

Sistem Kendali Otomatis Ruang Kelas Berbasis ESP32 Pada Universitas Widya Dharma Pontianak

Felix Liando¹, Genrawan Hoendarto², Jimmy Tjen³

Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma Pontianak

¹21421434_felix_l@widyadharma.ac.id, ²genrawan@widyadharma.ac.id, ³jimmy_tjen@widyadharma.ac.id

Abstract

With the advancement of technology, Building Automation has become a critical aspect of building management, reducing the need for manual control. In this context, the Internet of Things (IoT) technology plays a crucial role by providing innovative solutions to realize the concept of Building Automation. At Universitas Widya Dharma Pontianak (UWDP), one recurring issue is the reliance on manual control of devices such as Air Conditioners (AC) and lights. Often, after the completion of lecturing sessions or any academic-related activities, electronic devices such as: ACs and lights are left active, which led to power waste. Therefore, IoT can serve as a potential solution to address these control limitations. The implementation of this automation control system is expected to significantly reduce the need for manual control of lights and ACs. This system facilitates the transition toward a more efficient and practical device management approach through a specially designed mobile Android application. After the implementation of this system, users can control lamps and air conditioners in real-time, anytime and anywhere, according to their preferences. This enhances convenience and simplifies device management in classrooms without requiring physical presence inside the classroom.

Keywords: Automation Control System, Infrared, Internet of Things, Arduino

Abstrak

Seiring dengan perkembangan teknologi, *Building Automation* telah menjadi aspek penting dalam pengelolaan bangunan. Dengan otomatisasi yang canggih, kebutuhan akan pengelolaan manual semakin berkurang. Dalam konteks ini, teknologi *Internet of Things* (IoT) memainkan peran krusial dengan menyediakan solusi yang inovatif untuk mewujudkan konsep *Building Automation*. Pada Universitas Widya Dharma Pontianak (UWDP), salah satu masalah yang sering dihadapi adalah ketergantungan pada pengontrolan manual perangkat seperti *air conditioner* (AC) dan lampu. Seringkali setelah selesainya kegiatan perkuliahan, perangkat seperti AC dan lampu tidak dimatikan oleh pengguna ruangan. Oleh karena itu, IoT dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini. Dengan diterapkannya sistem kendali otomatis ini, diharapkan proses pengontrolan secara manual terhadap perangkat lampu dan AC dapat diminimalisir. Sistem ini memungkinkan pengalihan kendali perangkat menuju pengontrolan yang lebih efisien dan praktis melalui aplikasi *mobile* berbasis Android yang telah dirancang secara khusus. Setelah diterapkannya sistem ini, pengguna dapat mengontrol perangkat lampu dan AC sesuai dengan preferensi pengguna secara *real-time* dimanapun dan kapanpun, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan kemudahan pengelolaan perangkat di ruang kelas tanpa perlu hadir secara langsung di dalam ruang kelas.

Kata Kunci: Inframerah, Internet of Things, Sistem Kendali Otomatis, Arduino

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, *Building Automation* telah menjadi aspek penting dalam pengelolaan bangunan secara mudah. *Building Automation System* merupakan sebuah pemrograman, komputerisasi, dari peralatan elektronik yang memonitor dan mengontrol sistem mekanis dalam sebuah gedung, baik berdasarkan waktu yang telah ditetapkan sebelumnya atau secara komputerisasi, sehingga sistem kontrol dan monitoring dapat dilakukan dengan mudah^[1]. Untuk membentuk sebuah *Building Automation System*, diperlukan sebuah sistem kontrol. Sistem kontrol otomatis telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul disekitarnya dengan cara yang lebih mudah, efisien dan efektif^[2]. Sistem kontrol hadir mengurangi peran yang perlu dilakukan oleh manusia, sistem kontrol dapat mengerjakan sesuatu secara otomatis sehingga mempermudah pekerjaan operator atau pengguna suatu perangkat^[3]. Dengan otomatisasi yang canggih, kebutuhan akan pengelolaan manual semakin berkurang. Dalam konteks ini, teknologi *Internet of Things* (IoT) memainkan peran krusial dengan menyediakan solusi yang inovatif untuk mewujudkan *Building Automation*. *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep yang mengacu pada objek yang terhubung ke jaringan internet dan dapat saling bertukar data dengan sedikit campur tangan manusia. Teknologi IoT telah mengubah cara orang berinteraksi dengan peralatan elektronik dalam kehidupan sehari-hari.

