



PENGENDALI PINTAR DALAM PENGONTROLAN LAMPU DAN KIPAS MENGUNAKAN BLUETOOTH

Krisdayanti Dormauli Pane¹, Mhd Erpandi Dalimunthe², Yuliarman Saragih³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang

¹krisdayantipane.pancabudi@gmail.com

²erpandi@dosen.pancabudi.ac.id

³yuliarman@staff.unsika.ac.id

ABSTRACT

The evolution of mobile technology has revolutionized it from a mere communication tool to a versatile platform capable of handling images, videos, documents, and controlling other devices such as TVs. The Android OS gives developers the flexibility to create applications that meet the diverse needs of users. This shift has made smartphones indispensable, supporting tasks from browsing to entertainment and productivity. The popularity of Android ensures seamless integration with existing hardware for efficient application performance. This research aims to design a smart home device control system, focusing on lights and fans via Android on an Arduino Nano microcontroller. Android's affordability and development through third-party applications make it ideal for smart home systems. Integrating the Arduino Nano and the EMS Blue Shield Bluetooth module improves convenience and energy efficiency. Its limitations include control of basic functions (lights, fan speed) and Android smartphones with Bluetooth. This study aims to design a practical control system and understand the device operation and Android communication. The test results of data transmission response time (latency) show that the average response time of the system for five days is 122.3 ms, with small variations and standard deviations between 2.81 ms and 3.92 ms. The range of response time ranged from 118 ms to 130 ms.

Keywords: *Mobile Technology, Android, Smart Home Control System, Arduino Nano*

ABSTRAK

Evolusi teknologi seluler telah merevolusinya dari sekadar alat komunikasi menjadi platform serbaguna yang mampu menangani gambar, video, dokumen, dan mengendalikan perangkat lain seperti TV. OS Android memberikan fleksibilitas kepada para pengembang untuk menciptakan aplikasi yang memenuhi beragam kebutuhan pengguna. Pergeseran ini telah membuat smartphone sangat diperlukan, mendukung tugas-tugas dari penjelajahan hingga hiburan dan produktivitas. Popularitas Android memastikan integrasi yang mulus dengan perangkat keras yang ada untuk kinerja aplikasi yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kontrol perangkat rumah pintar, dengan fokus pada lampu dan kipas angin melalui Android pada mikrokontroler Arduino Nano. Keterjangkauan dan pengembangan Android melalui aplikasi pihak ketiga membuatnya ideal untuk sistem rumah pintar. Mengintegrasikan Arduino Nano dan modul Bluetooth EMS Blue Shield meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi. Keterbatasannya meliputi kontrol fungsi dasar (lampu, kecepatan kipas) dan smartphone Android dengan Bluetooth. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kontrol praktis dan memahami

operasi perangkat dan komunikasi Android. Hasil pengujian waktu respon pengiriman data (latency) menunjukkan bahwa rata-rata waktu respon sistem selama lima hari adalah 122.3 ms, dengan variasi kecil dan standar deviasi antara 2.81 ms hingga 3.92 ms. Rentang waktu respon berkisar antara 118 ms hingga 130 ms.

Kata Kunci: *Teknologi Seluler, Android, Sistem Kontrol Rumah Pintar, Arduino Nano*

I. PENDAHULUAN

Teknologi telepon seluler tidak lagi terbatas pada fungsi dasar untuk panggilan suara dan pesan teks, tetapi telah berevolusi menjadi platform yang mendukung berbagai aplikasi yang dapat memproses gambar, video, dokumen, serta mengontrol perangkat lain seperti televisi. Sistem operasi, seperti Android, memberikan fleksibilitas yang tinggi bagi pengembang untuk menciptakan aplikasi yang memenuhi berbagai kebutuhan pengguna modern. Berbagai sistem operasi mobile lainnya juga menawarkan inovasi serupa, mencakup fitur-fitur yang meningkatkan kinerja dan kegunaan telepon seluler sebagai alat produktivitas[1].

Kemunculan smartphone telah mengubah paradigma penggunaan telepon genggam dari sekadar alat komunikasi menjadi perangkat serbaguna yang dapat melakukan berbagai tugas seperti browsing internet, pengolahan data, dan hiburan multimedia. Dukungan terhadap aplikasi-aplikasi yang beragam, mulai dari media sosial hingga permainan, telah menjadikan smartphone sebagai alat yang penting dalam mendukung kehidupan sehari-hari. Android sebagai salah satu sistem operasi yang paling populer menawarkan kemudahan integrasi dengan perangkat keras yang ada, memungkinkan aplikasi berjalan dengan lancar dan efisien.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem pengontrol perangkat rumah tangga, khususnya lampu dan kipas angin, menggunakan teknologi Android berbasis mikrokontroler Arduino Nano. Keunggulan Android dalam hal harga yang terjangkau dan kemampuan untuk memperluas fungsionalitas melalui aplikasi pihak ketiga menjadikannya pilihan utama dalam pengembangan sistem kontrol rumah tangga yang cerdas. Dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Nano dan modul Bluetooth EMS Blue Shield, penelitian ini akan

menciptakan sebuah solusi praktis yang dapat meningkatkan kenyamanan dan efisiensi penggunaan energi di rumah tangga modern[2].

