

Rancang Bangun Modul Kontrol untuk Utilitas Ruang Kelas Berbasis Mikrokontroler di STT Texmaco

Achmad Anwari¹, Lilik Harisantoso², Ghina Alya³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email : arsawimax@gmail.com, lilikhs@yahoo.com, ghina.alya1218@gmail.com.

Received 25 Agustus 2025 | Revised 15 September 2025 | Accepted 22 September 2025

ABSTRAK

Rancang bangun ini bertujuan untuk membuat model berupa modul kontrol yang berfungsi untuk utilitas ruang kelas. Mikrokontroler digunakan sebagai kendali utama dan kendali jarak jauh berbasis teknologi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler berjenis Arduino tipe Mega mengintegrasikan kendali terhadap penerangan ruang, proyektor digital, kipas pendingin ataupun penyejuk udara (Air Conditioner), serta kendali terhadap pintu berbasis Radio Frequency Identifier (RFID). dan NodeMCU sebagai komponen kendali jarak jauh terhadap perangkat utilitas berbasis IoT. Aplikasi smart phone pihak ketiga berbasis Android sistem yaitu MIT App Inventor kendali jarak jauh untuk user admin. Sensor sebagai input berupa Pasive Infra Red (PIR), sensor temperatur ruangan DHT11, dan sensor gerak proximity E18-D80NK. Logika pemrograman digunakan sebagai pengatur supaya sistem kendali terhadap perangkat utilitas kelas. Pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai logika pemrograman, sistem bekerja dengan urutan mekanisme yang ditetapkan pada program. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, dan memberikan kenyamanan kepada lingkungan belajar.

Kata kunci: Mikrokontroler, kendali, smart phone, IoT, Radio Frequency Identifier, Sensor.

ABSTRACT

This design aims to create a control module model for classroom utilities. A microcontroller is used as the main controller and remote control based on Internet of Things (IoT) technology. An Arduino Mega microcontroller integrates control of room lighting, a digital projector, a cooling fan or air conditioner, and a Radio Frequency Identifier (RFID)-based door control. NodeMCU serves as the remote control component for IoT-based utility devices. A third-party Android-based smartphone application, the MIT App Inventor, provides remote control for admin users. Input sensors include a Passive Infrared (PIR), a DHT11 room temperature sensor, and an E18-D80NK proximity motion sensor. Programming logic is used to regulate the system's control of classroom utility devices. Tests show that the system operates according to the programming logic, following the sequence of mechanisms specified in the program. This system is expected to improve the efficiency of electrical energy use and provide a comfortable learning environment.

Keywords: Microcontroller, control, smartphone, IoT, Radio Frequency Identifier, Sensor.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kendali otomatis dan *Internet of Things (IoT)* telah mendorong berbagai inovasi dalam pengelolaan ruang, termasuk dalam sektor pendidikan. Ruang kelas sebagai tempat utama proses belajar mengajar, memerlukan efisiensi penggunaan energi listrik serta kenyamanan bagi pengguna. Sistem konvensional yang masih mengandalkan pengendalian manual terhadap perangkat utilitas kelas seperti lampu, pendingin udara, dan proyektor digital sering menyebabkan pemborosan energi listrik akibat kelalaian pengguna dalam mematikan perangkat yang sudah tidak digunakan.

Rancang dan bangun modul kendali sistem utilitas kelas berbasis mikrokontroler yang diharapkan akan mampu mengotomatisasi perangkat utilitas ruang kelas secara efisien. Perangkat modul yang dikembangkan meliputi kendali pintu otomatis, kendali penerangan, kendali proyektor digital, serta kendali penyejuk ruangan. Dengan implementasi sistem modul ini, diharapkan ruang kelas menjadi lebih efisien dalam penggunaan energi listrik, meningkatkan kenyamanan pengguna, dan memberikan kendali akses yang lebih termekanisme antar pengguna ruangan yaitu dosen, petugas (*user admin*), dan mahasiswa. Modul sistem ini juga menjadi salah satu penerapan konsep ruang belajar cerdas (*smart classroom*) di lingkungan kampus STT TEXMACO.