Pada Universitas Widya Dharma Pontianak (UWDP), salah satu masalah yang sering dihadapi adalah ketergantungan pada pengontrolan manual perangkat seperti *air conditioner* (AC) dan lampu. Seringkali setelah selesainya kegiatan perkuliahan, perangkat seperti AC dan lampu tidak dimatikan oleh pengguna ruangan, yang mengakibatkan pemborosan energi. Selain itu, kurangnya sistem pemantauan dan pengendalian kondisi ruang kelas secara *real-time* membuat sulit untuk memastikan bahwa semua perangkat telah dimatikan setelah digunakan. Sebagai

solusi, teknologi IoT menawarkan sistem yang dapat mengintegrasikan dan mengotomatisasi kontrol terhadap perangkat-perangkat tersebut. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan IoT pada sistem kendali otomatis ruang kelas adalah *microcontroller* NodeMCU ESP32. NodeMCU ESP32 adalah sistem hemat daya pada *microcontroller* yang terintegrasi Wi-Fi dan Bluetooth *dual-mode*. Penerapan IoT berbasis *microcontroller* NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama memungkinkan sistem untuk menghubungkan sensor-sensor melalui jaringan internet.

Penerapan IoT dalam sistem kendali otomatis ruang kelas menggunakan NodeMCU ESP32 memungkinkan pengendalian perangkat AC dan lampu melalui aplikasi *mobile* Android dari jarak jauh secara *real-time*. Solusi ini memberikan manfaat yang besar dalam aspek aksesibilitas, peningkatan kenyamanan dan pemantauan kondisi ruang kelas pada UWDP. Sistem kendali ini juga menyediakan fitur histori akses dan penjadwalan, sehingga memungkinkan pengelolaan jadwal ruangan yang lebih baik dan terstruktur. Keunggulan utama dari sistem yang dirancang adalah kemampuan untuk melakukan pengontrolan terhadap perangkat lampu dan AC dari jarak yang jauh melalui aplikasi *mobile* Android secara *real-time*.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis ingin merancang sebuah sistem kendali otomatis ruang kelas pada Universitas Widya Dharma Pontianak. Sistem kendali otomatis ini akan dirancang dengan *interface* yang mudah untuk dimengerti, sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan pengontrolan terhadap perangkat lampu dan AC pada ruang kelas dengan mudah dan nyaman. Pemanfaatan NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama menghadirkan solusi terhadap masalah yang dihadapi dengan memberikan kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian kondisi ruang kelas secara *real-time*. Dengan demikian, perancangan sistem kendali otomatis ini diharapkan dapat memungkinkan pengalihan kendali perangkat menuju pengontrolan yang lebih efisien dan praktis melalui aplikasi *mobile* berbasis Android yang telah dirancang secara khusus.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan jurnal, penulis menggunakan rancangan penelitian deskriptif, dimana pada penelitian ini akan melibatkan analisis tentang bagaimana teknologi IoT dapat diterapkan untuk mengontrol perangkat lampu dan AC di dalam ruang kelas pada Universitas Widya Dharma Pontianak. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. **Metode Wawancara:** Metode wawancara melibatkan interaksi dengan pengguna yang masih menggunakan sistem kendali konvensional. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi mendetail mengenai kebutuhan, masalah, dan pengalaman pengguna dalam mengelola perangkat lampu dan AC di dalam ruang kelas melalui kendali konvensional.
- b. **Metode Observasi:** Metode observasi melibatkan pengamatan secara langsung terhadap pengguna yang masih menggunakan sistem kendali konvensional. Observasi yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis masalah yang sering terjadi seperti efisiensi waktu, kenyamanan, dan kepraktisan dalam pengendalian perangkat.
- c. **Metode Studi Kepustakaan:** Metode studi kepustakaan mencakup penelusuran berbagai literatur terkait, seperti buku, *e-book*, dan sumber informasi relevan lainnya yang berkaitan dengan sistem kendali otomatis ruang kelas menggunakan *microcontroller* NodeMCU ESP32. Melalui rujukan dari penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti dapat membangun landasan teori serta memahami praktik nyata dalam merancang sistem kendali otomatis berbasis *microcontroller* untuk ruang kelas

Teknik analisis sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Unified Modeling Language* (UML). Dengan menggunakan teknis analisis data UML, penulis dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang sistem kendali otomatis ruang kelas yang sedang dianalisis dan dapat digunakan sebagai dasar acuan untuk merancangan atau mengembangkan sistem kendali otomatis ruang kelas berbasis *microcontroller*. Teknik perancangan sistem yang digunakan penulis dalam membangun sistem kendali otomatis ruang kelas adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman C dengan Arduino IDE, perancangan *database* dengan *Firebase*, dan perancangan aplikasi dengan bahasa pemrograman Flutter melalui Visual Studio Code.