Batasan penelitian ini mencakup kemampuan aplikasi hanya untuk mengontrol fungsi dasar seperti menghidupkan dan mematikan lampu serta mengatur kecepatan kipas angin. Selain itu, aplikasi ini hanya dapat berjalan pada perangkat smartphone yang menggunakan sistem operasi Android dan dilengkapi dengan modul Bluetooth. Penggunaan mikrokontroler Arduino Nano dan modul Bluetooth EMS Blue Shield sebagai bagian dari solusi teknologi juga menjadi batasan dalam penelitian ini, membatasi cakupan implementasi pada kombinasi perangkat keras yang spesifik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah sistem yang praktis dan efektif dalam mengontrol perangkat rumah tangga melalui smartphone berbasis Android. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memahami secara mendalam sistem kerja dari alat pengontrol yang dirancang, termasuk proses komunikasi antara aplikasi Android dan perangkat mikrokontroler.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini termasuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang implementasi teknologi mikrokontroler dan Android dalam konteks kontrol rumah tangga. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi home automation yang lebih lanjut serta memberikan kontribusi pada pengembangan aplikasi berbasis Android untuk kebutuhan sehari-hari. Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup pengguna tetapi juga untuk mempromosikan pemanfaatan teknologi yang lebih cerdas dan terhubung dalam lingkungan rumah tangga modern.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang pengendalian perangkat rumah tangga secara otomatis melalui teknologi Internet of Things (IoT) telah menjadi subjek yang semakin relevan dan intensif dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi ini menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi energi, dan penghematan biaya bagi pengguna rumah pintar. Salah satu implementasi utama teknologi IoT dalam konteks ini adalah penggunaan modul Bluetooth dan mikrokontroler Arduino untuk mengontrol relay yang mengatur perangkat rumah tangga berdasarkan input dari aplikasi smartphone.

Penelitian yang dilakukan oleh Priyanka G. Patil dan rekan pada tahun 2014 menggarisbawahi pengembangan sistem otomasi rumah yang menggunakan modul Bluetooth HC-05 dan mikrokontroler Arduino sebagai inti pengendali. Studi ini difokuskan pada kemampuan pengendalian lampu dan kipas melalui aplikasi Android, memungkinkan pengguna untuk mengatur perangkat rumah tangga dari jarak jauh. Metode penelitian mereka mencakup pemilihan komponen utama seperti modul Bluetooth HC-05 dan mikrokontroler Arduino, serta desain sistem untuk memastikan komunikasi yang handal antara aplikasi Android dan perangkat rumah tangga via Bluetooth. Penggunaan relay dalam sistem ini memungkinkan pengendalian yang efisien terhadap aliran listrik ke perangkat rumah tangga, dengan aplikasi Android berperan sebagai antarmuka yang mempermudah pengguna dalam mengirimkan perintah on/off. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menangani perintah dengan cepat dan menggunakan daya secara efisien, yang membuatnya praktis dan terjangkau untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi di rumah[2].

Penelitian lain yang dilakukan oleh A. Nayyar dan V. Puri pada tahun 2016 mengembangkan sistem smart home berbasis Android dengan teknologi Bluetooth untuk mengendalikan lampu dan kipas angin. Fokus utama mereka adalah menciptakan solusi yang memberikan kontrol yang lebih mudah dan efisien terhadap perangkat rumah tangga melalui smartphone. Teknologi rumah pintar seperti ini memungkinkan pengguna untuk mengelola peralatan rumah tangga dari jarak jauh, meningkatkan kenyamanan sekaligus memberikan kontrol yang lebih baik terhadap

lingkungan rumah. Metode penelitian mereka melibatkan pengembangan aplikasi Android yang intuitif sebagai antarmuka pengguna, yang terhubung dengan modul Bluetooth untuk mengirimkan perintah ke mikrokontroler Arduino. Dengan ini, mereka berhasil menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memberikan solusi yang efektif dan praktis untuk otomatisasi rumah, dengan biaya yang terjangkau dan kemudahan instalasi[3].

Harish Kumar dan timnya melanjutkan penelitian pada tahun 2017 dengan mengembangkan sistem otomasi rumah menggunakan modul Bluetooth HC-05, Arduino Nano, dan relay untuk mengontrol lampu dan kipas. Penelitian ini mengedepankan kebutuhan akan solusi otomasi rumah yang ekonomis dan mudah diimplementasikan, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat rumah tangga dari dalam maupun jarak jauh melalui smartphone. Mereka menggunakan pendekatan yang mirip dengan penelitian sebelumnya, dengan aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna yang terhubung dengan modul Bluetooth untuk mengirimkan perintah ke Arduino Nano. Relay digunakan untuk mengatur aliran listrik ke perangkat rumah tangga, memastikan sistem dapat merespons perintah dengan cepat dan efisien. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya efektif dalam pengontrolan perangkat rumah tangga, tetapi juga mudah diinstal dan hemat biaya, menjadikannya solusi yang menarik untuk pengguna yang ingin meningkatkan otomatisasi di rumah mereka[4].