2. METODE

2.1 Rancangan Sistem

Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan tahapan sebagai berikut:

- Studi literatur dan analisis kebutuhan sistem
- Perancangan perangkat keras dan perangkat lunak
- Implementasi dan integrasi modul
- Pengujian dan evaluasi performa sistem

2.2 Komponen Utama

Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis Arduino tipe Mega sebagai pusat kendali utama dengan jumlah pin digital dan analog (54 digital I/O, 16 analog input). Tipe ini cocok untuk proyek berskala besar seperti *SmartClass* karena bisa menangani banyak sensor dan aktuator secara simultan. Ada empat *port UART* (*Serial0* hingga *Serial3*), yang memungkinkan komunikasi serial dengan NodeMCU tanpa mengganggu komunikasi USB dengan komputer.

NodeMCU berperan sebagai penghubung sistem dengan jaringan WiFi. Modul ini memiliki fitur mikrokontroler ESP8266 dengan konektivitas *TCP/IP stack*, serta dapat berkomunikasi melalui *UART*. NodeMCU digunakan untuk menerima data dari Arduino dan meneruskannya ke aplikasi *MIT App Inventor* secara *real-time*. Selain itu, ia juga menerima perintah dari pengguna melalui aplikasi untuk dikirim kembali ke Arduino.

Modul RFID RC255 digunakan untuk membaca kartu identitas pengguna berbasis teknologi *Radio Frequency Identification*. Modul ini menggunakan komunikasi *Serial Protocol Interface (SPI)* dengan Arduino dan dapat membaca *User Identification (UID)* dari kartu Mifare 13.56 MHz. *UID* ini digunakan untuk membedakan jenis pengguna (dosen, petugas, mahasiswa) dan menentukan hak akses mereka dalam sistem.

Sensor PIR HC-SR501 berfungsi mendeteksi gerakan tubuh manusia menggunakan sinyal inframerah. Ketika mendeteksi perubahan sinyal infra merah akibat pergerakan manusia, modul ini mengeluarkan output *HIGH* ke Arduino. Sensor ini diaktifkan hanya setelah akses RFID *valid* diterima, dan digunakan untuk menyalakan lampu secara otomatis.

Sensor Proximity E18-D80NK merupakan sensor inframerah dengan jarak deteksi hingga 80 cm yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan pengguna di area papan tulis. Sensor ini digunakan untuk mengontrol aktif atau tidaknya proyektor secara otomatis, sesuai deteksi keberadaan.

Sensor DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban ruangan. Data suhu yang dikirim ke Arduino digunakan sebagai dasar logika pengaturan kecepatan kipas secara otomatis melalui *Pulse Width Modulation (PWM)*.

Motor servo ini digunakan untuk membuka dan menutup pintu secara otomatis. Pergerakan servo dikendalikan berdasarkan hasil pembacaan kartu RFID. Servo dipilih karena mampu melakukan gerakan sudut presisi dan hemat daya.

Modul relay digunakan untuk menghubungkan beban AC seperti lampu dan proyektor ke sistem kontrol. Modul ini dikendalikan oleh sinyal digital dari Arduino untuk mengaktifkan atau memutuskan arus listrik ke beban.

Modul motor driver L298N digunakan untuk mengatur kecepatan kipas pendingin menggunakan sinyal PWM dari Arduino. Driver ini mampu menangani beban motor DC dengan tegangan 5–35V dan arus hingga 2A, cocok untuk menggerakkan kipas 12V.

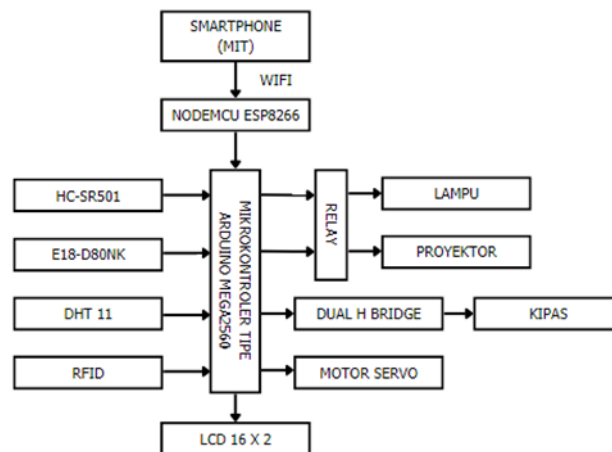
LCD I2C 16x2 ini berfungsi menampilkan informasi seperti status sistem, suhu, dan perintah RFID. Antarmuka *Inter Integrated Circuit (I2C)* membuat komunikasi lebih hemat *pin* dan mudah dikendalikan oleh Arduino Mega.