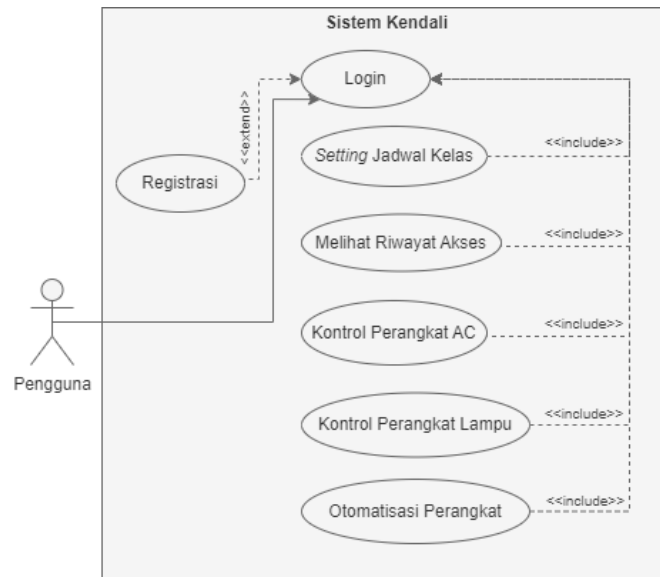
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistem Kendali Otomatis Ruang Kelas Berbasis Microcontroller Pada Universitas Widya Dharma Pontianak

Sistem kendali otomatis ruang kelas yang dirancang berbasis *microcontroller* NodeMCU ESP32, berfungsi untuk mengontrol perangkat AC melalui sensor *infrared transmitter* dan lampu melalui modul *relay*. NodeMCU ESP32, sebagai pusat kendali utama memanfaatkan koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data menuju *server* atau *database*. Sistem ini dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi pada perangkat dengan sistem operasi Android, yang memungkinkan pengguna untuk melihat status perangkat, mengontrol perangkat, serta mengatur preferensi otomatisasi. Permodelan perancangan aplikasi yang akan dibuat disajikan menggunakan sistem berorientasi objek yaitu:

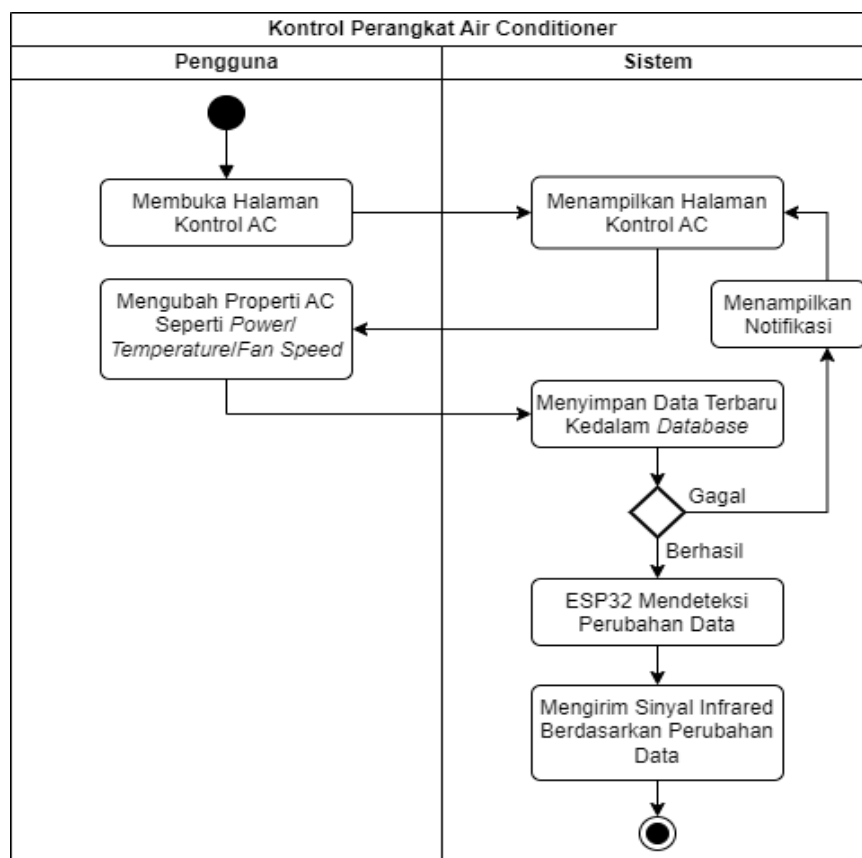
Diagram *use case* pada Gambar 1 menggambarkan rancangan sistem kendali otomatis ruang kelas berbasis *microcontroller* pada Universitas Widya Dharma Pontianak. Sebelum dapat mengakses fitur-fitur di dalam sistem, pengguna perlu melakukan *login* terlebih dahulu. Setelah melakukan proses *login*, pengguna akan dapat mengakses fitur-fitur seperti *setting* jadwal kelas, melihat riwayat akses, mengontrol perangkat AC, mengontrol perangkat lampu, dan

