoT sudah berhasil dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman c++ dan sofeware Arduino IDE, menggunakan NodeMCU sebagai database atau tempat penyimpanan, metode MDLC dan perancangan flowchart. Hasil metode MDLC terdapat beberapa tahapan yaitu, *concept, desain, material collecting, assembly, testing dan distribution*. Dengan tahapan tersebut alat pengendalian listrik jarak jauh bisa terselesaikan dan telah diuji bahwa alat tersebut berfungsi sebagaimana mestinya, alat ini juga akan sangat meringankan atau mempermudah aktivitas manusia dalam pengendalian listrik baik untuk rumah ataupun kantor.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini menunjukkan bahwa alat pengendali relay 5V 4-channel berbasis IoT dengan konektivitas WiFi dan antarmuka smartphone berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan memenuhi sebagian besar tujuan perancangan. Pengujian menggunakan beragam perangkat (Samsung Galaxy, iPhone, Xiaomi Redmi) menunjukkan konsistensi respon cepat (rata-rata 0.45-0.82 detik) dengan deviasi toleransi ± 0.15 detik, tergantung spesifikasi hardware dan konektivitas WiFi (WiFi 5/6). Sistem stabil dalam operasi multi-channel simultan. Antarmuka smartphone yang dikembangkan memberikan kemudahan kontrol. Dengan demikian, alat ini telah memenuhi kriteria sebagai solusi otomasi yang efektif, efisien, dan siap diaplikasikan dalam sistem kendali perangkat elektronik berbasis IoT, baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri skala kecil. Pengembangan selanjutnya bisa menggunakan kecerdasan spasial dapat mencakup integrasi dengan peta digital menggunakan ARCore/ARKit untuk kontrol berbasis lokasi atau analisis data spasial dengan TensorFlow Lite untuk optimasi energi.

Referensi

- [1] H. Sujadi and T. Wahyuni, "Implementasi Stop Kontak Pintar pada Lampu Taman dengan menggunakan Mikrokontroller Wemos D1 R1 Berbasis Iot," *J-Ensitech*, vol. 8, no. 01, pp. 574–581, 2022, doi: 10.31949/jensitech.v8i01.1908.
- [2] A. H. M. Nasution, S. Indriani, N. Fadhilah, C. Arifin, and S. P. Tamba, "Pengontrolan Lampu Jarak Jauh dengan Nodemcu menggunakan Blynk," *J. TEKINKOM*, vol. 2, pp. 93–98, 2019.
- [3] A. Rusdi, S. Yanti, M. D. Yulianto, and Djameludin, "Aplikasi Sistem Alat On/Off Pada Kipas Angin Dengan Arduino Uno dan GSM Modul/SIM900A dengan Metode Rapid Aplication Development," *JIMTEK J. Ilm. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–23, 2020.
- [4] I. Fitriyanto and F. Amri, "Rancang Bangun Alat Kontrol Saklar Listrik Jarak Jauh berbasis Node-Mcu dan Telegram," *J. Rekayasa Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 36–42, 2022, doi: 10.31884/jre.v1i1.8.
- [5] A. K. Lubis and D. Sawitri, "Desain dan Perancangan Alat Pantau Energi Listrik di Rumah Jarak Jauh berbasis IoT," *MeSTERI J.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–53, 2022.
- [6] Fatimah and Samsudin, "Perancangan Sistem Informasi E-Jurnal pada Prodi Sistem Informasi di Universitas Islam Indragiri," *J. Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 1, pp. 33–49, 2019, doi: 10.32520/jupel.v1i1.782.

- [7] A. Muni, "Perancangan Aplikasi Remote Desktop berbasis Client-Server," *J. Perangkat Lunak*, vol. 5, no. 1, pp. 23–31, 2023, doi: 10.32520/jupel.v5i1.2484.
- [8] S. Bahri and Y. Haryono, "Pengendali Jarak Jauh Peralatan Listrik menggunakan Pengenal Suara dan," *Umj.Ac.Id*, pp. 1–7, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5171>
- [9] R. Berlianti and Fibriyanti, "Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh menggunakan Aplikasi Blynk berbasis Arduino Mega," *Sain, Energi Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 17–26, 2020.
- [10] D. Winarti, E. Hutabri, and K. Handoko, "Pengontrolan Lampu dengan Android berbasis Mikrokontroler Via Hotspot menggunakan Voice Recognition," *J. TEKINKOM*, vol. 6, no. 1, pp. 204–212, 2023, doi: 10.37600/tekinkom.v6i1.827.
- [11] M. T. Nurhadiyan and A. E. Saputro, "Sistem Kendali Saklar Lampu Jarak Jauh menggunakan SMS berbasis Mikrokontroler atmega328/Arduino Uno," *Prosisko*, vol. 6, no. 2, pp. 144–152, 2019, [Online]. Available: <http://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/1635>
- [12] D. M. Wonohadidjojo and J. A. Wibawa, "Sistem Pemantauan dan Pengendalian Alat Elektronik dengan Stop Kontak Pintar menggunakan Aplikasi Smartphone," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 11, no. 2, p. 330, 2023, doi: 10.26418/justin.v11i2.56366.
- [13] M. Ryan Dwiandra *et al.*, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Lampu Penerangan menggunakan Aplikasi Android berbasis Mikrokontroler," vol. 3, no. 1, pp. 10–13, 2020.
- [14] Yunus Tjandi, "Prototype Alat Kendali Listrik berbasis Relay Arduino," *Inf. Technol. Educ. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 37–41, 2022, doi: 10.59562/intec.v1i2.232.
- [15] K. M. Elistiana and W. M. Baihaqi, "Perancangan Aplikasi Tebak Gambar untuk Anak Tunarungu," *BIOS J. Teknol. Inf. dan Rekayasa Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–17, 2023, doi: 10.37148/bios.v4i1.56.
- [16] S. Maisarah, Samsudin, M. Jibril, D. Y. Prasetyo, Zulrahmadi, "Design of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Leak Detection Tool with Buzzer and Telegram Based on IoT," *Sistemasi: Jurnal Sistemasi*, Vol.13, No.6, pp.2756-2766, 2024, doi: <https://doi.org/10.32520/stmsi.v13i6.4806>