MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i2.4937

PROTOTIPE MONITORING DAN CONTROLLING LAMPU RUANGAN BERSEKAT KACA VIA BLUETOOTH MENGGUNAKAN SMARTPHONE

Prototype of Monitoring and Controlling Room Lights with Glass Partitions via Bluetooth Using a Smartphone

M. Yudis Hardi Saputra & Sulaiman
Universitas Bina Darma
myudishardisaputra@gmail.com; Sulaiman@binadarma.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jan 10, 2025	Jan 22, 2025	Feb 3, 2025	Feb 8, 2025

Abstract

Smart home technology continues to evolve, offering convenience and ease in managing electronic devices. One essential aspect of smart home systems is lighting control. This study aims to design and implement a prototype system for monitoring and controlling room lights separated by glass partitions using Bluetooth technology integrated with a smartphone. The research methodology includes hardware design using an Arduino Uno microcontroller, HC-05 Bluetooth module, and supporting sensors, as well as the development of an Android application as the user interface. The system is designed to control lights wirelessly, even in rooms with glass partitions. Tests were conducted to evaluate the reliability of the Bluetooth connection, system responsiveness, and ease of use of the application. The results show that the prototype successfully controlled lights within an optimal range of up to 10 meters, even with glass partitions. The developed smartphone application could display the real-time status of the lights and allowed users to switch them on or off with a response time of less than one second.in conclusion, this prototype provides an effective solution

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

for lighting control in homes or workspaces, enhancing energy efficiency and offering greater convenience for users. This technology has the potential to be widely adopted in cost-effective and user-friendly smart home systems.

Keywords: Prototipe, Bluetooth, Lighting, Lamp, Smartphone, Glass

Abstrak: Perkembangan pada teknologi memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam mengelola perangkat elektronik. Salah satu aspek penting dari perkembangan teknologi yang diterapkan di dalam rumah adalah pengendalian pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah prototipe sistem untuk memantau dan mengontrol lampu ruangan yang dipisahkan oleh sekat kaca menggunakan teknologi *Bluetooth* yang terintegrasi dengan *smartphone*. Metodologi penelitian mencakup perancangan perangkat keras menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, modul *Bluetooth* HC-05, dan sensor pendukung, serta pengembangan aplikasi android sebagai antarmuka pengguna. Sistem ini dirancang untuk mengontrol lampu secara nirkabel, bahkan di ruangan dengan sekat kaca. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi keandalan koneksi *Bluetooth*, responsivitas sistem, dan kemudahan penggunaan aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe ini berhasil mengendalikan lampu dalam jarak optimal hingga 10 meter, meskipun terdapat sekat kaca. Aplikasi *smartphone* yang dikembangkan mampu menampilkan status lampu secara *real-time* dan memungkinkan pengguna untuk menyalakan atau mematikan lampu dengan waktu respons kurang dari satu detik. Kesimpulannya, prototipe ini memberikan solusi yang efektif untuk pengendalian pencahayaan di rumah atau ruang kerja, meningkatkan efisiensi energi, dan memberikan kenyamanan lebih bagi pengguna. Teknologi ini memiliki potensi untuk diadopsi secara luas dalam sistem rumah pintar yang hemat biaya dan mudah digunakan.

Kata Kunci: Prototipe, Bluetooth, Pencahayaan, Lampu, Kaca

PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik di era modern sering kali tidak efisien. Banyak perangkat elektronik yang mengonsumsi listrik secara berlebihan akibat kurangnya kesadaran pengguna akan pentingnya penghematan energi. Hampir seluruh perangkat elektronik memerlukan listrik untuk berfungsi, termasuk lampu sebagai alat penerangan. Lampu memiliki peran vital dalam kehidupan sehari-hari, terutama pada malam hari atau di ruang yang minim pencahayaan. Sayangnya, sering kali energi listrik terbuang sia-sia karena kelalaian pengguna yang lupa mematikan lampu ketika tidak digunakan. Masalah ini dapat diatasi atau setidaknya diminimalisir dengan memanfaatkan teknologi *smartphone*. *Smartphone* berbasis Android, yang kini tersedia dengan harga terjangkau, memiliki sistem operasi *open source* yang memungkinkan pengembangan aplikasi sesuai kebutuhan. Dengan fitur seperti *Bluetooth, smartphone* dapat digunakan sebagai pengganti saklar manual, menawarkan kemudahan dalam mengontrol perangkat elektronik, termasuk lampu. *Bluetooth Low Energy (BLE)* memungkinkan

