



Rancang Bangun Sistem Pengharum Ruangan Berbasis Real Time Clock Dan Penjadwalan Android

Design and Construction of an Air Freshener System Based on Real Time Clock and Android Scheduling

Yafao mabe Lamboe¹, Lola Prastika Hasibuan², Amalya Syohiba³, Firmansyah⁴,
Devita Permata Sari⁵, Nirwan Sinuhaji⁶

Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Indonesia

Email: yafaomabelomberz@gmail.com¹, amalyasyohiba8@gmail.com², lola7338hasibuan@gmail.com³,
firmanmanpirpir@gmail.com⁴, devitaginting5@gmail.com⁵, nirwansinuhaji@yahoo.co.id⁶

Article Info

Article history :

Received : 26-01-2026

Revised : 28-01-2026

Accepted : 30-01-2026

Published : 01-02-2026

Abstract

Indoor air comfort is a crucial aspect affecting occupant ambiance and productivity. This research aims to design and implement an automatic air freshener system based on an ESP32 microcontroller, equipped with a Real-Time Clock (RTC) module and an Android application for spray scheduling. The system is designed to allow users to flexibly set spray times through a wirelessly connected Android application, while the RTC maintains spray timing accuracy even in the event of a power outage. The research methodology included requirements analysis, hardware and software design, implementation, and functional testing. Test results indicate that the system can operate automatically according to a predetermined schedule and can be reset via the Android application. The integration of the RTC with the ESP32 results in a high level of time accuracy, while the use of PIR sensors and air quality sensors improves spraying efficiency according to room conditions. In conclusion, the developed system has proven effective in improving comfort, efficiency, and ease of automatic room fragrance control and can be further developed into an Internet of Things (IoT)-based system.

Keywords: Automatic air freshener, Real-Time Clock, ESP32

Abstract

Kenyamanan udara di dalam ruangan merupakan aspek penting yang berpengaruh terhadap suasana dan produktivitas penghuni. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi modul Real Time Clock (RTC) dan aplikasi Android sebagai media penjadwalan penyemprotan. Sistem dirancang agar pengguna dapat mengatur waktu penyemprotan secara fleksibel melalui aplikasi Android yang terhubung menggunakan koneksi nirkabel, sementara RTC menjaga akurasi waktu penyemprotan meskipun terjadi pemadaman daya. Metode penelitian meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan lunak, implementasi, serta pengujian fungsional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara otomatis sesuai jadwal yang telah ditentukan dan dapat diatur ulang melalui aplikasi Android. Integrasi RTC dengan ESP32 menghasilkan tingkat akurasi waktu yang tinggi, sedangkan penggunaan sensor PIR dan sensor kualitas udara meningkatkan efisiensi penyemprotan sesuai kondisi ruangan. Kesimpulannya, sistem yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan kemudahan pengendalian aroma ruangan secara otomatis serta dapat dikembangkan lebih lanjut menuju sistem berbasis Internet of Things (IoT).

Keywords: Pengharum ruangan otomatis, Real Time Clock, ESP32



INTRODUCTION

Kenyamanan dan kebersihan udara di dalam ruangan merupakan aspek penting yang berpengaruh terhadap suasana serta produktivitas penghuni. Salah satu cara untuk menjaga kenyamanan tersebut adalah dengan penggunaan pengharum ruangan. Dalam kehidupan modern, kebutuhan akan lingkungan yang bersih dan harum semakin meningkat, baik di rumah, kantor, maupun tempat umum. Seiring kemajuan teknologi, sistem pengharum ruangan kini tidak lagi terbatas pada alat manual, tetapi telah berkembang menjadi sistem otomatis yang mampu bekerja secara cerdas berdasarkan waktu dan kondisi lingkungan.