Aplikasi Android dibuat menggunakan *MIT App Inventor* untuk memungkinkan kendali dan monitoring jarak jauh. Aplikasi ini terhubung ke NodeMCU melalui IP lokal dan menyediakan tombol kendali serta tampilan data suhu, status proyektor, dan kipas.

$$A = \pi(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k} \quad (1)$$

2.3 Skema Umum

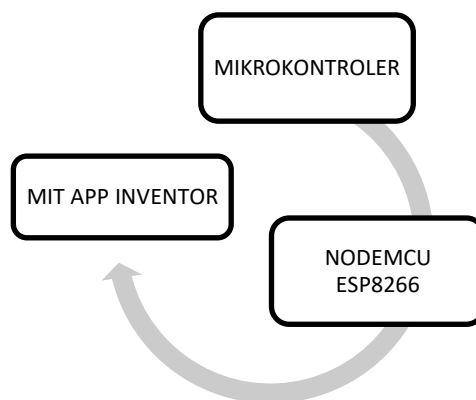
Sistem terdiri dari dua mikrokontroler, Arduino Mega menangani semua sensor dan aktuator, sedangkan NodeMCU bertugas sebagai antarmuka jembatan komunikasi ke aplikasi Android. Komunikasi antara keduanya menggunakan UART dengan *level shifter* untuk menyesuaikan tegangan.



Gambar 1. Blok Diagram Rancang Bangun

Sistem ini dirancang untuk memulai mekanismenya hanya setelah terjadi autentifikasi akses dari kartu RFID. Mikrokontroler Arduino Mega akan terus menunggu input dari modul RFID RC522. Ketika kartu yang valid terdeteksi, sistem akan menentukan apakah pengguna adalah dosen/petugas atau mahasiswa, dan mengaktifkan utilitas sesuai hak aksesnya. Setelah itu, modul PIR, sensor suhu DHT11, dan sensor *proximity* akan aktif untuk mendeteksi kondisi lingkungan dan merespon sesuai logika yang diprogram.

Arduino Mega berkomunikasi dengan NodeMCU menggunakan komunikasi *serial UART* melalui *pin TX1* dan *RX1*, dengan *level converter* untuk menyesuaikan tegangan dari 5V (Arduino) ke 3.3V (NodeMCU). Arduino secara periodik mengirimkan data berupa *string* berformat khusus (misalnya: *TEMP:29;LAMP:ON;FAN:170;PROY:OFF*) setiap 5 detik. NodeMCU membaca data ini dan meneruskannya ke aplikasi *MIT App Inventor* melalui WiFi lokal.



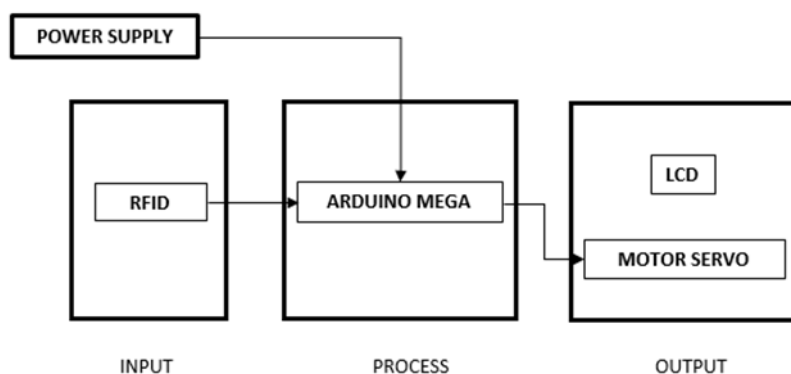
Gambar 2. Alur Sistem Kontrol Utilitas

NodeMCU menerima data status utilitas yang dikirim Arduino setiap 5 detik, lalu meneruskannya ke aplikasi Android menggunakan koneksi WiFi. Sistem hanya aktif setelah ada autentifikasi dari kartu RFID yang valid. Seluruh logika pengambilan keputusan berjalan pada Arduino Mega, sementara aplikasi berfungsi sebagai pengontrol tambahan. Alur sistem dapat dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan aliran data dan hubungan antar komponen secara visual.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pintu Otomatis