otomatisasi perangkat

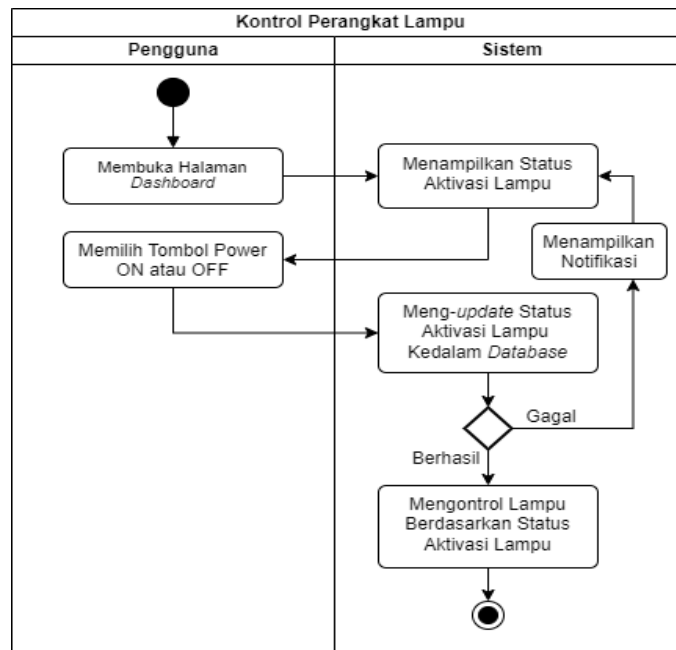


Gambar 1. Diagram Use Case Aplikasi

Cara kerja diagram aktivitas kontrol perangkat AC pada Gambar 2 adalah pengguna dapat membuka halaman kontrol AC. Sistem kemudian akan menampilkan halaman kontrol AC. Pada halaman tersebut pengguna dapat melakukan pengontrolan terhadap perangkat AC yaitu dengan mengubah properti *power*, *fan speed* dan *temperature* yang dimiliki oleh AC. Setiap perubahan yang dilakukan oleh pengguna akan disimpan ke dalam *database*. Data inilah yang kemudian akan digunakan oleh *microcontroller* NodeMCU ESP32 untuk melakukan aksi tertentu. Apabila data gagal tersimpan ke dalam database maka sistem akan memberikan notifikasi. *Microcontroller* NodeMCU ESP32 kemudian akan mendeteksi setiap perubahan yang terjadi pada kondisi perangkat melalui data yang tersimpan di dalam *database* dan akan mengirim sinyal *infrared* berdasarkan perubahan data tersebut.

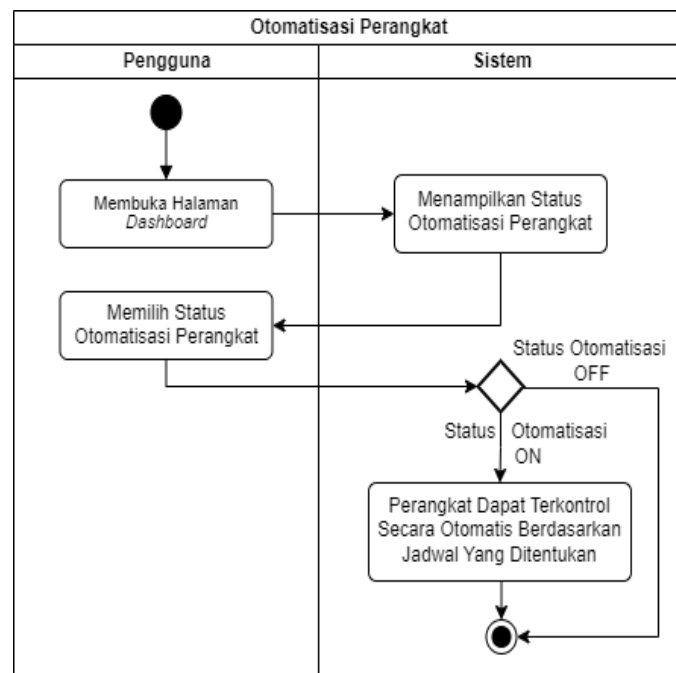


Gambar 2. Diagram Aktivitas Kontrol Perangkat AC



Gambar 3. Diagram Aktivitas Kontrol Perangkat Lampu

Cara kerja diagram aktivitas kontrol perangkat lampu pada Gambar 3 adalah pengguna dapat mengakses halaman *dashboard*. Sistem kemudian akan menampilkan halaman *dashboard* beserta status aktivasi lampu. Pada halaman *dashboard*, pengguna dapat memilih status aktivasi menyalakan atau mematikan lampu. Status aktivasi ini akan disimpan ke dalam database. NodeMCU ESP32 kemudian akan mengontrol lampu berdasarkan status aktivasi lampu yang tersimpan di dalam database.



Gambar 4. Diagram Aktivitas Otomatisasi Perangkat

Cara kerja diagram aktivitas otomatisasi pada Gambar 4 adalah pengguna dapat membuka halaman *dashboard*. Sistem kemudian akan menampilkan halaman *dashboard* beserta status otomatisasi perangkat. Pada halaman *dashboard*, pengguna dapat mengubah status otomatisasi perangkat. Apabila status otomatisasi dinyalakan, maka perangkat dapat terkontrol secara otomatis berdasarkan jadwal otomatisasi yang telah ditentukan oleh pengguna di dalam aplikasi. Sedangkan apabila status otomatisasi dimatikan, maka perangkat tidak akan terkontrol secara otomatis berdasarkan jadwal yang ditentukan.