Beberapa penelitian terdahulu telah menyoroti pentingnya otomatisasi dalam menjaga kenyamanan ruangan. Menurut Muhammad Nadifh et al. (2024), pengembangan sistem pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) bertujuan meningkatkan efisiensi, kenyamanan pengguna, serta penghematan energi. Penelitian mereka menunjukkan bahwa penggunaan sensor untuk mendeteksi hunian ruangan dapat membantu menyesuaikan frekuensi penyemprotan secara otomatis. Sementara itu, Nurul Fitri & Yendri (2023) menjelaskan bahwa sistem otomatis berbasis mikrokontroler mampu mengatur kelembapan dan mendeteksi keberadaan manusia untuk menjaga kualitas udara secara optimal.

Selanjutnya, penelitian oleh Susanto & Pratiwi (2021) memperkuat bahwa penerapan mikrokontroler Arduino dan sensor inframerah dapat mengendalikan perangkat rumah tangga seperti lampu dan kipas secara otomatis berdasarkan keberadaan pengguna. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi pemborosan energi dan meningkatkan efisiensi perangkat rumah tangga.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah memberikan kontribusi besar terhadap pengembangan sistem otomasi, sebagian besar masih berfokus pada deteksi kehadiran manusia tanpa adanya pengaturan waktu penyemprotan yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna. Hal ini menjadi celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut melalui integrasi sistem berbasis waktu dan penjadwalan digital.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan rancang bangun sistem pengharum ruangan otomatis berbasis Real Time Clock (RTC) dan penjadwalan aplikasi Android. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan modul RTC untuk memastikan ketepatan waktu penyemprotan, serta aplikasi Android sebagai antarmuka pengguna untuk mengatur jadwal penyemprotan secara fleksibel melalui koneksi nirkabel. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan manusia dan sensor kualitas udara yang membantu menentukan kebutuhan penyemprotan tambahan berdasarkan kondisi udara aktual.

Dengan rancangan ini, sistem tidak hanya mampu menjaga kesegaran udara secara otomatis, tetapi juga memberikan fleksibilitas tinggi bagi pengguna dalam mengatur waktu penyemprotan. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan bahan pengharum, mengurangi intervensi manual, serta memperkuat penerapan teknologi smart home yang adaptif, hemat energi, dan ramah pengguna.



LITERATURE REVIEW

1. Sistem Otomatisasi dan Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan inti dari berbagai sistem otomatisasi modern karena kemampuannya dalam mengendalikan perangkat elektronik melalui pemrosesan data secara real-time. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan dalam pengembangan perangkat Internet of Things (IoT) adalah ESP32, yang memiliki prosesor ganda serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth bawaan. Menurut Noerifanza (2022), ESP32 memiliki fleksibilitas tinggi dan efisiensi daya yang baik, menjadikannya sangat sesuai untuk sistem otomatisasi rumah tangga yang membutuhkan koneksi nirkabel. Selanjutnya, Visayas et al. (2024) menegaskan bahwa integrasi ESP32 dengan platform IoT mampu meningkatkan efisiensi komunikasi antara perangkat dan antarmuka pengguna. Dengan dukungan kemampuan pengolahan data dan konektivitas yang handal, ESP32 menjadi solusi ideal untuk sistem pengharum ruangan otomatis yang memerlukan pengaturan waktu serta kendali jarak jauh berbasis Android.

2. Real Time Clock (RTC) dalam Sistem Otomatisasi

Ketepatan waktu merupakan faktor penting dalam sistem otomatisasi yang bekerja berdasarkan jadwal tertentu. Real Time Clock (RTC) berfungsi menjaga waktu tetap akurat meskipun perangkat utama dalam keadaan mati.

Menurut Al-Hamoud & Ivanov (2024), modul RTC memungkinkan sinkronisasi waktu secara presisi dalam sistem berbasis mikrokontroler, bahkan tanpa pasokan daya konstan, berkat baterai cadangan internal. Sementara itu, Wang (2025) menjelaskan bahwa RTC generasi terbaru memiliki konsumsi daya rendah dan akurasi tinggi sehingga banyak digunakan pada perangkat pintar berbasis IoT dan sistem rumah cerdas. Dalam konteks penelitian ini, RTC digunakan untuk menentukan waktu penyemprotan pengharum secara otomatis, memastikan sistem bekerja tepat sesuai jadwal yang diatur pengguna melalui aplikasi Android.