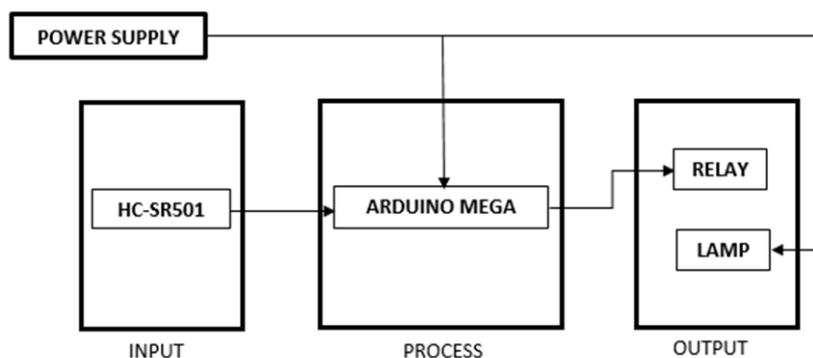
Pada gambar 3 diperlihatkan sistem dimulai dengan pemindaian kartu RFID. Ketika kartu yang valid (dosen, petugas, atau mahasiswa) ditempelkan, sistem memverifikasi *UID* dan membuka pintu menggunakan motor servo. Berdasarkan klasifikasi *UID*, sistem hanya mengaktifkan kontrol utilitas seperti lampu, proyektor, dan pendingin jika pengguna adalah dosen atau petugas. Untuk mahasiswa, hanya fungsi buka pintu dan saklar manual yang aktif. Seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Blok diagram Pintu otomatis

3.2 Kontrol Pencahayaan

Pada gambar 4 diperlihatkan sensor PIR HC-SR501 hanya aktif setelah akses valid dari dosen atau petugas. Jika mendeteksi gerakan manusia, sistem akan menyalakan lampu melalui *relay channel*. Jika tidak ada gerakan selama 2 menit, lampu akan mati otomatis. Pengujian dilakukan dengan berbagai simulasi gerakan dan posisi:



Gambar 4. Blok diagram kontrol pencahayaan

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor PIR terhadap Gerakan

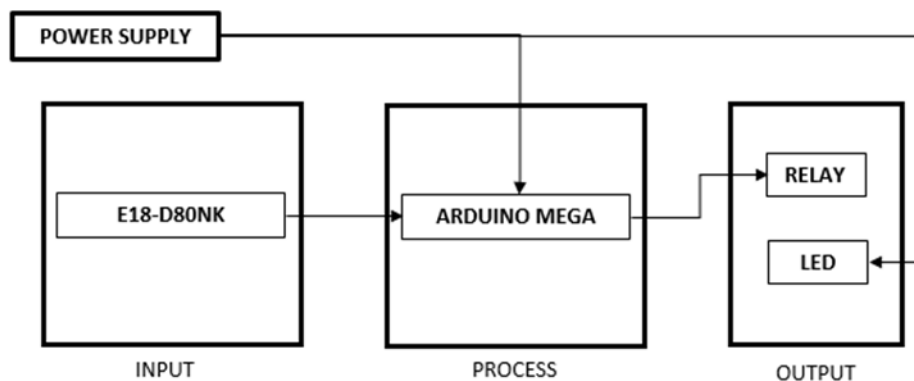
No	Gerakan Terjadi	Respon Waktu Deteksi (detik)	Lampu menyala	Waktu mati (detik)
1	Ya	2 detik	Ya	120t
2	Tidak	-	Tidak	-
3	Ya (berulang)	<1 detik	Ya	Reset Timer

Sistem terbukti responsif dan sesuai logika pemrograman. Saklar manual tetap bisa digunakan untuk override, khususnya oleh mahasiswa.

3.3 Kontrol Proyektor Digital

Diperlihatkan pada gambar 5 sensor E18-D80NK dipasang menghadap papan tulis. Saat mendeteksi aktivitas pengguna, proyektor digital otomatis berfungsi (*on*). Jika tidak ada aktivitas selama 120 detik, proyektor digital *off*.