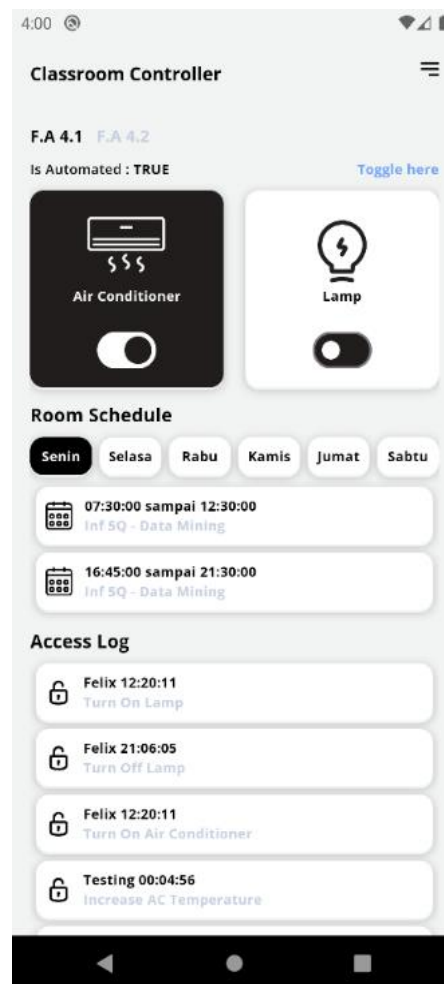
3.2 Pengoperasian Aplikasi

Pengoperasian aplikasi kendali yang digunakan untuk mengontrol perangkat di dalam ruang kelas melibatkan beberapa langkah yaitu:

- a) **Login:** Pengguna diwajibkan untuk memiliki akun yang telah ter-autorisasi sebelum melakukan login. Pengguna dapat melakukan login dengan memasukkan *email* dan *password* yang dimiliki oleh pengguna sebelum dapat mengakses berbagai fitur yang terdapat di dalam aplikasi.
- b) **Otomatisasi Kendali:** Pengguna dapat mengubah status otomatisasi kendali perangkat. Apabila status otomatisasi dinyalakan, maka perangkat dapat terkontrol sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Sedangkan apabila status otomatisasi dimatikan, perangkat tidak akan terkontrol secara otomatis.
- c) **Mengontrol Perangkat Lampu dan AC:** Pengguna dapat melakukan pengontrolan terhadap status aktivasi perangkat lampu. Pengguna juga dapat melakukan pengontrolan terhadap *power*, *fan speed* dan *temperature* perangkat AC. Pengontrolan ini dapat dilakukan secara *real-time*. Dengan antarmuka yang sederhana, pengguna dapat dengan mudah menyalakan atau mematikan lampu, serta mengatur mode operasi AC sesuai preferensi.
- d) **Setting Jadwal:** Pengguna dapat melakukan *setting* jadwal untuk menentukan jadwal otomatisasi pengontrolan otomatis status aktivasi perangkat lampu dan AC. Jadwal yang diatur mencakup waktu penggunaan ruangan untuk sesi kuliah pagi dan waktu penggunaan ruangan untuk sesi kuliah sore.
- e) **Logout:** Setelah pengguna telah selesai menggunakan aplikasi. Fitur *logout* dapat digunakan untuk keluar dari sistem, sehingga penyalahgunaan aplikasi oleh pihak tidak dikenal dapat dihindari dan data beserta pengaturan tetap terlindungi dengan aman.

3.3 Tampilan Antar Pengguna

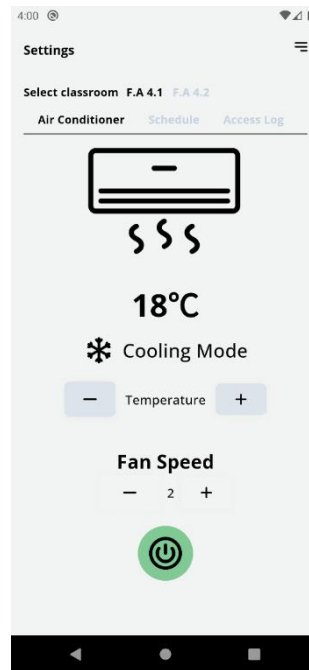
a) Tampilan Halaman Dashboard



Gambar 5. Tampilan Halaman Dashboard

Pada Gambar 5 ditampilkan halaman *dashboard*. Pada halaman dashboard, pengguna dapat melihat status aktivasi perangkat AC dan lampu di dalam ruang kelas. Selain melihat dashboard, pengguna dapat mengubah status aktivasinya juga dengan mengoperasikan *switch button* yang ada pada bagian bawah *icon* perangkat. Pengguna juga dapat melihat jadwal yang telah ditetapkan pada ruang kelas tersebut, beserta riwayat akses pada hari tersebut. Terdapat juga *button* bertuliskan “Toggle Here” yang berfungsi untuk mengatur status otomatisasi perangkat pada ruang kelas.