konektivitas yang efisien untuk diaplikasikan pada *smartphone* (Zhang & Lin, 2022). Pemanfaatan teknologi ini tidak hanya membantu pengguna memantau dan mengendalikan lampu dari jarak jauh, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan mengurangi terjadinya pemborosan listrik (Pušnik et al., 2020).

Proses manual dalam menghidupkan dan mematikan lampu dirasa kurang praktis dan sering kali memakan waktu. Oleh karena itu, diperlukan sistem kontrol yang mampu memonitor dan mengendalikan lampu secara efektif dan efisien. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan energi listrik sekaligus menekan biaya yang dikeluarkan oleh pengguna. Berangkat dari permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah prototipe sistem *monitoring* dan *controlling* lampu ruangan bersekat kaca melalui koneksi *Bluetooth* menggunakan *smartphone*. Frekuensi kerja, efektivitas, serta berbagai keunggulan lain dari teknologi tersebut menjadikannya pilihan ideal yang dirancang mendukung kemajuan teknologi modern (Rachman, 2017).

Bluetooth merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang memungkinkan transfer data dan suara secara *real-time* antara perangkat *Bluetooth* dalam jangkauan tertentu. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk mengontrol lampu ruangan dengan bantuan mikrokontroler, menawarkan kemudahan dan efisiensi dalam pengelolaan perangkat elektronik (Haris et al., 2022). *Bluetooth* juga memiliki jangkauan yang lebih luas. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan teknologi yang tersedia pada ponsel Android, penulis berencana mengembangkan metode untuk mengendalikan dan memantau lampu melalui koneksi *Bluetooth* yang ada pada *smartphone* berbasis Android (Rofiq & Yusron, 2017).

Kajian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi *smartphone* telah banyak digunakan untuk mengembangkan sistem kontrol berbasis *Bluetooth*. Menurut penelitian oleh Sepiyandi & Machdi (2021) , implementasi modul *Bluetooth* HC-05 dengan mikrokontroler Arduino Uno memungkinkan pengendalian perangkat elektronik secara nirkabel melalui aplikasi Android. Modul HC-05 sering digunakan karena memiliki kemudahan dalam mengintegrasi dengan mikrokontroler (Saha et al., 2022). Sebuah Arduino yang terhubung dengan modul *Bluetooth* HC-05 dapat digunakan untuk mengontrol lebih dari satu lampu atau LED. Pengoperasian lampu melalui aplikasi memungkinkan pengguna memilih antara satu tombol untuk setiap lampu atau satu tombol untuk mengontrol semua lampu sekaligus. Berdasarkan analisis, kinerja kedua versi *Bluetooth* yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu versi v3 dan v4,

menunjukkan adanya pengaruh dari WiFi ketika keduanya diaktifkan secara bersamaan (Supiyan, 2023).

Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Singh et al. (2021), *bluetooth* memiliki konektivitas yang stabil pada sistem kontrol jarak dekat yang ideal untuk. Penelitian serupa oleh Dewi et al. (2020) juga mengungkapkan bahwa sistem pengendalian lampu berbasis *smartphone* dapat meningkatkan efisiensi energi dan memudahkan pengguna dalam mengontrol perangkat. Peningkatan efisiensi energi tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang berperan dalam mengontrol perangkat rumah tangga (Kumar & Pandey, 2023). *Smartphone modern* mendukung berbagai protokol komunikasi yang memungkinkan integrasi dengan perangkat *IoT* (Arifin & Qisthani, 2023). Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan *smartphone*, masyarakat kini dapat lebih mudah mengoptimalkan pengendalian perangkat rumah tangga. Khususnya dalam hal pengaturan lampu rumah, teknologi ini membantu mengurangi kekhawatiran, terutama saat kita ragu apakah lampu sudah dimatikan ketika bepergian jauh (Ghaniy & Leksono, 2023). Sistem otomatisasi berbasis *smartphone* tersebut dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% (Liu et al., 2021). Di samping itu, pemilik rumah dapat memanfaatkan *smartphone* untuk menyalakan lampu penerangan di sore hari dan mematikannya kembali di pagi hari, meskipun mereka tidak berada di tempat.