Sensor ini terbukti efektif untuk menghindari proyektor menyala terus-menerus saat ruangan tidak digunakan.



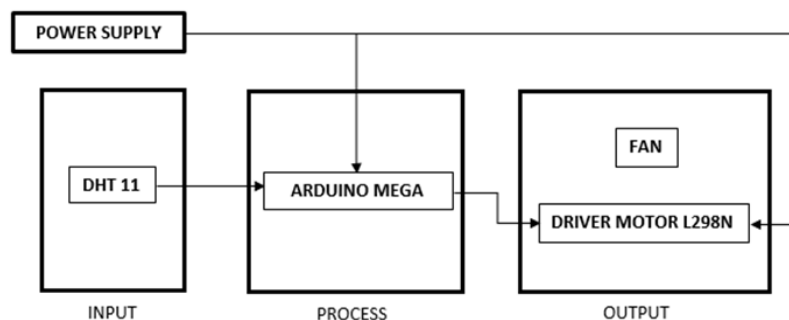
Gambar 5. Blok diagram kontrol Proyektor digital

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor *Proximity*

No	Aktivitas di Depan Papan	Deteksi Sensor	Proyektor Aktif	Waktu Mati (detik)
1	Ya	Terdeteksi	ON	-
2	Tidak	Tidak	OFF	120

3.4 Pengujian Sistem Pendingin Otomatis

Pada gambar 6 diperlihatkan sensor DHT11 membaca suhu ruangan setiap 5 detik. Berdasarkan suhu, Arduino Mega mengatur kecepatan kipas menggunakan sinyal *PWM* ke driver L298N.



Gambar 6. Blok diagram kontrol sistem pendingin otomatis

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Proximity

Suhu (°C)	Kelembapan (%)	PWM Output	Kecepatan Kipas	Status Kipas
24	70	0	OFF	OFF
26	65	85	Rendah	ON
30	60	170	Sedang	ON
36	55	255	Maksimal	ON

Hasil menunjukkan bahwa kipas menyala dengan kecepatan berbeda tergantung suhu, dan sistem beroperasi stabil selama pengujian.

3.5 Uji Coba Berbasis Waktu

Untuk menguji performa sistem secara menyeluruh dalam kondisi nyata, dilakukan pengujian skenario berdasarkan waktu aktivitas kelas. Pengujian ini bertujuan untuk melihat bagaimana sistem merespons berbagai kondisi seperti akses pengguna, deteksi gerakan, perubahan suhu, dan kontrol utilitas dalam satu rangkaian waktu operasional.

Skenario ini disusun berdasarkan aktivitas tipikal di ruang kelas, mulai dari kondisi kosong, akses dosen, hingga ruang kembali kosong. Berikut adalah hasil pengamatan sistem dalam waktu operasional kelas:

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Proximity

Waktu	Aktivitas Pengguna	Aktivitas Sensor	Output Sistem	Status Sistem
07.45	Ruangan kosong	Tidak ada sensor aktif	Tidak ada sensor aktif	idle
08.00	Dosen menempelkan kartu akses	RFID	Pintu terbuka (motor servo) semua sensor aktif	Mode aktif
08.03	Dosen masuk ke dalam ruangan	Sensor PIR	Lampu menyala otomatis, relay ON	Aktif
08.05	Berdiri di dekat papan	Sensor Proximity	Proyektor menyala, relay ON	Aktif
08.10	Suhu terdeteksi 30°C	Sensor DHT11	Kipas ON (PWM: 170 via L298N)	Pendingin Aktif
08.20	Tidak ada pergerakan selama 2 menit	PIR timeout	Lampu mati otomatis	Aktif
08.25	Tidak ada aktivitas di papan	Proximity Timeout	Proyektor mati otomatis	Aktif
08.30	Suhu naik 34°C	Sensor DHT11	PWM kipas 255 (maksimal)	Pendingin aktif

Waktu	Aktivitas Pengguna	Aktivitas Sensor	Output Sistem	Status Sistem
08.40	Ruang kosong 10 menit	Semua sensor Timeout	Semua utilitas mati otomatis	idle

Dari hasil pengujian tersebut, dapat dilihat bahwa sistem bekerja secara dinamis sesuai logika pemrograman. Semua sensor dan aktuator merespons sesuai waktu dan kondisi, mulai dari akses awal, kontrol lampu dan proyektor otomatis, hingga pengaturan suhu ruang berbasis PWM. Ketika ruangan kembali kosong, seluruh sistem kembali ke mode idle untuk menghemat daya dan menjaga keamanan.