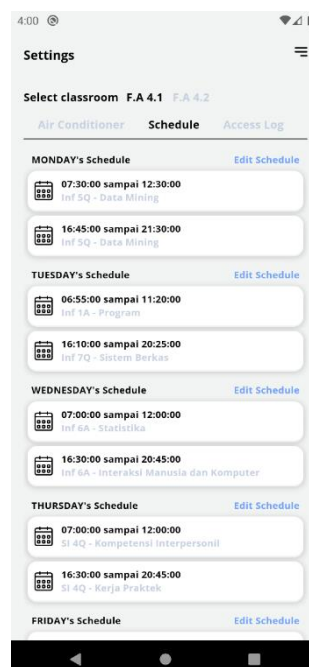
b) Tampilan Halaman Kontrol AC



Gambar 6. Tampilan Halaman Kontrol AC

Pada Gambar 6 ditampilkan halaman kontrol AC. Pada halaman kontrol AC, pengguna dapat mengubah status aktivasi AC dengan menekan tombol *power*. Tombol berwarna hijau melambangkan status aktivasi AC yang sedang menyala, sedangkan tombol berwarna merah melambangkan status aktivasi AC yang sedang mati. Pengguna juga dapat mengubah nilai *fan speed* dan *temperature* dengan menekan tombol '-' atau '+'. Terdapat juga label yang menunjukkan kondisi *temperature* dan *fan speed* terkini agar memudahkan pengguna dalam mengubah kondisi AC.

c) Tampilan Halaman Setting Jadwal

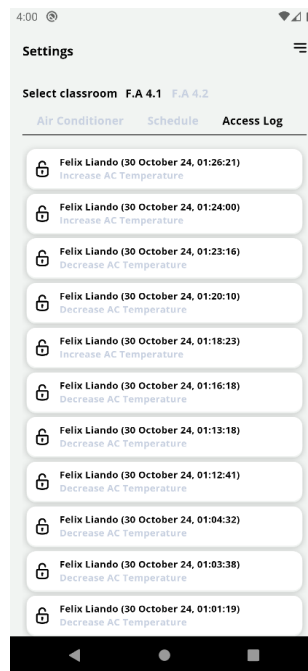


Gambar 7. Tampilan Halaman Setting Jadwal

Pada Gambar 7 ditampilkan halaman *setting* jadwal. Pada halaman *setting* jadwal, pengguna dapat melihat seluruh jadwal yang telah ditentukan untuk ruangan yang dipilih. Jadwal inilah yang kemudian akan digunakan untuk melakukan otomatisasi perangkat. Pada halaman ini, pengguna juga dapat mengakses halaman *edit* jadwal yang berfungsi untuk mengubah jadwal pada hari yang dipilih. Halaman ini dirancang dengan antarmuka yang simpel untuk memudahkan pengguna dalam mengatur waktu operasi perangkat secara efisien, sehingga mendukung otomatisasi yang

sesuai dengan aktivitas di ruangan tersebut.

