

P-ISSN 1410 - 9735
E-ISSN 2655 - 7967



TESLA : JURNAL TEKNIK ELEKTRO

VOL. 27 NO. 1 - MARET 2025

HALAMAN 1-90

TESLA: Jurnal Teknik Elektro

DAFTAR REDAKSI

Editor In Chief	: Dr. Ir. Endah Setyaningsih, MT. (Universitas Tarumanagara)
Managing Editor	: Ir. Yohanes Calvinus, ST.MT. (Universitas Tarumanagara) Dr.(Cand), Ir. Joni Fat, ST. ME., MT. (Universitas Tarumanagara)
Mitra Bestari	: Prof. Andi Andriansyah (Universitas Mercubuana) Dr. Erwani Merry Sartika, ST.MT (Universitas Maranatha) Henry Candra, ST,MT., Ph.D (Univeraitas Trisakti) Dr. Marincan Pardede , M.Si., M.T (Universitas Pelita Harapan) Joni Welman Simatupang, Ph.D, (Universitas Presiden) Prof. Dr. Ir. Engelin Shintadewi, MT (Universitas Trisakti) Dr. Rizky Armanto Mangkuto, MT (Institut Teknologi Bandung) Dr. Ir. Sumardi Sadi, Spd., ST. MT (Universitas Muhammadiyah Tangerang) Ir. Wahidin Wahab, MSc., Ph.D (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Hugeng, MT. (Universitas Tarumanagara) Arsyad Ramadhan Darlis, MT., (Institut Teknologi Nasional Bandung) I Nyoman Wahyu Satiawan, S.T., M.Sc., Ph.D (Universitas Mataram) Ir. Yohanes Calvinus, ST.MT. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Endah Setyaningsih, MT. (Universitas Tarumanagara) Ir. Hadian Satria Utama, MSEE.(Universitas Tarumanagara) Dr.(Cand), Ir. Joni Fat, ST.,ME., MT(Universitas Tarumanagara)
Editorial Office	: Sofyan Maulana A.Md. Kom
Penerbit	: Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik - Universitas Tarumanagara
Alamat Penerbit	: Jln. Letjen. S. Parman No. 1 Jakarta – 11440 Telp : 021-5638359 , 5672548 Fax : 021-5663277 Email : tesla@ft.untar.ac.id Web : https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/index

TESLA: Jurnal Teknik Elektro

DAFTAR ISI

Daftar Isi.....	i
Daftar Redaksi.....	ii
1. DETECTION OF USE OF MASKS BASED ON COLOR HISTOGRAM AND HAAR CASCADE	1-10
Muhammad Hekmatyar Rabbani, Reni Rahmadewi, Arnisa Stefanie	
2. DETECTION OF SAFETY HELMET USAGE ON WORKERS USING YOU ONLY LOOK ONCE VERSION 8 (YOLOV8).	11-18
Rizwaldi Muhamad Iman, Srimuryati, Reni Rahmadewi	
3. COMPARISON OF ACCURACY AND PRECISION OF DISTANCE READINGS ON HC-SR04, JSN-SR04T, AND A02YYUW ULTRASONIC SENSORS.	19-29
Akbar Rizki Priadi, Regita Aulia Safitri, Tyo Bima Pratama, Ulinnuha Latifa	
4. IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC SCHEDULED FEEDING SYSTEM BASED ON ESP32 AND BLYNK FOR FARM MANAGEMENT OPTIMIZATION	30-39
Adimas Prasetyo Supriyadi, Regita Aulia Safitri, Tyo Bima Pratama, Ulinnuha Latifa	
5. TEMPERATURE CLASSIFICATION IN HIGH VOLTAGE ELECTRICAL EQUIPMENT USING K-NEAREST NEIGHBOR.....	40-49
Giovanni Dimas Prenata, Aswanda Harja, Izzah Aula Wardah	
6. EFFECTS OF FLY ASH CONTAMINATION ON THE ELECTRICAL PROPERTIES OF CERAMIC INSULATOR SURFACES.....	50-59
Moh. Rafli A. Bolilio, Lanto Mohamad Kamil Amali, Yasin Mohamad	
7. DEVELOPMENT OF A CHOCOLATE REFRIGERATION MACHINE CONTROL SYSTEM BASED ON NODEMCU.....	60-69
Rhesti Nurlina Suhanto, Icha Fatwasauri, Indra Fitriyanto, Arya Maulana Syah Putra	
8. AUTOMATED ROOM LIGHTING AND FAN SYSTEM FOR ENERGY EFFICIENCY IN SMART HOMES.....	70-80
Jason Fernando, Endah Setyaningsih, Titin Fatimah	
9. DESIGN AND CONSTRUCTION OF A RASPBERRY PI-BASED HUMAN FOLLOWING ROBOT WITH TENSORFLOW LITE-BASED DETECTION	81-90
Ariq Farras Zhafran, Dananjaya Ariateja, Herwin Melyanus Hutapea	