Skenario ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya reaktif, tetapi juga adaptif terhadap perubahan lingkungan ruang kelas, serta mampu mengatur utilitas secara efisien dan otomatis tanpa campur tangan manual berlebihan dari pengguna.

3.6 Analisis Efisiensi dan Konsumsi Energi

Salah satu tujuan utama dari sistem kontrol otomatis ini adalah untuk meningkatkan efisiensi energi dengan cara meminimalkan pemborosan penggunaan perangkat elektronik seperti lampu, proyektor, dan kipas pendingin. Dengan adanya sistem berbasis sensor dan mikrokontroler, perangkat hanya akan aktif jika benar-benar dibutuhkan berdasarkan deteksi dari lingkungan dan interaksi pengguna.

Efisiensi Penggunaan Lampu dan Proyektor sebelum sistem otomatis diterapkan, lampu dan proyektor umumnya dinyalakan secara manual dan sering kali dibiarkan menyala meskipun ruang dalam kondisi kosong. Hal ini menyebabkan pemborosan energi listrik yang cukup besar dalam satu hari per ruang kelas.

Dengan sistem otomatisasi: Lampu hanya menyala ketika PIR mendeteksi gerakan, dan akan mati otomatis setelah 120 detik tanpa Gerakan, proyektor hanya menyala saat ada pengguna di depan papan tulis, dan mati otomatis jika tidak ada aktivitas selama 120 detik.

Estimasi penghematan per hari (asumsi kelas aktif 8 jam): Lampu hemat nyala ± 2 jam per hari = $2 \text{ jam} \times 18 \text{ watt} = 36 \text{ Wh}$, Proyektor hemat nyala ± 3 jam per hari = $3 \text{ jam} \times 150 \text{ watt} = 450 \text{ Wh}$. Total penghematan per hari = 486 Wh ($\pm 0.5 \text{ kWh}$) per kelas

Efisiensi Penggunaan Pendingin

Sistem kipas hanya akan aktif saat suhu mencapai 25°C atau lebih, dan kecepatannya diatur berdasarkan level suhu. Hal ini mencegah penggunaan kipas secara terus-menerus, seperti yang sering terjadi pada sistem manual.

Contoh perbandingan: Sistem manual: kipas menyala 8 jam penuh = $8 \text{ jam} \times 10 \text{ watt} = 80 \text{ Wh}$. Sistem otomatis: kipas menyala rata-rata 3 jam per hari = $3 \text{ jam} \times 10 \text{ watt} = 30 \text{ Wh}$, Penghematan energi kipas = 50 Wh/hari .

Dampak Terhadap Total Konsumsi Energi

Jika diasumsikan diterapkan di 10 kelas, maka total penghematan bisa mencapai: $(486 \text{ Wh} + 50 \text{ Wh}) \times 10 \text{ ruang} = 5.360 \text{ Wh}$ (5.36 kWh) per hari dalam satu bulan (20 hari aktif): $5.36 \times 20 = \pm 107 \text{ kWh}$. Dengan tarif listrik per kWh (misalnya Rp1.500), potensi penghematan biaya: $107 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.500 = \text{Rp}160.500/\text{bulan}$

Analisis Efisiensi Non-Energi

Selain efisiensi energi, sistem ini juga: Mengurangi kebutuhan pemantauan manual oleh petugas, meningkatkan kenyamanan dosen dan mahasiswa, karena sistem bekerja otomatis, meningkatkan keamanan, karena utilitas mati otomatis saat ruangan kosong

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa modul kendali utilitas ruang kelas berbasis mikrokontroler yang dikembangkan telah berhasil memenuhi tujuan penelitian. Sistem mampu mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator dengan logika pemrograman yang efektif untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan ruang kelas.