Penelitian oleh G. Vidya Sagar dan koleganya pada tahun 2018 terus mengembangkan konsep penggunaan teknologi Bluetooth dalam otomasi rumah, kali ini dengan fokus pada kontrol lampu dan kipas menggunakan Arduino Nano. Mereka mempertimbangkan pentingnya mengembangkan solusi yang lebih terjangkau dan mudah diakses untuk otomatisasi rumah, mengingat kompleksitas dan biaya yang sering terkait dengan solusi yang ada di pasaran. Dengan memilih Arduino Nano dan modul Bluetooth, mereka mengembangkan sistem yang dapat memberikan kontrol yang efektif dan efisien terhadap perangkat rumah tangga melalui aplikasi Android. Metode penelitian mereka melibatkan pengembangan aplikasi Android yang user-friendly dan integrasi yang

baik antara modul Bluetooth dengan Arduino Nano. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa teknologi ini tidak hanya dapat memberikan solusi kontrol yang praktis dan ekonomis, tetapi juga memungkinkan untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang rumah pintar[5].

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam implementasi teknologi IoT untuk otomatisasi rumah tangga. Penggunaan modul Bluetooth dan mikrokontroler seperti Arduino Nano telah terbukti efektif dalam menciptakan sistem yang dapat meningkatkan kenyamanan, efisiensi energi, dan kemudahan pengendalian perangkat rumah tangga. Keandalan sistem-sistem ini dalam merespons perintah dari aplikasi smartphone, efisiensi dalam penggunaan daya, serta kemudahan instalasi dan penggunaan, menjadikannya solusi yang menarik bagi masyarakat yang semakin mengadopsi teknologi rumah pintar. Selain itu, penelitian-penelitian ini juga menggarisbawahi pentingnya pengembangan solusi yang terjangkau tanpa mengorbankan kualitas dan fungsionalitas, sehingga dapat diakses oleh sebanyak mungkin pengguna. Dengan terus berkembangnya teknologi IoT dan semakin matangnya ekosistem rumah pintar, potensi untuk mengembangkan solusi yang lebih cerdas dan terintegrasi semakin terbuka lebar.

Android Bluetooth Controller

Penggunaan aplikasi Android sebagai pengontrol dalam sistem pengendali pintar telah mengalami perkembangan signifikan berkat kemajuan teknologi komunikasi nirkabel dan perangkat mobile. Studi ini meneliti implementasi aplikasi Android Bluetooth Controller untuk mengontrol lampu dan kipas menggunakan modul Bluetooth dan Arduino Nano. Aplikasi ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan kontrol jarak jauh melalui Bluetooth, menyediakan kemudahan penggunaan, portabilitas, integrasi dengan sistem eksisting, dan kemampuan kustomisasi.



Gambar 1. Arduino Bluetooth Controller

Antarmuka pengguna (UI) dari aplikasi mencakup tombol dan slider untuk mengontrol perangkat, sementara modul Bluetooth Serial Port Profile (SPP) menangani komunikasi antara smartphone Android dan Arduino Nano. Penggunaan aplikasi ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan tetapi juga memberikan kontribusi pada efisiensi energi dan manajemen perangkat rumah tangga yang lebih baik[6].

Proses implementasi mencakup desain UI intuitif, integrasi dengan modul HC-05 untuk Bluetooth, pengembangan logika kontrol pada Arduino Nano, dan uji coba sistem untuk memastikan respons yang andal. Namun, aplikasi ini juga menghadapi tantangan seperti stabilitas koneksi Bluetooth, masalah keamanan, dan kompatibilitas perangkat Android[7].

Ke depan, pengembangan aplikasi Android Bluetooth Controller dapat meliputi integrasi dengan teknologi Wi-Fi atau jaringan mesh untuk meningkatkan fleksibilitas, serta penerapan kecerdasan buatan untuk optimalisasi pengaturan perangkat. Keamanan juga akan menjadi fokus penting untuk melindungi sistem dari ancaman potensial[8].

Secara keseluruhan, aplikasi Android Bluetooth Controller memiliki potensi besar untuk menjadi bagian integral dari ekosistem rumah pintar di masa depan, memberikan solusi yang lebih cerdas, efisien, dan aman bagi pengguna global. Inovasi terus-menerus dalam teknologi ini akan mendukung visi untuk meningkatkan kehidupan sehari-hari melalui rumah pintar yang terintegrasi dan cerdas[9].

Android Nano

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler paling diminati dalam komunitas elektronika dan pengembang perangkat keras. Dirancang untuk kompak dan efisien, Nano menonjol berkat ukurannya yang kecil namun dilengkapi dengan fitur lengkap, ideal untuk berbagai proyek elektronika.

Dengan mikrokontroler ATmega328P sebagai intinya, Arduino Nano mampu menyediakan 14 pin I/O digital, 8 pin input analog, dan kemampuan PWM. Ini membuatnya cocok untuk aplikasi yang memerlukan kontrol presisi dan interaksi

dengan lingkungan luar. Arduino Nano juga mendukung berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I2C, memungkinkan integrasi yang mudah dengan sensor dan perangkat lain.