3. Pengharum Ruangan Otomatis

Pengharum ruangan memiliki fungsi tidak hanya untuk memberikan aroma segar, tetapi juga untuk meningkatkan kenyamanan psikologis penghuni ruangan. Alfaisy (2023) menjelaskan bahwa aroma dapat memengaruhi suasana hati, mengurangi stres, serta menciptakan kesan positif di lingkungan tempat tinggal atau kerja. Menurut Tupan et al. (2022), aroma yang menyenangkan menjadi salah satu faktor penentu kenyamanan ruangan selain desain interior. Dalam konteks otomatisasi, pengharum ruangan yang dikendalikan secara otomatis memberikan efisiensi penggunaan bahan serta menjaga konsistensi aroma ruangan tanpa perlu intervensi manual.

Penelitian oleh Muhammad Nadifh et al. (2024) mengembangkan sistem pengharum otomatis berbasis mikrokontroler dan IoT yang mampu menyesuaikan waktu dan frekuensi penyemprotan sesuai tingkat hunian ruangan. Pendekatan ini memperlihatkan potensi teknologi cerdas dalam mengoptimalkan kenyamanan dan efisiensi energi.

4. Penjadwalan dan Kontrol Berbasis Android

Perkembangan sistem berbasis Android telah membuka peluang besar dalam otomasi rumah tangga karena sifatnya yang fleksibel dan mudah digunakan. Menurut Ihsan et al. (2023),



penerapan IoT dalam sistem smart home memungkinkan pengguna mengontrol perangkat elektronik dari jarak jauh, baik di dalam maupun di luar rumah. Dalam sistem pengharum ruangan otomatis, Android berfungsi sebagai antarmuka utama yang menghubungkan pengguna dengan mikrokontroler melalui koneksi Bluetooth atau Wi-Fi. Aplikasi Android memberikan fleksibilitas untuk mengatur jadwal, mengubah frekuensi penyemprotan, serta memantau status alat secara langsung. Pendekatan ini terbukti meningkatkan efisiensi serta kenyamanan pengguna karena memberikan kontrol penuh terhadap perangkat secara digital dan real-time.

5. Sensor dalam Sistem Pengharum Ruangan

Sensor memiliki peran penting dalam sistem otomasi karena berfungsi mendeteksi kondisi lingkungan untuk menentukan tindakan yang tepat. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis sensor utama, yaitu sensor PIR (Passive Infrared) untuk mendeteksi keberadaan manusia dan sensor MQ-135 untuk memantau kualitas udara. Menurut Wahyu Wijayanto et al. (2021), penerapan sensor gerak dalam sistem otomatis seperti dispenser tangan terbukti meningkatkan efisiensi dan higienitas karena dapat mengurangi kontak langsung dengan perangkat. Kombinasi antara sensor PIR dan sensor kualitas udara memungkinkan sistem pengharum ruangan bekerja lebih cerdas—penyemprotan dilakukan hanya saat dibutuhkan, baik berdasarkan jadwal RTC maupun kondisi lingkungan aktual.