AUTOMATED ROOM LIGHTING AND FAN SYSTEM FOR ENERGY EFFICIENCY IN SMART HOMES

OTOMATISASI SISTEM LAMPU RUANG DAN KIPAS ANGIN UNTUK PENGHEMATAN ENERGI MENUJU KONSEP SMART HOME

Jason Fernando¹, Endah Setyaningsih^{2*}, Titin Fatimah³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Email: jason.525210015@stu.untar.ac.id

Email: *endahs@ft.untar.ac.id

³Program Studi Arsitektur, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Email: titinf@ft.untar.ac.id

Received: August 18, 2025 Revised: August 28, 2025 Published: September 08, 2025

DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v27i1.35179>

Abstract

Energy waste can be caused by the uncontrolled use of electronic devices. This study develops an ESP32-based automation system to optimize the automatic operation of room lighting and fans as an effort toward energy saving and the smart home concept. The research method is system design, divided into two main parts: system 1, which regulates lighting using PIR and BH1750 sensors, and system 2, which controls a fan and desk lamp using an ultrasonic sensor, DHT11, and an AS608 fingerprint sensor. Both systems communicate through ESP-NOW to ensure coordination in device operation. The ESP32-based system was chosen for its capability of integrating wireless connectivity, relatively low power consumption, and support for multiple communication protocols, making it suitable for smart home applications. In addition, the use of biometric sensors provides added value in the form of personalized control, which is rarely found in similar studies, making the system not only efficient but also adaptive to users' specific needs. Experimental results show that the system can adjust lighting and fan speed according to designed scenarios and user preferences. The room lighting was maintained within the range of 260 lux to 385 lux when occupied, and the fan remained active when the temperature exceeded 25°C to support air circulation, but automatically turned off when the temperature fell below 25°C to save energy. The key finding of this study is that energy savings can be achieved through condition-based load control, reduction of unnecessary power consumption, and personalization via fingerprint sensors. The integration of ESP-NOW and biometrics makes this design an innovative approach toward a user-oriented, energy-efficient smart home.

Keywords: System Automation; ESP32 microcontroller; energy saving; smart home; Biometric sensor

Abstrak

Pemborosan energi salah satunya dapat disebabkan oleh penggunaan perangkat elektronik yang tidak terkontrol. Penelitian ini mengembangkan sistem otomatisasi berbasis ESP32 untuk mengoptimalkan penggunaan lampu ruang dan kipas angin secara otomatis, sebagai upaya penghematan energi menuju konsep *smart home*. Metoda penelitian berupa perancangan sistem dengan dua bagian utama, yaitu sistem 1 yang mengatur pencahayaan menggunakan sensor PIR dan BH1750, serta sistem 2 yang mengontrol kipas dan lampu meja dengan sensor ultrasonik, DHT11, dan sensor sidik jari AS608. Kedua sistem berkomunikasi melalui ESP-NOW untuk memastikan koordinasi dalam pengoperasian perangkat. Pemilihan sistem berbasis ESP32 didasarkan pada kemampuannya dalam integrasi konektivitas nirkabel, konsumsi daya yang relatif rendah, serta dukungan terhadap berbagai protokol komunikasi sehingga sesuai untuk aplikasi *smart home*. Selain itu, penggunaan sensor biometrik memberikan nilai tambah berupa personalisasi kontrol yang jarang ditemukan pada penelitian sejenis, menjadikan sistem ini tidak hanya

OTOMATISASI SISTEM LAMPU RUANG DAN KIPAS ANGIN UNTUK
PENGHEMATAN ENERGI MENUJU KONSEP SMART HOME

efisien tetapi juga adaptif terhadap kebutuhan spesifik pengguna. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menyesuaikan pencahayaan dan kecepatan kipas sesuai skenario yang dirancang dan preferensi pengguna. Lampu ruang diatur selalu berada pada rentang 260 lux sampai dengan 385 lux, jika ruangan digunakan dan kipas angin tetap menyala jika suhu melebihi 25°C, untuk membantu sirkulasi udara, tetapi jika suhu turun di bawah 25°C, kipas mati untuk menghemat daya. Temuan penting penelitian ini adalah bahwa penghematan energi dapat dicapai melalui pengendalian beban listrik berbasis kondisi aktual, pengurangan konsumsi daya yang tidak diperlukan, serta penerapan personalisasi dengan sensor sidik jari. Integrasi ESP-NOW dan biometrik menjadikan rancangan ini sebagai inovasi menuju konsep smart home hemat energi dan berorientasi pengguna.