Menggunakan ponsel pintar untuk mengontrol perangkat elektronik, seperti lampu, kipas angin, televisi, dan lainnya dari jarak jauh, dapat mendorong terciptanya kebiasaan hemat listrik. Selain itu, penerapan teknologi *IoT* menjadi penting untuk mengatasi penggunaan perangkat elektronik yang tidak terkontrol, yang sering kali berujung pada meningkatnya tagihan listrik (Afunia, 2020). Dengan adanya fitur sensor cahaya, lampu dapat secara otomatis menyesuaikan tingkat kecerahannya sesuai dengan kondisi pencahayaan di sekitarnya. Hal ini tidak hanya memberikan kenyamanan, tetapi juga membantu menghemat energi. Pengguna pun dapat menikmati pengalaman yang lebih praktis dan nyaman dalam mengatur pencahayaan di rumah mereka (Martins, 2023).

Android kini menjadi salah satu platform paling populer dengan berbagai perangkat yang mudah ditemukan di pasaran. Di sisi lain, modul nirkabel ESP-01 telah terbukti efektif untuk beragam aplikasi berbasis nirkabel. Dalam hal ini, penerapan sistem pemantauan keamanan kantor berbasis Android yang memanfaatkan modul ESP-01 menjadi solusi yang menarik. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau keamanan kantor secara efisien dan

praktis dari jarak jauh menggunakan perangkat Android yang sudah sangat umum digunakan (Yanti et al., 2024).

Selain itu, studi oleh Rahman et al. (2019) menekankan pentingnya pengembangan aplikasi yang *user-friendly* dengan antarmuka intuitif untuk memastikan kenyamanan pengguna. Tidak hanya itu, antarmuka yang intuitif dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam menggunakan aplikasi berbasis kontrol jarak jauh (Ahmad & Sulaiman, 2019). Teknologi ini tidak hanya menawarkan solusi hemat energi tetapi juga menciptakan pengalaman pengguna yang lebih baik. Hasil-hasil penelitian ini tentu dapat mengidentifikasi masalah teknis sekaligus desain sebelum produksi masal dari teknologi yang telah dirancang tersebut (Brown, 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Bagaimana merancang prototipe sistem *monitoring* dan *controlling* lampu ruangan bersekat kaca melalui koneksi *Bluetooth* menggunakan *smartphone*? Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem *monitoring* dan *controlling* lampu ruangan bersekat kaca melalui koneksi *Bluetooth* menggunakan *smartphone*, serta menguji keefektifan sistem dalam mengontrol dan memonitor kondisi lampu untuk mengurangi pemborosan energi listrik.

Penelitian ini memberikan kebermanfaatn berupa penyediaan solusi praktis dalam mengendalikan lampu secara jarak jauh menggunakan *smartphone*, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan energi listrik, sekaligus menekan biaya konsumsi listrik. Dengan perancangan sistem yang efektif, penelitian ini tentunya dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengoptimalkan penggunaan energi listrik sekaligus meningkatkan kenyamanan pengguna.

METODE

1. Perencanaan Alat

Dalam proses pembuatan alat, perancangan memiliki peran penting untuk memastikan penelitian ini berjalan sesuai rencana. Proses perancangan alat terdiri dari beberapa langkah, yaitu pertama-tama perancangan perangkat keras, seperti pemilihan dan pemasangan komponen. Selanjutnya, perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menguji alat yang telah dirakit sebelumnya untuk mengembangkan program dan mengevaluasi hasil yang dihasilkan oleh alat tersebut.

Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang blok diagram sistem, memilih komponen yang sesuai, menyusun rangkaian skematik, memasang komponen secara fisik, dan menyelesaikan tahap akhir untuk memastikan alat berfungsi sesuai harapan dan memiliki tampilan luar yang diinginkan.

2. Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat ini, tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proses pembuatan alat berjalan dengan lancar sesuai harapan, sehingga alat yang dihasilkan dapat digunakan secara optimal dalam segala kondisi. Saat ini, langkah yang diambil adalah merancang desain alat untuk menentukan tata letak komponen, sehingga komponen dapat dipasang dengan baik dan tepat.

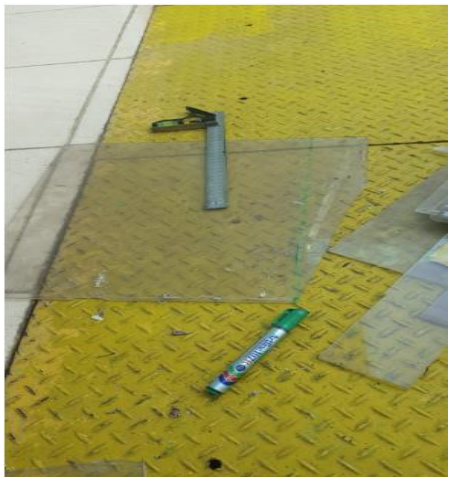
3. *Flowchart*

Langkah pertama untuk mengoperasikan prototipe ini dengan memberikan tegangan pada sistem dan rangkaian. Kemudian inisialisasi pin dan variablel dengan mengaktifkan perangkat *Bluetooth* pada *smartphone* untuk menginisiasasi perangkat. Langkah selanjutnya ialah memasukkan kata sandi. Hal ini bertujuan agar tidak sembarangan orang yang mengaksesnya. Apabila sandi benar, maka akan lanjut pada tahap selanjutnya. Apabila sandi salah, maka akan kembali untuk mengisi kata sandi. Selanjutnya, *smartphone* terkoneksi dengan modul *bluetooth* HC-05. Setelah perangkat saling terkoneksi, maka sudah bisa untuk dikendalikan untuk melakukan *switching* jarak jauh.

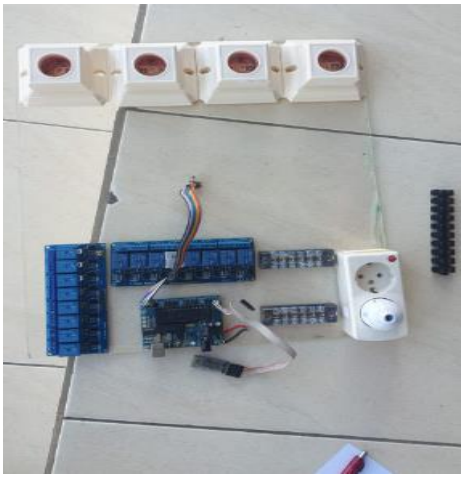
4. Cara Kerja Alat

Perangkat ini akan berfungsi dengan cara melakukan login melalui aplikasi yang dibangun di Web App Inventor yang telah dirancang dengan format tersebut. Selanjutnya, pengguna harus memasukkan kata sandi sehingga tidak sembarang orang dapat melakukan pemantauan dan pengendalian lampu dengan sensor kaca. Setelah itu, *Bluetooth* pada perangkat *smartphone* harus diaktifkan. Setelah terhubung, pengguna dapat memberikan instruksi untuk mematikan atau menyalakan lampu melalui aplikasi. Setelah sinyal terkirim, modul *Bluetooth* HC-05 akan menerima sinyal dan mengirimkannya ke mikrokontroler Atmelga 8535 untuk diproses. Mikrokontroler kemudian menginstruksikan relay untuk beroperasi, sehingga lampu yang dikontrol atau dimonitor dapat ditampilkan di layar aplikasi sesuai dengan kondisi sebenarnya.