Salah satu keunggulan Nano adalah kemudahan penggunaannya. Dengan desain yang memungkinkan pemasangan langsung ke breadboard, pengembang dapat melakukan prototyping tanpa soldering. Ini didukung oleh IDE Arduino yang populer, yang menyederhanakan pengkodean dan pengunggahan program.

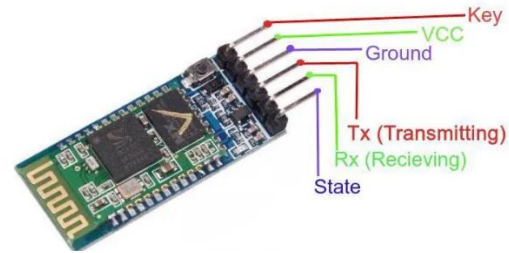
Meskipun demikian, Nano memiliki beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Salah satunya adalah keterbatasan jumlah pin I/O, yang mungkin membatasi kompleksitas proyek tertentu. Selain itu, meskipun memiliki spesifikasi mirip dengan Arduino Uno, beberapa fungsi mungkin sulit diakses karena batasan fisik papan.

Arduino Nano Every, versi terbaru, menawarkan peningkatan dengan prosesor ATmega4809 yang lebih kuat dan kapasitas RAM yang ditingkatkan, menjadikannya opsi yang lebih kuat untuk proyek-proyek yang membutuhkan performa lebih tinggi.

Secara keseluruhan, Arduino Nano tetap menjadi pilihan yang sangat baik bagi pengembang yang membutuhkan papan pengembangan mikrokontroler yang kompak, efisien, dan mudah digunakan. Dengan kombinasi ukuran yang kecil, fitur yang lengkap, dan dukungan luas dalam komunitas, Nano terus mendominasi dalam dunia proyek-proyek elektronika.

Modul Bluetooth HC-05

Modul Bluetooth HC-05 merupakan komponen yang populer dalam aplikasi sistem kendali dan komunikasi nirkabel. Modul ini berfungsi sebagai antarmuka untuk menghubungkan perangkat elektronik melalui komunikasi Bluetooth, dapat diatur dalam mode master atau slave untuk fleksibilitas dalam pengaturan komunikasi dua arah. HC-05 mendukung protokol komunikasi serial (UART) dengan kecepatan transfer data yang dapat disesuaikan dari 9600 bps hingga 115200 bps, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan transmisi data cepat dan andal[10].



Gambar 2. Modul Bluetooth HC-05
(Sumber: <https://made-in-china.com>)

Dalam konteks Internet of Things (IoT), modul HC-05 sering digunakan untuk menghubungkan sensor atau aktuator ke mikrokontroler, memungkinkan kontrol dan monitoring jarak jauh. Modul ini juga mendukung berbagai perintah AT (Attention Command) yang memudahkan konfigurasi parameter dan pengaturan komunikasi, seperti mengubah nama perangkat Bluetooth, mengatur mode koneksi, atau mengubah baud rate. Dengan jangkauan operasi sekitar 10 meter dan konsumsi daya rendah, modul ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan efisiensi energi, seperti perangkat portable atau sistem berbasis baterai.

Modul Bluetooth HC-05 mampu bekerja dalam dua mode, master dan slave, memberikan fleksibilitas dalam pengaturan komunikasi dua arah antara perangkat. Dalam mode master, HC-05 dapat memulai koneksi dengan perangkat Bluetooth lain, sedangkan dalam mode slave, modul ini hanya dapat menerima koneksi dari perangkat master. Spesifikasi teknis modul HC-05 meliputi versi Bluetooth 2.0+EDR, frekuensi operasi 2.4GHz ISM band, mendukung baud rate dari 9600 bps hingga 115200 bps, jangkauan operasi sekitar 10 meter, daya operasi 3.3V dengan regulator on-board, konsumsi daya sekitar 30mA dalam mode operasi dan 1mA dalam mode standby, serta antarmuka komunikasi UART[11].

Dimensi modul ini kompak, biasanya sekitar 27mm x 13mm. Modul ini mendukung perintah AT yang memungkinkan konfigurasi berbagai parameter modul dengan mudah, memberikan fleksibilitas tinggi dalam integrasi modul ke dalam berbagai aplikasi[12]. Fitur-fitur tersebut menjadikan modul Bluetooth HC-05 pilihan populer dalam pengembangan proyek elektronik DIY, prototipe, dan aplikasi komersial yang memerlukan komunikasi nirkabel yang handal dan mudah diimplementasikan[13].

Relay

Dalam era digital, teknologi Internet of Things (IoT) telah merevolusi cara kita berinteraksi dengan perangkat sehari-hari, terutama dalam pengendalian otomatis perangkat listrik seperti lampu dan kipas. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pengendali pintar yang memungkinkan pengguna mengontrol perangkat listrik melalui smartphone menggunakan modul Bluetooth dan Arduino Nano. Komponen kunci dalam sistem ini adalah relay, yang berfungsi sebagai saklar elektromekanis untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke perangkat yang dikontrol[14].