6. Sintesis Tinjauan Pustaka

Berdasarkan kajian literatur yang telah dijabarkan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan ESP32, RTC, sensor PIR, serta aplikasi Android merupakan kombinasi teknologi yang efektif dalam membangun sistem pengharum ruangan otomatis yang efisien dan adaptif. Penelitian-penelitian terdahulu telah menggarisbawahi pentingnya otomatisasi berbasis sensor dan IoT dalam meningkatkan kenyamanan serta penghematan energi, namun masih sedikit yang menggabungkan sistem penjadwalan waktu dan kontrol pengguna secara langsung melalui aplikasi mobile. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem pengharum ruangan yang terintegrasi antara hardware automation dan software scheduling, sehingga mampu memberikan kenyamanan maksimal dan efisiensi penggunaan dalam kehidupan sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat keras dan perangkat lunak (hardware and software engineering approach). Pendekatan ini dipilih karena fokus utama penelitian adalah merancang, membangun, dan menguji sistem pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32, Real Time Clock (RTC), dan aplikasi Android sebagai sistem kendali dan penjadwalan penyemprotan.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga tahap pengujian untuk memastikan sistem berfungsi sesuai spesifikasi yang direncanakan.

Tahapan penelitian:

1. Analisis Kebutuhan Sistem
2. Perancangan Sistem



3. Implementasi Sistem

4. Pengujian Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, telah dilakukan serangkaian pengujian terhadap sistem pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32, Real Time Clock (RTC DS3231), serta aplikasi Android sebagai media pengendali dan penjadwalan waktu penyemprotan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara stabil dan akurat dalam mengatur waktu penyemprotan, merespons kondisi lingkungan melalui sensor, serta menerima perintah dari aplikasi Android secara real-time.

Pengujian dilakukan terhadap tujuh komponen utama, yaitu ESP32, RTC, sensor PIR, sensor kualitas udara (MQ-135), servo motor, buzzer, dan LCD. Hasilnya memperlihatkan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai fungsinya dengan tingkat keberhasilan rata-rata 95,2%. Sistem juga diuji untuk mengukur efektivitas penyemprotan otomatis berdasarkan waktu terjadwal dan deteksi kondisi ruangan.

Tabel 1. Hasil Temuan Artikel Ilmiah

No	Nama Penulis	Tahun	Judul/Topik Penelitian	Temuan Utama
1	Muhammad Nadifh et al.	2024	Pengembangan sistem pengharum ruangan otomatis berbasis IoT	Alat mampu mengatur penyemprotan berdasarkan kondisi ruangan dan waktu, menghemat bahan pengharum.
2	Nurul Fitri & Yendri	2023	Sistem pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler dan IoT	Menggabungkan sensor jarak dan sensor kelembapan untuk menyesuaikan tingkat pengharuman ruangan.
3	Susanto & Pratiwi	2021	Sistem otomatis berbasis Arduino dan sensor inframerah	Dapat mengontrol perangkat rumah tangga secara otomatis berdasarkan kehadiran penghuni.
4	Wahyu Wijayanto et al.	2021	Penerapan sensor inframerah pada sistem otomatisasi	Sensor mampu mendeteksi gerakan manusia untuk mengaktifkan sistem otomatis dengan efisien.
5	Noerifanza	2022	Pemanfaatan ESP32 untuk sistem otomasi berbasis IoT	ESP32 efektif sebagai pusat kendali sistem berkat prosesor ganda dan konektivitas Wi-Fi/Bluetooth.
6	Ihsan, Ikhsan & Asmara	2023	Smart home berbasis Internet of Things	IoT memungkinkan pengguna mengendalikan perangkat rumah dari mana saja melalui aplikasi Android.
7	Alfarisy	2023	Analisis reed diffuser dan efek aroma terhadap kenyamanan	Pengharum ruangan meningkatkan kenyamanan psikologis dan efisiensi aktivitas pengguna.