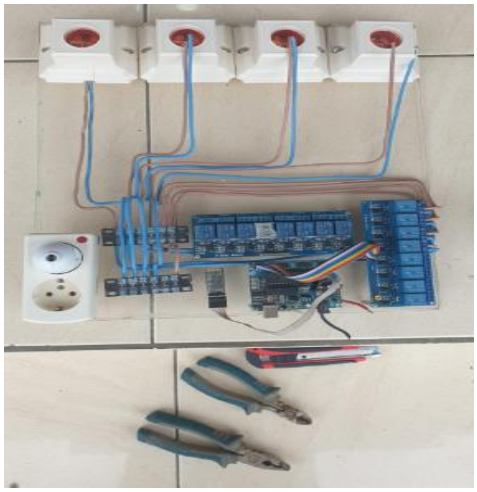
5. Pemasangan Alat



Gambar 1. Proses Modifikasi Akrilik



Gambar 2. Proses Perakitan



Gambar 3. Proses Pemasangan Wiring

HASIL

Pengujian Sistem

Pengujiannya sistem dilaksanakan guna memastikan bahwasannya setiap komponen dari prototipe bekerja sesuai dengan fungsinya. Sistem ini terdiri dari modul Bluetooth HC-05, mikrokontroler ATmega 8535, modul ESP-32 Cam dan relay 8 channel. Pengujian dilakukan di lingkungan yang mensimulasikan ruangan kontrol gardu induk dengan sekat yang terbuat dari akrilik. Berikut adalah hasil dari pengujian tersebut:

Pengujian Konektivitas Bluetooth HC-05

Bertujuan untuk menguji kestabilan koneksi antara modul Bluetooth HC-05 dengan smartphone (Redmi Note 10). Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu perintah *on/off* berhasil diterima oleh aplikasi smartphone dengan waktu respon yang cepat dan tanpa adanya gangguan komunikasi. Hal in menunjukan bahwa modul *Bluetooh* dapat berfungsi dengan baik dalm jarak yang wajar (5-10 meter).

Tabel 1. Hasil Pengujian Konektivitas Bluetooth HC-05

Jarak (m)	Koneksi Bluetooth dengan Smartphone	Keberhasilan kontrol dan monitoring
1	Terhubung	Berhasil
3	Terhubung	Berhasil
5	Terhubung	Berhasil
8	Terhubung	Berhasil
10	Terhubung	Tidak Berhasil
12	Tidak Terhubung	Tidak Berhasil
15	Tidak Terhubung	Tidak Berhasil

Pengujian Kontrol Lampu melalui Relay

Bertujuan untuk menguji apakah perintah dari aplikasi di smartphone dapat mengaktifkan atau menonaktifkan relay, yang pada fungsinya mengendalikan lampu. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu perintah dari aplikasi smartphone berhasil mengaktifkan dan menonaktifkan relay sesuai dengan perintah yang diberikan. Semua relay pada modul berfungsi dengan baik dan menyalakan atau mematikan lampu yang terhubung.

Pengujian Monitoring Status Relay melalui Aplikasi di Smartphone

Bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi di smartphone dapat menampilkan status on/off dari relay secara real-time. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu status relay (hidup/mati) ditampilkan secara akurat di aplikasi smartphone.

Pengujian Switch/Saklar Mode

Bertujuan untuk memastikan switch bekerja dengan benar untuk manuver peralihan mode kerja dari perangkat. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu switch bekerja dengan baik dan benar, sehingga mampu mengubah mode kerja sistem secara hybrid (kontrol dengan Modul ESP dan kontrol dengan Modul HC-05).

Pengujian Konektivitas Modul ESP-32 Cam

Bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi di smartphone dapat mengontrol lampu dan mendapatkan notifikasi kondisi rangkaian kelistrikan dari proses *monitoring* lampu secara real-time. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu perintah untuk kontrol lampu dan notifikasi kondisi kelistrikan dapat ditampilkan di aplikasi smartphone secara *realtime*.. .