d) Tampilan Halaman Riwayat Akses

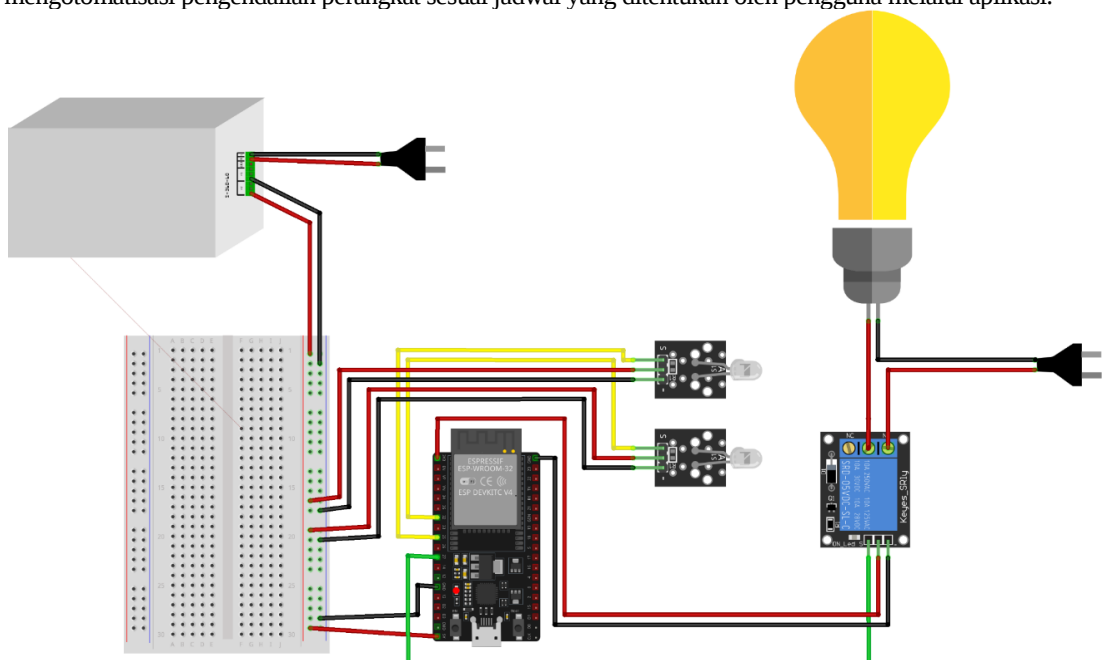


Gambar 8. Tampilan Halaman Riwayat Akses

Pada Gambar 8 ditampilkan halaman riwayat akses. Pada halaman riwayat akses, pengguna dapat melihat seluruh riwayat akses yang telah dilakukan pada ruangan yang sedang dipilih. Riwayat akses mencakup perubahan status aktivasi lampu dan perubahan kondisi-kondisi pada AC berupa, perubahan *fan speed*, perubahan *temperature* dan perubahan status aktivasi AC.

3.4 Implementasi Perangkat Keras Sistem

Perangkat keras dibangun untuk membantu pengguna dalam mengendalikan perangkat-perangkat di dalam ruang kelas secara otomatis, *real-time*, dan tanpa dipengaruhi oleh jarak. Yaitu dengan memanfaatkan sensor-sensor dan mengintegrasikannya dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32. NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang membaca data dari *database*. Komponen perangkat keras, seperti *relay* berfungsi untuk mengatur daya perangkat dan sensor *infrared transmitter* untuk melakukan komunikasi dengan perangkat AC. Integrasi ini memungkinkan sistem untuk mengotomatisasi pengendalian perangkat sesuai jadwal yang ditentukan oleh pengguna melalui aplikasi.



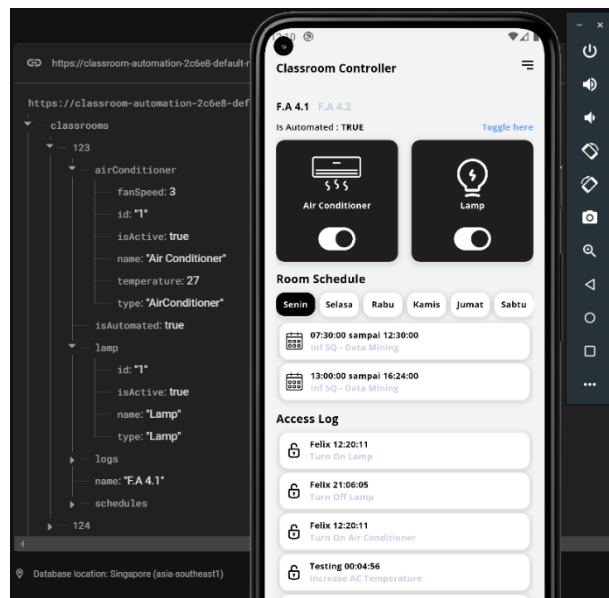
Gambar 9. Rangkaian Sistem Kendali Otomatis Ruang Kelas

Tabel 1. Keterangan Rangkaian Kabel

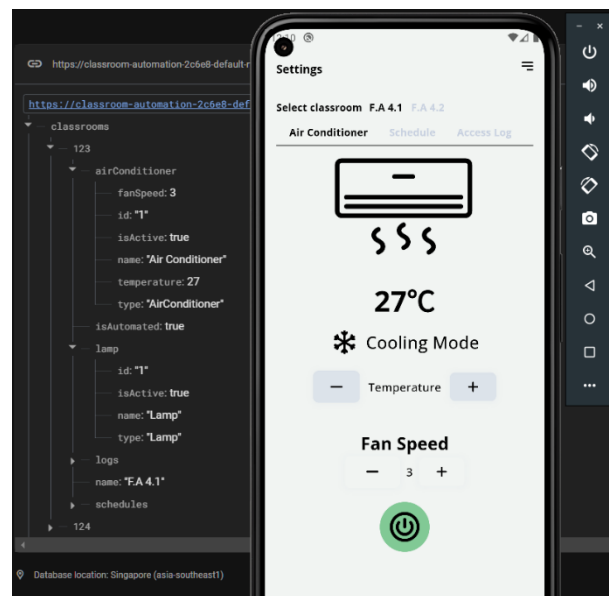
No.	Kabel	Keterangan
1.	Merah	Sebagai kutub positif catudaya yang menuju ke perangkat seperti <i>infrared transmitter</i> , <i>relay</i> 5V, lampu dan <i>microcontroller</i> NodeMCU ESP32 untuk mengaktifkan perangkat-perangkat tersebut.
2.	Hitam	Sebagai kutub negatif catudaya yang menuju ke perangkat seperti <i>infrared transmitter</i> , <i>relay</i> 5V, lampu dan <i>microcontroller</i> NodeMCU ESP32 untuk mengaktifkan perangkat-perangkat tersebut.
3.	Hijau	Menghubungkan <i>Input</i> dari <i>relay 5V single channel</i> menuju pin GPIO 27 mikrokontroler NodeMCU ESP32 untuk melakukan kontrol terhadap aliran listrik perangkat lampu.
4.	Kuning	Menghubungkan <i>Input Data</i> dari sensor <i>Infrared Transmitter</i> menuju pin GPIO 25 dan 26 <i>microcontroller</i> NodeMCU ESP32.