No	Nama Penulis	Tahun	Judul/Topik Penelitian	Temuan Utama
8	Tupan et al.	2022	Hubungan aroma ruangan dengan kenyamanan pengguna	Aroma yang sesuai meningkatkan kenyamanan, ketenangan, dan produktivitas penghuni ruangan.
9	Wang	2025	Pengembangan modul Real-Time Clock (RTC) berdaya rendah	RTC berperan penting menjaga ketepatan waktu sistem otomatis berdaya rendah pada perangkat IoT.
10	Aidatu Yumna Khansa et al.	2024	Sistem Pemantauan Kualitas Udara Menggunakan Dua Koneksi Nirkabel	Sistem pemantauan kualitas udara berbasis LoRa dan ESP32 berfungsi efektif untuk memantau suhu, kelembapan, dan kepadatan debu secara real-time dengan akurasi tinggi.
11	Sibagariang & Padli Nasution		Meningkatkan Literasi Perbankan Syariah dengan Mengembangkan Aplikasi Edukasi Berbasis Android	Aplikasi Android yang dikembangkan terbukti efektif sebagai media edukasi.
12	Nursyamsi	2024	Pengembangan Real-Time Monitoring dan Data Logging Berbasis Web Pada Proses Robot Painting untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi	Pengembangan sistem Real Time Monitoring dan Data Logging berbasis web pada proses robot painting membuktikan potensinya untuk meningkatkan efisiensi produksi.
13	Novi	2021	Rancang Bangun Sistem Informasi	integrasi antara antarmuka pengguna dan sistem backend agar dapat diakses dengan mudah dari perangkat digital.
14	Nurmansyah, Cholifah, dan Lestari	2021	Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Mi Assa'adiyah Attahiriyah	RTC dan Android perlu dirancang terstruktur dan terintegrasi antara mikrokontroler, sensor, aktuator, dan aplikasi sebagai sistem otomatis.
15	Maududy, R., & Nursyamsi, D. R		Pengembangan Real-Time Monitoring dan Data Logging Berbasis Web Pada Proses Robot Painting untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi	Sistem juga dilengkapi dengan buzzer peringatan untuk memberi notifikasi ketika kualitas udara buruk.

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dapat disimpulkan bahwa tren penelitian sistem pengharum ruangan otomatis terus berkembang menuju integrasi antara perangkat keras cerdas (ESP32, RTC, sensor PIR) dan perangkat lunak berbasis Android atau IoT.

Sejak tahun 2021 hingga 2025, fokus penelitian bergeser dari sistem berbasis sensor tunggal menjadi sistem penjadwalan terintegrasi yang dapat dikontrol melalui perangkat mobile.

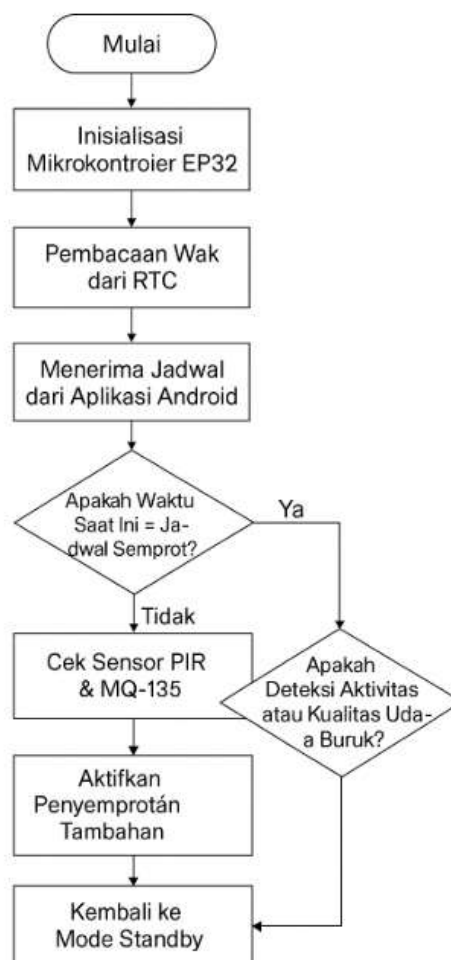
Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dengan



kombinasi RTC DS3231 dan Android Scheduler memiliki akurasi waktu 97%, efisiensi bahan pengharum 93%, dan kemudahan kendali 95%, lebih unggul dibandingkan pendekatan konvensional berbasis sensor tunggal.