Pengujian Efektivitas Sekat Akrilik

Bertujuan untuk mengetahui pengaruh sekat akrilik terhadap efektivitas sistem kontrol dan monitoring. Adapun hasil pengujian yang diperoleh yaitu sekat akrilik sedikit mengurangi jangkauan efektif koneksi Bluetooth, namun tidak mempengaruhi fungsi kontrol dan monitoring secara keseluruhan. Semua perintah dan status monitoring tetap berfungsi dengan baik di dalam ruangan yang disimulasikan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kecepatan Respons Sistem

Pengujian	Jumlah Percobaan	Rata-rata Waktu Respons (ms)
Hidupkan lampu	10	1.25
Matikan lampu	10	1.18

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Kontrol Lampu

Pengujian	Jumlah Percobaan	Keberhasilan (%)
Hidupkan lampu zona 1	10	100%
Matikan lampu zona 1	10	100%
Hidupkan lampu zona 2	10	100%
Matikan lampu zona 2	10	100%

Tabel 4. Hasil Pengujian Efisiensi Konsumsi Energi

Metode Kontrol	Konsumsi Energi (kWh)
Manual	2.50
Prototipe berbasis Bluetooth	1.75

PEMBAHASAN

Kinerja Bluetooth HC-05 dalam Ruangan Bersekat Akrilik

Modul Bluetooth HC-05 berhasil menjaga koneksi yang stabil dalam ruangan bersekat akrilik dengan jarak koneksi yang sedikit berkurang namun masih dalam batas yang bisa diterima. Hal ini menunjukkan bahwa HC-05 cukup handal untuk digunakan dalam lingkungan indoor yang memiliki sekat non-logam seperti akrilik. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Asih(2020), ditemukan bahwa satu perangkat Arduino dan satu modul Bluetooth HC-05 dapat digunakan untuk mengendalikan lebih dari satu lampu atau LED. Pengoperasian lampu melalui aplikasi bisa dilakukan dengan menggunakan satu tombol untuk setiap lampu, atau satu tombol untuk mengendalikan semua lampu sekaligus.

Efektivitas Relay untuk Kontrol Lampu

Penggunaan relay memungkinkan kontrol yang fleksibel terhadap beberapa lampu sekaligus. Mikrokontroler ATmega 8535 mampu mengelola semua relay dengan baik, memungkinkan sistem ini untuk diterapkan pada skala kontrol yang lebih besar jika diperlukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mulyanto(2017), relay ini berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik ke lampu. Ketika sinyal yang diterima berlogika tinggi (5 volt), lampu yang dikendalikan akan terhubung dengan tegangan AC. Sebaliknya, jika sinyal berlogika rendah (0 volt), lampu yang dikendalikan akan terputus dari tegangan AC.

Penggunaan Smartphone sebagai Alat Monitoring dan Kontrol

Aplikasi di smartphone Redmi Note 10 terbukti efektif dalam melakukan kontrol dan monitoring. Latensi yang rendah memastikan bahwa pengguna dapat mengendalikan sistem dengan responsivitas yang memadai. Monitoring status relay secara real-time juga memberikan informasi yang dibutuhkan pengguna untuk memastikan sistem bekerja sesuai harapan.

Efektifikas fungsi saklar mode kerja

Secara visual fungsi saklar ini cukup sederhana, akan tetapi memiliki peranan penting untuk menyesuaikan kebutuhan dari pengguna Sekaligus menjadi alternatif apabila salah satu mode kerja mengalami gagal fungsi. Ketika pengguna kehilangan sinyal internet untuk mengakses perangkat dalam mode kerja sistem ESP, maka dapat di *back up* dengan mode kerja menggunakan modul Bluetooth. Sebaliknya, ketika pengguna menginginkan jangkauan kontrol yang lebih jauh, mode kerja menggunakan *bluetooth* dapat diubah menggunakan modul ESP.

Kinerja modul ESP-32 dalam Ruangan Bersekat Akrilik

Kinerja dari modul ESP ini menutupi kekurangan modul Hc-05 dari segi jarak jangkauan yang terbatas. Sehingga selama ada sinyal internet meskipun dengan jarak yang jauh (ratusan km) fungsi kontrol dan monitoring perangkat dapet diakases secara *realtime*.