Kata Kunci: otomatisasi sistem; mikrokontroler ESP32; penghematan energi; *smart home*; *sensor biometrik*

PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, otomatisasi telah menjadi bagian penting dalam pengembangan teknologi. Tujuannya tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga memberikan solusi dalam mengelola berbagai aspek lingkungan rumah dan kantor. Salah satu aplikasi dari teknologi otomatisasi adalah pengelolaan perangkat elektronik seperti lampu dan kipas angin, yang dapat dikendalikan secara otomatis tanpa intervensi manual. Penerapan sistem otomatisasi ini membawa keuntungan besar, terutama dalam menghemat energi dan mengurangi pemborosan listrik akibat kelalaian pengguna [1].

Salah satu permasalahan utama dalam penggunaan perangkat elektronik secara manual adalah kelalaian pengguna, seperti lupa mematikan lampu atau kipas saat tidak diperlukan. Hal ini tidak hanya meningkatkan konsumsi energi secara berlebihan, tetapi juga berdampak pada biaya listrik dan keberlanjutan lingkungan[2]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem otomatisasi yang dapat bekerja secara cerdas berdasarkan kondisi lingkungan serta menyesuaikan pengaturan sesuai preferensi pengguna untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan.

Penelitian sebelumnya[3], [4], [5] banyak menggunakan mikrokontroler seperti Arduino, yang memiliki keterbatasan dalam komunikasi antar perangkat karena bergantung pada jaringan tambahan seperti Wi-Fi atau *Bluetooth*. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada otomatisasi perangkat berdasarkan sensor lingkungan tanpa mempertimbangkan personalisasi pengaturan bagi setiap pengguna. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada penggunaan ESP32[6], [7] dengan fitur komunikasi ESP-NOW, yang memungkinkan perangkat berkomunikasi langsung tanpa memerlukan akses Wi-Fi eksternal[8]. Dengan teknologi ini, sistem dapat bekerja lebih cepat dan stabil dalam mengontrol perangkat elektronik secara otomatis.

Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan sensor sidik jari AS608[9], yang memungkinkan pengguna menyimpan dan menerapkan preferensi pribadi dalam pengaturan tingkat kecerahan lampu dan kecepatan kipas angin. Fitur ini memberikan keunggulan dibandingkan penelitian sebelumnya, karena sistem tidak hanya beradaptasi dengan kondisi lingkungan, tetapi juga dapat menyesuaikan pengaturan berdasarkan identitas pengguna yang terdeteksi. Sistem ini memanfaatkan berbagai sensor untuk mendukung otomatisasi, termasuk sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya[10], sensor HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan objek[11], sensor DHT11 untuk

mengukur suhu[12], serta sensor PIR HC-SR501 untuk mendeteksi pergerakan manusia. Dengan kombinasi fitur ESP-NOW dan sensor fingerprint AS608, sistem ini menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dan efisien dibandingkan penelitian sebelumnya. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna, tetapi juga menghadirkan otomatisasi berbasis identitas pengguna. Kebaruan melalui integrasi ESP-NOW dan sensor fingerprint AS608 menjadikan sistem ini lebih cerdas dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian berupa perancangan sistem, yaitu sistem otomatisasi alat elektronik dengan lampu dan kipas angin menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor BH1750, sensor HC-SR04, sensor DHT11, Sensor HC-SR501 dan sensor sidik jari AS608 untuk membantu proses otomatisasi peralatan elektronik yang digunakan.

Penelitian ini diawali dengan tahap perencanaan, yaitu dilakukan survei terhadap sistem otomatisasi serupa serta pengumpulan data dari literatur, jurnal, dan sumber-sumber relevan lainnya. Informasi yang diperoleh digunakan untuk merancang konsep sistem otomatisasi yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Setelah tahap perencanaan selesai, penelitian dilanjutkan dengan perancangan alat. Pada tahap ini, semua komponen, seperti mikrokontroler, sensor, dan modul tambahan, dirakit sesuai dengan desain yang telah dibuat. Proses ini melibatkan pemrograman ESP32 untuk mengelola logika sistem serta integrasi komponen fisik agar alat dapat berfungsi sesuai spesifikasi yang diinginkan.