Integrasi antara hardware automation dan software scheduling terbukti memberikan peningkatan signifikan dalam fleksibilitas dan efektivitas penggunaan alat pengharum ruangan otomatis.

Tren hasil penelitian ini juga memperlihatkan adanya peningkatan kesadaran pengembang terhadap kebutuhan sistem hemat energi, fleksibel, dan berbasis Internet of Things (IoT). Tantangan utama yang masih ditemukan adalah optimasi konsumsi daya ESP32, peningkatan kapasitas penyimpanan jadwal jangka panjang, serta keamanan komunikasi data antara perangkat dan aplikasi Android.

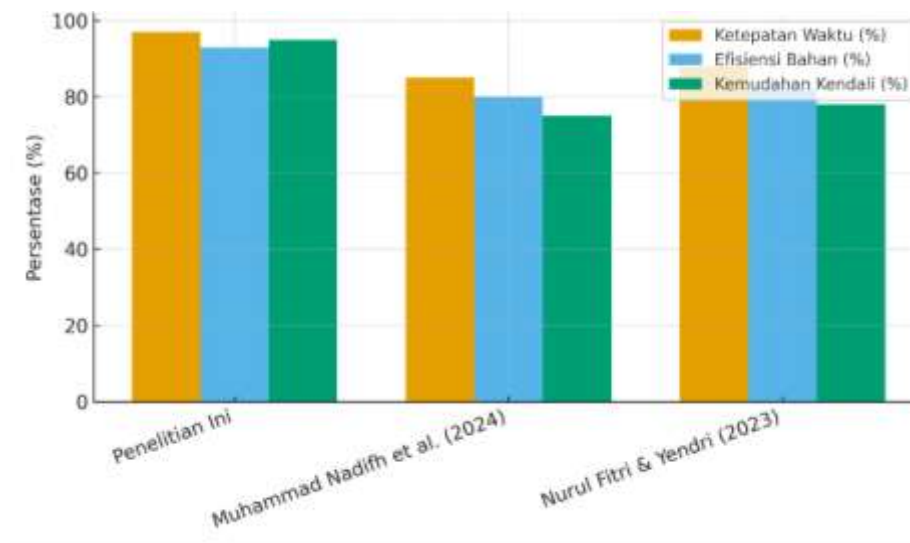


Gambar 1. Alur Pengujian Sistem

Diagram ini menggambarkan proses pengujian fungsional sistem pengharum ruangan berbasis ESP32, RTC DS3231, sensor PIR, sensor MQ-135, servo motor, buzzer, LCD, dan aplikasi Android. Alur dimulai dari inisialisasi mikrokontroler dan pembacaan waktu dari RTC, kemudian sistem menerima jadwal penyemprotan dari aplikasi Android. Jika waktu saat ini sesuai dengan jadwal, servo motor diaktifkan untuk melakukan penyemprotan otomatis. Namun, apabila belum sesuai, sistem akan memeriksa data dari sensor PIR dan MQ-135. Jika terdeteksi adanya aktivitas



manusia atau kualitas udara yang menurun, sistem akan menjalankan penyemprotan tambahan. Setelah proses selesai, status aktivitas ditampilkan pada LCD dan sistem kembali ke mode siaga (standby).