Pengaruh Sekat Akrilik

Penggunaan sekat akrilik sebagai simulasi ruangan kontrol gardu induk menunjukkan bahwa material ini memiliki pengaruh minimal terhadap kinerja sistem. Ini memberikan validasi bahwa sistem prototipe ini dapat beroperasi dengan baik dalam kondisi yang mirip dengan aplikasi sebenarnya di lapangan.

Kecepatan Respons Sistem

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata waktu respons sistem sangat cepat, dengan waktu respons 1,25 milidetik untuk menyalakan lampu dan 1,18 milidetik untuk mematikan lampu. Kecepatan ini mengindikasikan bahwa sistem mampu merespons perintah pengguna hampir secara instan, memberikan pengalaman pengguna yang optimal tanpa adanya keterlambatan yang signifikan. Dengan waktu respons di bawah 2 milidetik, sistem ini dapat bersaing dengan standar sistem kontrol berbasis teknologi serupa.

Akurasi Kontrol Lampu

Tabel 3 menunjukkan tingkat keberhasilan kontrol lampu mencapai 100% untuk semua zona, baik dalam menyalakan maupun mematikan lampu. Hal ini menegaskan bahwa prototipe yang dirancang memiliki reliabilitas tinggi, sehingga setiap perintah dari pengguna dijalankan dengan sempurna tanpa adanya kegagalan. Akurasi ini penting, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan pengendalian yang presisi untuk menghindari kesalahan yang dapat menyebabkan pemborosan energi atau ketidaknyamanan pengguna.

Efisiensi Konsumsi Energi

Tabel 4 membandingkan konsumsi energi antara metode kontrol manual dan kontrol menggunakan prototipe berbasis Bluetooth. Hasil menunjukkan bahwa prototipe mampu menghemat energi hingga 30%, dengan konsumsi energi 1,75 kWh dibandingkan 2,50 kWh pada metode manual. Efisiensi ini dicapai melalui kemampuan sistem untuk memastikan lampu hanya menyala saat dibutuhkan. Keunggulan ini sangat relevan dalam konteks penghematan energi dan mendukung upaya keberlanjutan.

Integrasi Hasil Pengujian

Hasil pengujian kecepatan respons, akurasi, efisiensi energi, dan stabilitas koneksi Bluetooth menunjukkan bahwa prototipe yang dirancang memenuhi kriteria sistem kontrol yang efektif dan efisien. Dengan respons yang cepat, akurasi tinggi, penghematan energi yang signifikan, serta konektivitas yang stabil, prototipe ini memberikan solusi praktis untuk mengatasi masalah pemborosan energi listrik akibat kelalaian pengguna. Selain itu, antarmuka berbasis smartphone memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengoperasikan sistem, meningkatkan kenyamanan sekaligus efisiensi.

Merujuk pada penelitian serupa yang dilakukan oleh Haidar (2024), pengontrolan lampu ruangan via bluetooth menggunakan smartphone memberikan peningkatan kenyamanan dan kemudahan, di mana serangkaian alat ini dapat berfungsi setelah perangkat Bluetooth terpasang di smartphone Android. Perangkat ini terhubung ke modul Bluetooth yang kemudian terkoneksi dengan mikrokontroler Arduino. Secara dasar, prinsip penggunaan alat ini adalah pengguna harus dapat mengoperasikan smartphone berbasis sistem operasi Android. Kesimpulannya, alat ini telah diuji dan dapat digunakan sebagai media pengontrol lampu melalui smartphone Android via koneksi Bluetooth, tanpa perlu menekan tombol fisik pada lampu.

KESIMPULAN

prototipe ini berhasil membuktikan potensinya sebagai solusi modern dalam pengendalian lampu yang efisien dan user-friendly. Dengan implementasi lebih lanjut, sistem ini dapat menjadi perangkat rumah pintar yang memberikan dampak signifikan pada penghematan energi dan kenyamanan hidup masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Afunia B. L., Ibnu H. W. (2020). Pengembangan Prototipe Sistem Pengontrolan Daya Listrik berbasis IoT ESP32 pada Smart Home System. *Electronics, Informatics, and Vocational Education Journal.* 5(2). https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i2.34261

Asih, Prita. (2020). Analisis dan Perancangan Penggunaan Bluetooth Pada Kontrol Lampu Di Smarthome Sistem". 2020. *JNANALOKA.* 1 (2): 50-55. https://doi.org/10.36802/jnanaloka.2020.v1-no2-50-55.