Relay adalah saklar elektromekanis yang dikendalikan oleh sinyal listrik kecil untuk mengontrol arus yang lebih besar. Relay terdiri dari elektromagnet (koil) dan satu atau lebih set kontak (saklar). Ketika arus listrik mengalir melalui koil, medan magnet yang dihasilkan menarik kontak saklar, mengubah statusnya dari terbuka menjadi tertutup atau sebaliknya. Jenis relay yang digunakan bervariasi, termasuk relay elektromekanis dan solid state relay (SSR), masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan tergantung pada aplikasi yang dimaksud[15].

Relay sering digunakan dalam aplikasi otomasi rumah karena kemampuannya untuk menangani arus dan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen kontrol elektronik lainnya. Dalam konteks pengendali pintar, relay diaktifkan atau dinonaktifkan berdasarkan perintah dari mikrokontroler seperti Arduino Nano yang menerima instruksi dari modul komunikasi seperti modul Bluetooth. Implementasi relay dalam sistem otomasi rumah melibatkan beberapa langkah penting, termasuk integrasi dengan mikrokontroler, penggunaan modul Bluetooth, dan koneksi listrik ke perangkat seperti lampu dan kipas.

Pada sistem pengendali pintar ini, relay dikendalikan oleh sinyal digital dari Arduino Nano. Proses implementasinya meliputi penerimaan sinyal dari modul Bluetooth yang terhubung dengan smartphone, pemrosesan sinyal oleh Arduino Nano, dan aktivasi relay untuk mengontrol perangkat listrik. Dengan kombinasi modul Bluetooth dan Arduino Nano, relay dapat dikendalikan secara efektif untuk mengontrol perangkat listrik berdasarkan perintah pengguna dari smartphone[16].

Pengembangan lebih lanjut dari sistem pengendali pintar ini dapat mencakup integrasi dengan teknologi lain seperti Wi-Fi, Zigbee, atau Z-Wave untuk meningkatkan jangkauan dan fleksibilitas. Selain itu, penerapan algoritma kecerdasan buatan (AI) dan machine learning dapat digunakan untuk membuat sistem yang lebih adaptif dan cerdas, mampu belajar dari kebiasaan pengguna dan mengoptimalkan penggunaan energi secara otomatis. Implementasi keamanan yang lebih kuat juga diperlukan untuk melindungi sistem dari akses tidak sah dan serangan siber.

Dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut, sistem pengendali pintar untuk pengontrolan lampu dan kipas memiliki potensi besar untuk menjadi bagian integral dari rumah pintar di masa depan. Penelitian dan inovasi lebih lanjut akan membantu mewujudkan visi ini, memberikan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan yang lebih besar bagi pengguna di seluruh dunia.

III. METODOLOGI

Metode penelitian ini mengikuti beberapa langkah utama yang sering digunakan dalam penelitian teknis atau ilmiah. Proses dimulai dengan mengidentifikasi dan mendeskripsikan masalah yang akan diteliti, yang melibatkan pemahaman konteks masalah, ruang lingkup, dan dampaknya. Setelah masalah terdefinisi, langkah berikutnya adalah menganalisis masalah tersebut, yang melibatkan penelitian awal untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi dan kebutuhan yang harus dipenuhi. Tahap berikutnya adalah studi pustaka, di mana peneliti mencari dan meninjau literatur yang relevan untuk memahami apa yang telah dilakukan sebelumnya dalam topik tersebut dan menemukan celah penelitian yang bisa diisi.

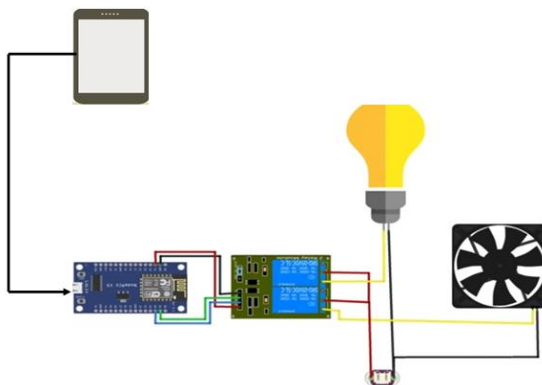
Selanjutnya, peneliti mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian, yang bisa berupa data primer (hasil eksperimen, survei) atau data sekunder (data yang telah dipublikasikan). Berdasarkan analisis masalah dan data yang telah dikumpulkan, peneliti membuat prototype atau model awal dari solusi yang diusulkan. Prototype ini kemudian diuji dan diproses, yang mencakup pengujian performa, validasi hasil, dan iterasi desain untuk menyempurnakan prototype. Setelah itu,

peneliti mengevaluasi apakah hasil yang didapat sudah sesuai dengan tujuan penelitian. Jika hasil tidak sesuai, peneliti kembali ke tahap analisis masalah untuk melakukan perbaikan dan iterasi lebih lanjut pada prototipe. Jika hasil sudah sesuai, peneliti menyusun laporan penelitian yang mendokumentasikan seluruh proses, temuan, analisis, dan kesimpulan dari penelitian tersebut. Proses penelitian ini bersifat siklus, memungkinkan iterasi di beberapa tahap hingga hasil yang diinginkan tercapai. Metode ini membantu memastikan bahwa solusi yang dihasilkan adalah yang terbaik dan paling sesuai dengan masalah yang diidentifikasi pada awal penelitian.