Penggunaan mikrokontroler Arduino Mega sebagai pengendali utama terbukti mampu menangani berbagai jenis sensor seperti RFID RC522, PIR HC-SR501, DHT11, dan *proximity* E18-D80NK secara simultan. Selain itu, komunikasi serial dengan NodeMCU ESP8266 berjalan dengan baik dan memungkinkan pemantauan serta pengendalian utilitas secara *real-time* melalui aplikasi Android berbasis MIT App Inventor.

Sistem telah menunjukkan performa yang stabil selama pengujian, baik dalam merespons *input* sensor, mengontrol aktuator seperti *relay* dan *motor driver*, hingga menampilkan data suhu, kelembaban, dan status perangkat ke layar LCD maupun ke smartphone pengguna. Proses otomatisasi lampu, proyektor, dan kipas berjalan sesuai mekanisme yang telah dirancang, dengan respon yang cepat dan presisi. Sistem juga menunjukkan fleksibilitas dengan mengizinkan kendali manual pada kondisi tertentu, seperti saklar untuk mahasiswa atau *override* proyektor.

Dari segi efisiensi energi listrik, sistem memberikan kontribusi positif dengan menghindari penggunaan perangkat listrik secara terus-menerus saat tidak diperlukan. Lampu dan proyektor digital hanya berfungsi saat terdeteksi aktivitas atau kehadiran pengguna yang sah. Kipas pendingin bekerja dinamis menyesuaikan suhu ruangan, sehingga dapat mengurangi beban listrik dibandingkan penggunaan konstan.

Sistem juga telah berhasil membatasi hak akses utilitas berdasarkan jenis pengguna (dosen/petugas/mahasiswa), yang merupakan implementasi keamanan dan efisiensi sumber daya. Penggunaan RFID memberikan solusi identifikasi yang cepat dan praktis, sementara antarmuka aplikasi memperluas kontrol ke pengguna secara fleksibel.

Secara keseluruhan, sistem ini membuktikan bahwa kombinasi mikrokontroler, sensor otomatis, dan *IoT* mampu menciptakan lingkungan ruang kelas terkendali/ pintar (*smart classroom*) yang efisien, adaptif, dan mudah dioperasikan. Penelitian ini dapat menjadi referensi pengembangan lebih lanjut untuk sistem otomasi di lingkungan pendidikan maupun fasilitas publik lainnya.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] G. L. Wicaksono et al., "Sistem Kontrol dan Monitoring Kelas Berbasis IoT," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 5, no. 2, pp. 44–50, 2019.
- [2] R. Safarudin et al., "Sistem Kendali Smartclassroom Berbasis RFID dan ESP32," Jurnal Ilmiah Elektro, vol. 6, no. 1, pp. 30–37, 2023.
- [3] R. Naufal et al., "Desain Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 10, no. 1, 2024.

- [4] A. Nugroho, *Mikrokontroler dan Aplikasinya*, Andi, 2020.
- [5] D. Pratama, "Analisa Efisiensi Energi pada Sistem Otomatisasi," *Jurnal Energi*, vol. 3, no. 2, pp. 18–24, 2022.
- [6] Gusti Lambang W., Ivan Fadillah A., Unang Sunarya, dan Dwi Andi nurmantris. "Sistem Kontrol dan Monitoring Kipas Angin Pada Ruang Kelas Berbasis Internet Off Things". Vol.6, No.1, p-ISSN: 2407-1323, Juli, 2019. Available: <https://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/download/1873/1232/>.
- [7] Agus Sumarjono "Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Ruangan di laboratorium dengan menggunakan labview berbasis arduino". ISSN : 2339-0905. Available : <https://ejournal.uinsuka.ac.id/pusat/integratedlab/article/download/1569/1276/3290>.
- [8] Pramudito, M. D., & Priambodo, I. (2020). "Rancang Bangun Smart Classroom Berbasis Internet of Things". *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(1), 1-6. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.8.1.1-6>.
- [9] Fitriyani, S., et al. (2019). "Perancangan Smart Class Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor PIR dan RFID". *Jurnal ELTIKOM*, 3(2), 40-47.
- [10] (Fitria, N., & Hidayat, R. (2019). "Pintu Otomatis Berbasis RFID dan Servo Motor untuk Smart Classroom". *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 12(1), 12-17.)