3.5 Pengujian Realtime Database

Pengujian *realtime database* bertujuan untuk memastikan bahwa data yang tertampil di dalam sistem telah sesuai dengan data yang tersimpan di *firebase realtime database*. Pengujian ini juga dilakukan untuk memverifikasi kecepatan sinkronisasi antara aplikasi dan *database*, sehingga perubahan data dapat ditampilkan secara akurat, tanpa keterlambatan secara *real-time*. Hal ini penting untuk menjaga konsistensi informasi kondisi perangkat.



Gambar 10. Perbandingan Data Status Aktivasi dengan Database



Gambar 11. Perbandingan Data Kondisi AC dengan Database

4. PENUTUP

Berdasarkan perancangan dan pengujian sistem kendali otomatis ruang kelas. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Prototipe sistem kendali otomatis ruang kelas yang dirancang dapat mengontrol perangkat lampu dan AC pada ruang kelas secara *real-time* melalui aplikasi Android dengan baik.
- b. Melalui pengujian *black box testing*, sistem kendali otomatis ruang kelas dapat berfungsi dengan baik pada perangkat yang diujicobakan. Sistem kendali ini dapat membantu pengguna untuk melakukan pengontrolan terhadap perangkat lampu dan AC yang ada pada ruang kelas secara *real-time* tanpa dipengaruhi oleh jarak.
- c. Fitur otomatisasi mematikan perangkat lampu dan AC ruang kelas berdasarkan jadwal otomatisasi yang telah ditentukan pada sistem kendali dapat berfungsi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kustori, Rachman Denny. (September 2021). "*Rancangan Pemasangan Building Automation System (BAS) Pada Gedung Utama Politeknik Penerbangan Surabaya*" Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya. Vol. 6, No. 3: Hal 1
- [2] J. Tupalessy, Denny R Pattiapon, Emy Loppies. (Juni 2017). "*Perancangan Sistem Kontrol Menggunakan PLC CP 1L Dengan I/O = 6/4 Untuk Menggerakkan Mesin AC Maupun DC*" Jurnal Simetrik. Vol. 7, No. 1: Hal 1
- [3] David Setiawan, Hamzah, Usaha Situmeang. (2019) "*Analisis Efisiensi Penerapan Sistem Kontrol Lampu Jalan Di Universitas Lancang Kuning Pekanbaru*" Prosiding Seminar Nasional Pakar ke 2. Hal 1
- [4] Mokoginta Deyidi, Tahir Usman, Alfita Riza, Syafaat Mokhammad, Setiawan Heri, Harnyoto, Widiastuti Sri, Saputro Adi Kurniawan, dan Rahmawati Diana. (2024). *Eksplorasi Aneka Warna Dalam Teknik Elektro*. Cendikia Mulia Mandiri. Batam.
- [5] Yudhanto Yudho, dan Azis Abdul. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT) (1st ed.)*. UNS Press. Surakarta.
- [6] Sulistyorini Dwi Ermavianti Wahyu, dan Susilowati Ani. (2021). *Perawatan Wajah, Badan (Body Massage), dan Waxing SMK/MAK Kelas XII*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [7] Hussain Chaudhery Mustansar, dan Sia Paolo Di. (2022). *Handbook of Smart Materials, Technologies, and Devices*. Springer International Publishing. Cham.
- [8] Widharma I Gede Suputra, dan Wiranata Lalu Febrian. (2022). *Mikrokontroler dan Aplikasi (1st ed.)*. Wawasan Ilmu. Kaliwedi.
- [9] Budijanto Arief, Winardi Slamet, dan Susilo Kunto Eko. (2021). *Interfacing ESP32*. Scopindo Media Pustaka. Surabaya.
- [10] Masril M. Abrar, Aritionang Mhd. Adi Setiawan, Saputra Mohammad Harry Khomas, Mulia Sandy Bhawana, Simatupang Frengki, Hasan, Nurjannah Deasy Rosanti, Iskandar Rachmat, Andaria Alex Copernikus, Caniago Deosa Putra, Hernando Luki, dan Yuniarto Wendhi. (2024). *Mikrokontroler dan Arduino*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah. Agam.
- [11] Syaputra Rizki, dan Ganda Yusmi Putra Wira. (2019). *Happy Flutter*. Udacoding. Banten.
- [12] Syaputra Rizki, dan Wiraganda Yusmi Putra. (2019). *Enjoy Flutter*. Udacoding. Banten.
- [13] Hasan Nur Fitrianiingsih, Wati Vera, Sapulette Shella Gilby, Supadmini Sri, Wartono, Limba Franco Benony, Isfaatun Eliya, Purwanto, Tarigan Wico J., dan Suparman Ade. (2023). *Dasar Analisa Perancangan Sistem Informasi*. Cendikia Mulia Mandiri. Batam.