Gambar 1. Diagram Blok Perangkat Keras

Diagram blok yang ditampilkan menggambarkan sistem pengendali pintar yang dirancang untuk mengontrol lampu dan kipas menggunakan perangkat Android, modul Bluetooth, Arduino Nano, dan relay. Sistem ini berfungsi untuk memberikan kemudahan kontrol terhadap perangkat rumah tangga, memungkinkan pengguna untuk menghidupkan atau mematikan lampu dan kipas melalui smartphone mereka. Diagram blok ini menjelaskan setiap komponen dalam sistem dan aliran kerja keseluruhannya, dari input pengguna pada HP Android hingga aksi yang dilakukan pada lampu dan kipas.



Gambar 2. Skematik Perangkat Keras Sistem

Pada blok pertama dalam diagram ini adalah HP Android. Perangkat ini digunakan sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk

mengirimkan perintah kontrol ke sistem. Melalui aplikasi khusus yang berjalan di HP Android, pengguna dapat dengan mudah menghidupkan atau mematikan lampu dan kipas. Aplikasi ini biasanya memiliki antarmuka grafis yang sederhana dan intuitif, sehingga pengguna tidak memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam untuk

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh relevan dan akurat. Langkah pertama adalah desain dan perancangan sistem, yang melibatkan pembuatan diagram alir dan skema rangkaian elektronik. Diagram alir membantu dalam merencanakan aliran proses dari input pengguna hingga aksi pada perangkat yang dikendalikan, sementara skema rangkaian memberikan panduan detail tentang bagaimana komponen elektronik dihubungkan satu sama lain.

Pengujian fungsionalitas sistem adalah langkah penting berikutnya. Pada tahap ini, setiap komponen diuji untuk memastikan bahwa mereka berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian meliputi verifikasi koneksi Bluetooth antara HP Android dan modul Bluetooth, pengiriman dan penerimaan perintah kontrol, serta respons dari Arduino Nano dalam mengaktifkan atau menonaktifkan relay. Selain itu, pengujian juga dilakukan pada operasi lampu dan kipas untuk memastikan bahwa mereka merespons perintah dari sistem dengan benar.

Pengukuran kinerja sistem adalah tahap selanjutnya yang melibatkan pengumpulan data kuantitatif tentang berbagai parameter sistem. Beberapa parameter kinerja yang diukur meliputi latensi, keandalan, konsumsi daya, dan jangkauan Bluetooth. Latensi mengacu pada waktu yang diperlukan dari saat perintah dikirim dari HP Android hingga tindakan diambil oleh perangkat yang dikendalikan. Keandalan diukur dengan menguji seberapa sering sistem berhasil melaksanakan perintah tanpa kesalahan. Konsumsi daya diukur untuk memastikan bahwa sistem hemat energi, sementara jangkauan Bluetooth diuji untuk menentukan sejauh mana pengguna dapat mengontrol perangkat dari jarak jauh.

Metode analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dikembangkan dalam hal akurasi dan presisi. Analisis ini dimulai dengan pengumpulan data pengujian selama beberapa sesi uji coba. Data yang dikumpulkan mencakup hasil pengujian dari berbagai skenario, seperti menghidupkan dan mematikan perangkat dalam kondisi yang berbeda, serta mengukur respons sistem terhadap perintah yang diterima.

Pengukuran akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan nilai referensi yang telah ditetapkan sebelumnya. Misalnya, latensi sistem diukur dengan mengirimkan perintah dari HP Android dan mencatat waktu yang diperlukan hingga perangkat merespons. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan nilai referensi untuk menilai seberapa akurat sistem dalam melaksanakan perintah. Selain itu, deviasi dari nilai referensi dihitung untuk menentukan tingkat presisi dari sistem. Hasil analisis ini akan memberikan gambaran yang jelas tentang kinerja sistem dalam berbagai kondisi.

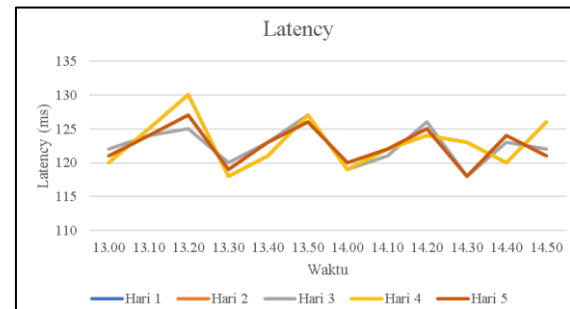
Hasil dari analisis data kemudian digunakan untuk mengevaluasi apakah sistem yang dikembangkan memenuhi tujuan penelitian. Jika hasil menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dan memenuhi semua kriteria yang telah ditetapkan, maka penelitian dianggap berhasil. Namun, jika terdapat masalah atau kekurangan, peneliti akan kembali ke tahap analisis masalah untuk melakukan perbaikan dan iterasi lebih lanjut pada prototipe. Proses iteratif ini memastikan bahwa sistem yang dihasilkan adalah solusi terbaik dan paling sesuai dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada awal penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem pengendalian pintar dalam mengontrol lampu dan kipas. Pengujian ini meliputi dua aspek utama: waktu respons dari pengiriman perintah hingga aksi dilakukan oleh sistem (latensi), dan keberhasilan eksekusi perintah.