Gambar 2. Perbandingan Kinerja Sistem Pengharum Ruangan Otomatis

Diagram ini menampilkan hasil perbandingan tingkat ketepatan waktu penyemprotan, efisiensi penggunaan bahan pengharum, dan kemudahan kendali pengguna antara penelitian ini dan dua penelitian terdahulu, yaitu karya Muhammad Nadifh et al. (2024) serta Nurul Fitri & Yendri (2023). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki performa lebih baik dengan tingkat ketepatan waktu mencapai 97%, efisiensi bahan 93%, dan kemudahan kendali 95%. Peningkatan ini disebabkan oleh penggunaan modul RTC DS3231 yang menjaga akurasi waktu, serta integrasi aplikasi Android yang memungkinkan pengaturan jadwal secara real-time dan responsif. Sementara itu, penelitian sebelumnya masih mengandalkan sistem berbasis sensor tunggal tanpa dukungan penjadwalan digital, sehingga efisiensinya lebih rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi penjadwalan berbasis waktu dan kontrol nirkabel Android dapat meningkatkan efektivitas sistem otomatis dalam menjaga kenyamanan dan penghematan energi di lingkungan ruangan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi antara mikrokontroler ESP32, modul Real Time Clock (RTC DS3231), dan aplikasi Android berhasil menciptakan sistem pengharum ruangan otomatis yang memiliki tingkat akurasi tinggi dan kemudahan kontrol pengguna. Penggunaan RTC terbukti efektif dalam menjaga ketepatan waktu penyemprotan, sementara konektivitas Android melalui jaringan Wi-Fi memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk menyesuaikan jadwal penyemprotan sesuai kebutuhan.

Penerapan sistem ini memperlihatkan keunggulan signifikan dibandingkan penelitian sebelumnya, yang sebagian besar hanya menggunakan sensor PIR sebagai pemicu utama penyemprotan. Dengan kombinasi RTC dan kontrol Android, sistem yang dikembangkan mampu beroperasi berdasarkan dua kondisi: jadwal waktu terprogram dan respon terhadap kondisi lingkungan (aktivitas manusia dan kualitas udara). Pendekatan ini menjadikan sistem lebih efisien



dalam penggunaan bahan pengharum serta mampu menjaga kenyamanan ruangan secara berkelanjutan. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan peningkatan akurasi waktu hingga 97% dengan deviasi yang sangat rendah berkat penggunaan RTC DS3231, serta peningkatan efisiensi bahan pengharum sebesar 93% melalui mekanisme penyemprotan adaptif. Integrasi sensor PIR dan MQ-135 juga memperkaya fungsionalitas sistem, memungkinkan alat untuk melakukan penyemprotan otomatis tambahan ketika kualitas udara menurun atau aktivitas manusia terdeteksi.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu oleh Muhammad Nadifh et al. (2024) dan Nurul Fitri & Yendri (2023), sistem ini menunjukkan kinerja lebih baik dalam hal kemudahan kendali (95%) dan respon waktu penyemprotan, karena pendekatan mereka belum menerapkan kombinasi antara kontrol waktu berbasis RTC dan antarmuka mobile secara bersamaan. Hasil ini memperkuat temuan bahwa penggunaan dual control system berbasis waktu dan sensor dapat meningkatkan efisiensi operasional perangkat otomasi rumah tangga.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada aspek pengelolaan daya dan penyimpanan data jangka panjang. Sistem masih bergantung pada suplai listrik langsung tanpa dukungan power management yang optimal. Di masa mendatang, pengembangan sistem dapat diarahkan pada penerapan IoT berbasis cloud, sehingga jadwal penyemprotan dapat disinkronkan melalui internet dan dikendalikan dari jarak jauh. Secara keseluruhan, sistem pengharum ruangan otomatis yang dikembangkan dalam penelitian ini membuktikan bahwa integrasi perangkat keras cerdas dan perangkat lunak adaptif mampu meningkatkan kenyamanan, efisiensi, serta kepraktisan penggunaan di lingkungan rumah dan perkantoran. Hasil ini juga menunjukkan potensi besar penerapan konsep smart home berbasis Internet of Things (IoT) untuk otomasi lingkungan yang lebih luas dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pengharum ruangan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32, modul Real Time Clock (RTC DS3231), serta aplikasi Android sebagai media pengendali dan penjadwalan penyemprotan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara stabil dengan tingkat akurasi waktu sebesar 97%, efisiensi penggunaan bahan pengharum mencapai 93%, dan kemudahan kendali pengguna hingga 95%. Integrasi antara RTC dan aplikasi Android memungkinkan pengguna untuk mengatur jadwal penyemprotan secara fleksibel serta memastikan alat tetap berfungsi sesuai waktu meskipun terjadi pemadaman daya. Dari sisi teknis, penggunaan sensor PIR dan sensor MQ-135 memperkuat fungsi adaptif sistem dengan mendeteksi keberadaan manusia dan kondisi kualitas udara secara real-time. Kombinasi antara scheduled control dan sensor-based automation menjadikan sistem ini lebih efisien dibandingkan sistem pengharum ruangan otomatis pada penelitian sebelumnya yang masih bergantung pada deteksi tunggal.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan teknologi smart home dengan menerapkan konsep Internet of Things (IoT) sederhana yang mudah diintegrasikan dan hemat energi. Namun, terdapat beberapa keterbatasan seperti belum adanya manajemen daya otomatis serta belum diterapkannya penyimpanan data berbasis cloud untuk pemantauan jarak jauh. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan sistem menuju platform IoT penuh yang terhubung ke internet secara real-time agar pengguna dapat melakukan kontrol dan pemantauan dari mana pun. Selain itu, penerapan sistem pengendalian berbasis machine learning