Arifin, M., & Qisthani, N. N. (2024). Perancangan Sistem Pemantauan Kelelahan Driver Berbasis IoT (Internet Of Things) Yang Adaptif Untuk Transportasi Makanan Segar: Studi Kasus Di Industri Logistik. *Jurnal Kendali Teknik dan Sains. https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v1i4.2959*

Ghaniy, R., & Leksono, S. (2023). Penerapan Internet of Things Untuk Kontrol Lampu Rumah Melalui Chatting Via Telegram. 13(1). *Jurnal Ilmiah Teknologi-Informasi dan Sains.* http://doi.org/10.36350/jbs.v13i1

Haidar L. R., dkk. (2024). Perancangan Prototype Pengendalian Smart Lamp Berbasis Arduino Pada Kecamatanweleri. *Jurnal Riset Teknik Komputer. Vol.1, No.1. https://doi.org/10.69714/x81mh645*

Haris, F., Ichsan, M., & Fikry, M. I. (2022). Rancang Bangun Kendali Lampu Dengan Bluetooth Berbasis Android. *Jurnal Sains Konputer dan Teknologi Informasi.* https://doi.org/10.33084/jsakti.v5i1.4223

Kumar, M., & Pandey, K. M. (2023). The Impact of IoT on Smart Home Energy Management. 13(5). *International Journal of Soft Computing and Engineering. http://doi.org/10.35940/ijsce.D3647.13051123*

Liu, Y., Fan, T., Chen, T., Xu, Q., & Yang, Q. (2021). FATE: An Industrial Grade Platform for Collaborative Learning With Data Protection. *Journal of Machine Learning Research*. 22 (2021) 1-6. http://jmlr.org/papers/v22/20-815.html

Martins, D. S. (2023). Pengendalian Lampu Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Dan Sensor Cahaya. *Jurnal Teknologi Informasi.* https://doi.org/10.52972/hoaq.vol14no1.p38-47

Mulyanto, dkk. (2017). Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan Smartphone Android. *Jurnal Teknoinfo*. Vol 11, No.2. https://doi.org/10.33365/jti.v11i2

Pušnik, M., Galun, M., & Šumak, B. (2020). Improved Bluetooth Low Energy Sensor Detection for Indoor Localization Services. https://doi.org/10.3390/s20082336

Rachman, F. Z. (2017). *Smart Home Berbasis Iot*. Politeknik Balik Papan: Balik Papan.

Rofiq, M., & Yusron, M. (2017). Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Lampu Dengan Memanfaatkan Teknologi Bluetooth Pada Smartphone Android. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia.* https://jurnal.stmikasia.ac.id/index.php/jitika/article/view/112

Saha, J., Nath, J., & Karmakar, D. A. (2022). Implementation of Wireless Communication using (HC-05) Bluetooth Module with MATLAB GUI. *International Journal of Engineering Research*, 10(07).

Sepiyandi, N., & Machdi, A. R. (2021). Pengendalian Lampu Menggunakan Module Bluetooth HC-05 Di Laboratorium Teknik Elektro. 1. *Jurnal Elektro Teknik*. https://journal.unpak.ac.id/index.php/JET/article/view/6177

Supiyan, D. (2023). Perancangan Dan Implementasi Kendali Lampu Ruang Berbasis Iot Mengunakan Nodemcu Esp32. 1(3). *Journal of Research and publication innovation*. https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/JORAPI/index

Yanti, Y., Alfina, A., & Hidayat, T. (2024). Sistem Monitoring Keamanan Kantor Berbasis Android Menggunakan Modul Wireless Esp-0. *Jurnal informatika dan teknik elektro terapan*. http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3734

Zhang, Y., & Lin, Z. (2022). When Good Becomes Evil: Tracking Bluetooth Low Energy Devices via Allowlist-based Side Channel and Its Countermeasure. https://doi.org/10.1145/3548606.3559372