Waktu Respon Pengiriman Data (Latency)

Pengujian waktu respons dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan dari saat perintah dikirimkan hingga aksi dilakukan oleh sistem. Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian waktu respons.



Gambar 3. Latency

Selama lima hari pengujian, sistem pengendali pintar menunjukkan waktu respons yang konsisten dan presisi tinggi. Pada hari pertama, rata-rata waktu respons adalah 122.5 ms dengan rentang antara 118 ms hingga 130 ms dan standar deviasi 3.89 ms, menunjukkan variasi kecil dan presisi yang tinggi. Hari kedua mencatat rata-rata waktu respons 122.1 ms, rentang 118 ms hingga 127 ms, dan standar deviasi 2.81 ms, menunjukkan konsistensi dan presisi yang lebih tinggi dibandingkan hari pertama. Pada hari ketiga, waktu respons rata-rata 122.3 ms dengan rentang 118 ms hingga 127 ms dan standar deviasi 2.83 ms, menandakan stabilitas dan efisiensi sistem. Hari keempat mencatat rata-rata 122.5 ms, rentang 118 ms hingga 130 ms, dan standar deviasi 3.92 ms, mirip dengan hari pertama dan menunjukkan pola konsisten dan presisi tinggi. Hari kelima mencatat rata-rata 122.1 ms dengan rentang 118 ms hingga 127 ms dan standar deviasi 2.81 ms, menunjukkan stabilitas dan keandalan yang tinggi. Secara keseluruhan, rata-rata waktu respons selama lima hari berada di kisaran 122.3 ms dengan standar deviasi rendah (antara 2.81 ms hingga 3.92 ms), menunjukkan performa yang stabil, konsisten, dan efisien. Rentang waktu respons 118 ms hingga 130 ms mengindikasikan bahwa sistem dapat diandalkan untuk merespons perintah dengan cepat dan konsisten di berbagai kondisi pengujian.

Pengujian Keberhasilan Eksekusi Perintah

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan kondisi tombol kipas dan lampu dengan status nyala kipas dan lampu

yang berlangsung selama 5 hari. Pengujian dilakukan setiap hari pada pukul 13.00 - 15.00.

Berdasarkan hasil pengujian selama lima hari, analisis keberhasilan eksekusi perintah menunjukkan bahwa sistem pengendalian pintar memiliki performa sangat baik. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah untuk menyalakan dan mematikan kipas serta lampu dari pukul 13.00 hingga 15.00 setiap hari, dengan total 20 pengujian untuk masing-masing perangkat.

Untuk kipas, setiap perintah untuk menyalakan dan mematikan kipas dieksekusi dengan benar sebanyak 20 kali dari 20 pengujian, memberikan tingkat keberhasilan 100%. Konsistensi yang tinggi ini menunjukkan kemampuan sistem dalam menginterpretasikan dan mengeksekusi perintah dengan akurasi tinggi tanpa kegagalan selama periode pengujian.

Hasil serupa diperoleh untuk lampu, di mana setiap perintah berhasil dieksekusi dengan benar sebanyak 20 kali dari 20 pengujian, juga menghasilkan tingkat keberhasilan 100%. Keberhasilan yang tinggi ini menunjukkan keandalan sistem dalam pengendalian perangkat, memastikan setiap perintah yang diberikan oleh pengguna dieksekusi dengan tepat waktu dan akurat.

Dari pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian pintar yang dikembangkan menunjukkan kinerja sangat baik dengan tingkat keberhasilan eksekusi perintah sebesar 100% untuk kedua perangkat yang diuji, yaitu kipas dan lampu. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat diandalkan dalam mengontrol perangkat dengan akurasi tinggi serta mampu menjaga konsistensi eksekusi perintah selama periode pengujian lima hari. Keandalan ini sangat penting dalam aplikasi praktis, di mana ketepatan dan kecepatan respons sangat dibutuhkan untuk memastikan kenyamanan dan efisiensi penggunaan perangkat.

V. PENUTUP

Penelitian ini telah berhasil menguji performa sistem pengendalian pintar selama lima hari dengan fokus pada waktu respon pengiriman data (latency) dan keberhasilan eksekusi perintah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki waktu respon rata-rata 122.3 ms dengan variasi kecil dan standar deviasi antara 2.81 ms hingga 3.92 ms, serta rentang waktu respon antara 118 ms hingga 130 ms. Hal ini menunjukkan konsistensi dan stabilitas performa yang tinggi, mengindikasikan bahwa sistem bekerja secara efisien dan presisi. Selain itu, sistem menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dalam mengeksekusi perintah untuk menyalakan dan mematikan kipas serta lampu selama lima hari, menunjukkan keandalan dan akurasi yang sangat tinggi.