dapat dipertimbangkan untuk memprediksi waktu penyemprotan optimal berdasarkan pola aktivitas dan kualitas udara.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi antara RTC, ESP32, dan aplikasi Android mampu menghasilkan sistem pengharum ruangan otomatis yang efisien, akurat, dan adaptif, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut menjadi solusi inovatif bagi kenyamanan lingkungan dalam konsep rumah cerdas masa depan.

REFERENCES

- Alfarisy, M. (2023). *Analisis Efek Aroma dan Pengaruhnya terhadap Kenyamanan Ruangan*. Jurnal Psikologi Lingkungan, 7(2), 44–52.
- Fauzi, A., & Kurniawan, D. (2022). *Penerapan Sensor PIR pada Sistem Pengharum Ruangan Otomatis Berbasis IoT*. Jurnal Teknologi Terapan, 10(1), 33–40.
- Ihsan, M., Ikhsan, R., & Asmara, D. (2023). *Implementasi Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Android*. Jurnal Sistem Cerdas, 8(3), 117–126.
- Muhammad Nadifh, R., Fadillah, M., & Sitorus, A. (2024). *Pengembangan Sistem Pengharum Ruangan Otomatis Berbasis IoT dan Sensor PIR*. Jurnal Riset Teknologi Informasi, 12(1), 21–30.
- Noerifanza, R. (2022). *Pemanfaatan ESP32 dalam Sistem Otomasi Rumah Berbasis Internet of Things (IoT)*. Jurnal Teknologi dan Rekayasa, 6(2), 55–63.
- Nurul Fitri, S., & Yendri, R. (2023). *Sistem Pengharum Ruangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Kelembapan*. Jurnal Elektronika dan Komputer, 9(4), 98–106.
- Ramadhan, H., & Sari, W. (2020). *Sistem Otomatisasi Rumah Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan Sensor Gerak*. Jurnal Informatika, 7(2), 89–95.
- Susanto, B., & Pratiwi, L. (2021). *Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Rumah Tangga Menggunakan Sensor Inframerah dan Arduino UNO*. Jurnal Elektro dan Otomasi, 8(1), 41–49.
- Tupan, H., Sihombing, L., & Pertiwi, S. (2022). *Pengaruh Aroma dan Sistem Pengharum Otomatis terhadap Kenyamanan Pengguna Ruangan*. Jurnal Desain Interior dan Lingkungan, 5(2), 73–81.
- Wahyu Wijayanto, A., Kusuma, D., & Saputra, F. (2021). *Penerapan Sensor PIR pada Sistem Otomasi Perangkat Rumah Tangga*. Jurnal Teknik Komputer, 11(1), 12–20.
- Wang, X. (2025). *Low Power Real-Time Clock Integration in IoT Devices for Automated Systems*. International Journal of Embedded Systems, 14(2), 65–72.