Tahap berikutnya adalah pengujian alat dan analisis data. Pada tahap ini, alat yang telah dirancang diuji untuk memastikan bahwa semua fungsinya berjalan sesuai skenario yang direncanakan. Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi keandalan alat, efisiensi sistem, serta kemampuan alat dalam merespons kondisi lingkungan. Setelah alat berhasil diuji, dilakukan tahap evaluasi untuk menilai sejauh mana alat mampu mencapai tujuan penelitian.

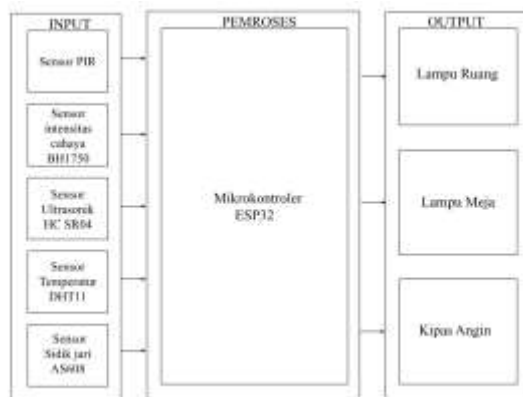
Perancangan Sistem

Sistem otomatisasi ruangan ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bagian input, pemrosesan, dan output, dengan diagram blok seperti pada Gambar 1. Bagian input terdiri dari berbagai sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi lingkungan dan preferensi pengguna. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan perubahan radiasi inframerah. Sensor intensitas cahaya BH1750 berfungsi mengukur tingkat pencahayaan ruangan, sehingga lampu dapat dinyalakan atau disesuaikan secara otomatis jika cahaya alami tidak mencukupi. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi keberadaan pengguna di area tertentu, seperti meja belajar, sehingga lampu meja dan kipas dapat diaktifkan ketika diperlukan. Sensor temperatur DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu ruangan, yang akan menentukan kapan kipas angin harus dinyalakan dan menyesuaikan kecepatannya agar suhu tetap nyaman. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan sensor sidik jari AS608, yang memungkinkan sistem mengenali pengguna dan menyesuaikan pengaturan perangkat elektronik sesuai dengan preferensi masing-masing pengguna.

Seluruh data yang diperoleh dari sensor kemudian diproses oleh ESP32, yang berperan sebagai unit pemrosesan utama. ESP32 akan mengambil keputusan berdasarkan algoritma pemrograman yang telah ditentukan, seperti menyalakan atau mematikan

OTOMATISASI SISTEM LAMPU RUANG DAN KIPAS ANGIN UNTUK
PENGHEMATAN ENERGI MENUJU KONSEP SMART HOME

perangkat elektronik, menyesuaikan intensitas pencahayaan, serta mengontrol kecepatan kipas sesuai kondisi lingkungan dan preferensi pengguna. Selain itu, ESP32 juga mendukung komunikasi antara dua sistem otomatisasi melalui fitur ESP-NOW, yang memungkinkan perangkat ESP32 berkomunikasi tanpa memerlukan koneksi Wi-Fi eksternal.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Setelah data diproses, sistem akan memberikan output berupa kendali otomatis pada perangkat elektronik di dalam ruangan. Lampu ruang akan menyala atau meredup secara otomatis berdasarkan hasil deteksi sensor PIR dan sensor cahaya BH1750. Lampu meja akan aktif ketika sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan pengguna di area meja belajar. Sementara itu, kipas angin akan menyala jika suhu ruangan melebihi ambang batas tertentu yang dideteksi oleh sensor DHT11, dengan kecepatan kipas yang dapat disesuaikan sesuai dengan sidik jari pengguna yang telah terdaftar dalam sistem.

Perancangan sistem otomatisasi ini menggunakan berbagai komponen untuk merealisasikan alat yang dirancang. Modul fingerprint AS608 digunakan untuk mengenali sidik jari pengguna guna menyesuaikan pengaturan perangkat elektronik secara personal. Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi mendeteksi keberadaan objek atau manusia di area tertentu, sedangkan sensor BH1750 digunakan untuk mengukur intensitas cahaya guna menyesuaikan pencahayaan secara otomatis. Sensor temperatur DHT11 berperan dalam mengukur suhu ruangan untuk mengontrol kecepatan kipas, sementara sensor *Passive Infrared* (PIR) HC-SR501 mendeteksi pergerakan manusia untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat secara otomatis.