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa saran telah diajukan. Pengujian dalam berbagai kondisi lingkungan yang berbeda perlu dilakukan untuk memastikan stabilitas performa sistem. Fungsi monitoring real-time juga harus ditambahkan untuk mendeteksi dan menanggulangi potensi masalah performa dengan cepat. Selain itu, perluasan skala pengujian dengan menambah jumlah perangkat dan memperpanjang periode pengujian akan membantu menguji kestabilan dan konsistensi sistem dalam jangka panjang. Pengujian beban juga penting untuk mengetahui performa sistem di bawah kondisi penggunaan intensif. Pengembangan algoritma yang lebih canggih untuk memprediksi dan mengoptimalkan waktu respon akan meningkatkan efisiensi sistem. Terakhir, peningkatan aspek keamanan dalam sistem sangat penting untuk mencegah akses tidak sah dan memastikan kontrol perangkat hanya dapat dilakukan oleh pengguna yang berwenang.

Dengan mengikuti saran-saran ini, sistem pengendalian pintar dapat terus ditingkatkan dalam hal keandalan, efisiensi, dan keamanannya, sehingga dapat memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik dan mendukung penggunaan yang lebih luas dalam berbagai aplikasi praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. V. Haryanto, R. Puspasari, and U. P. Utama, "Rancang Bangun Monitoring Penerangan Ruangan Menggunakan Kamera Berbasis Komputer Dengan Metode Fuzzy Logic," *It*, vol. 4, no. 2, pp. 192–201.
- [2]. P. G. Patil, S. R. Naik, R. M. Wani, and A. K. Pishoroty, "Home Automation Using Bluetooth and Arduino," *International Journal of Computer Applications*, vol. 89, no. 15, pp. 1-5, Mar. 2014.
- [3]. A. Nayyar and V. Puri, "Smart Home Automation System Using Bluetooth Technology," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 5, no. 4, pp. 455-458, Apr. 2016.
- [4]. H. Kumar, S. Kumar, and A. Bhatnagar, "Home Automation System Using Bluetooth and Arduino," *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 450-455, May 2017.
- [5]. G. V. Sagar, V. G. Gupta, and M. V. Sharma, "Bluetooth Based Home Automation System Using Arduino," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 7, no. 6, pp. 1234-1238, Jun. 2018.
- [6]. J. Haartsen, "The Bluetooth Radio System," *IEEE Personal Communications*, vol. 7, no. 1, pp. 28-36, Feb. 2000.
- [7]. E. Siegel, "Internet of Things with Bluetooth: Opportunities and Challenges," in *Proc. IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, Singapore, Feb. 2018, pp. 224-229.
- [8]. Bluetooth SIG, "Serial Port Profile Specification," Bluetooth SIG, Kirkland, WA, USA, Specification, 2007.
- [9]. P. Gupta and S. Jha, "Bluetooth Technology and Its Applications with JAVA and J2ME," McGraw-Hill, New York, NY, USA, 2015.
- [10]. D. Pavithra and R. Balakrishnan, "IoT based monitoring and control system for home automation," in *Proc. 2015 Global Conference on Communication Technologies (GCCT)*, Thuckalay, India, Apr. 2015, pp. 169-173.
- [11]. K. Scarfone and J. Padgett, "Guide to Bluetooth Security," National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, NIST Special Publication 800-121 Rev. 1, 2008.
- [12]. Suharjo, L. N. Rahayu, and R. Afwah, "Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang," *Tek. Elektro, Politek. negeri Semarang*, vol. Vol.13, no. 1, pp. 7–12, 2015.
- [13]. A. Afifuddin, "Penerapan Metode Fuzzy Untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 3, no. 1, pp. 31–38, 2019.*
- [14]. P. A. R. Hakim, A. Budijanto, and B. Widjanarko, "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID," *J. IPTEK*, vol. 22, no. 2, pp. 9–18, 2019, doi: 10.31284/j.iptek.2018.v22i2.259.
- [15]. D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekurangan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *J. Inform. Upgris*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.
- [16]. R. Savitri, "Genius Loci Permukiman Bansir Laut di Kota Pontianak," vol. 18, no. 1, 2021.

Hak Cipta

Semua naskah yang tidak diterbitkan, dapat dikirimkan di tempat lain. Penulis bertanggung jawab atas ijin publikasi atau pengakuan gambar, tabel dan bilangan dalam naskah yang dikirimkannya. Naskah bukanlah naskah jiplakan dan tidak melanggar hak-hak lain dari pihak ketiga. Penulis setuju bahwa keputusan untuk menerbitkan atau tidak menerbitkan naskah dalam jurnal yang dikirimkan penulis, adalah sepenuhnya hak Pengelola. Sebelum penerimaan terakhir naskah, penulis diharuskan menegaskan secara tertulis, bahwa tulisan yang dikirimkan merupakan hak cipta penulis dan menugaskan hak cipta ini pada pengelola.