Untuk pengendalian daya, sistem ini memanfaatkan MOSFET[13],[14] IRLZ440N sebagai saklar elektronik yang mengatur arus ke perangkat seperti kipas dan lampu. Sumber daya sistem berasal dari *power supply*, yang kemudian didistribusikan dengan *step-down converter* LM2596 dan XL4015 untuk menyesuaikan tegangan sesuai kebutuhan komponen. Sebagai unit pemrosesan utama, digunakan mikrokontroler ESP32 DO IT Devkit V1, yang berfungsi mengolah data dari sensor serta mengontrol perangkat elektronik. Sistem ini mengendalikan beberapa perangkat, termasuk kipas DC 12V untuk sirkulasi udara, lampu LED 12V sebagai penerangan utama, dan lampu meja 5V untuk

kebutuhan pencahayaan tambahan. Seluruh komponen ini bekerja secara terintegrasi untuk menciptakan sebuah sistem otomatisasi ruangan.

Perancangan alat dimulai dengan membagi alat menjadi 2 sistem yang dapat ditempatkan pada area tertentu untuk memungkinkan peletakkan yang strategis. Sistem 1 dimulai dengan mengaktifkan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia melalui gerakan. Jika sensor tidak mendeteksi adanya gerakan, sistem akan tetap berada dalam mode deteksi. Namun, jika gerakan terdeteksi, lampu ruangan dan sensor BH1750 akan menyala setelah jeda dan mulai mendeteksi kondisi ruangan selama 20 detik atau waktu yang telah ditentukan. Setelah itu, sistem memeriksa intensitas cahaya di ruangan. Jika intensitas cahaya berada di bawah 360 lux, lebih besar 10 lux dari nilai iluminasi SNI[15], sistem menganggap pencahayaan kurang dan akan menyalakan lampu. Sebaliknya, jika intensitas cahaya mencapai atau melebihi 360 lux, lampu ruangan akan dimatikan.

Sistem kemudian memeriksa kembali apakah intensitas cahaya di ruangan melebihi 385 lux (10% diatas nilai iluminasi SNI)[15]. Jika intensitasnya berada di atas 385 lux, sistem akan meredupkan lampu secara bertahap dengan menggunakan pin PWM dari ESP 32 hingga sensor BH1750 membaca intensitas cahaya berada di antara 360-385 lux[15], hal ini memastikan pencahayaan ruangan tetap optimal tanpa pemborosan energi. Sistem juga memeriksa apakah ada sinyal *dimming* untuk mengatur tingkat kecerahan lampu. Jika sinyal *dimming* diterima, lampu akan diatur sesuai tingkat kecerahan yang ditentukan dan setelah itu akan menyesuaikan kecerahan lampu sampai intensitas cahaya berada diantara 360-385 lux, hal ini dilakukan karena lampu meja di sistem 2 akan menyala. Jika nilai intensitas cahaya masih berada dibawah 360 lux lampu akan Kembali ke nilai redup awal dari *dimming signal*. Jika tidak ada sinyal, lampu tetap menyala dengan kecerahan yang sama seperti sebelumnya. Proses ini berakhir dengan sistem kembali ke mode awal untuk memulai deteksi gerakan berikutnya.

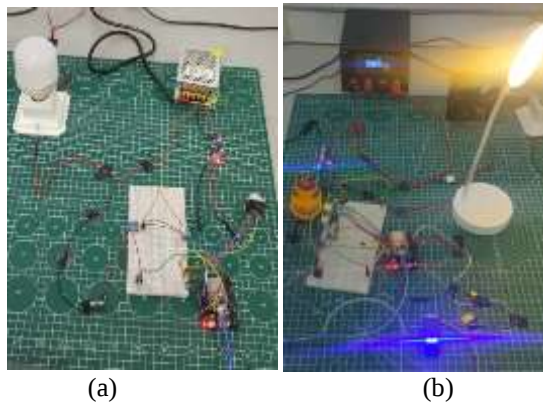
Proses kerja sistem 2 dimulai dengan aktivasi sensor ultrasonik, yang masuk ke mode mendeteksi. Jika sensor ultrasonik tidak mendeteksi, sistem tetap berada dalam mode deteksi hingga ada perubahan kondisi. Namun, jika manusia terdeteksi, sistem secara otomatis mengirim sinyal *dimming* ke lampu di sistem 1 untuk menyesuaikan tingkat pencahayaan sesuai kebutuhan. Selain itu, sistem menyalakan modul kipas angin dan lampu meja untuk menciptakan lingkungan yang nyaman.

Setelah itu, sistem mengaktifkan modul sidik jari untuk mendeteksi keberadaan pengguna spesifik, serta sensor suhu DHT11 untuk mulai memonitor temperatur ruangan setelah jeda waktu tertentu yang telah ditentukan. Sensor suhu DHT11 kemudian digunakan untuk memeriksa apakah suhu ruangan melebihi 25°C[16]. Jika suhu di atas ambang batas tersebut, modul kipas angin tetap menyala. Sebaliknya, jika suhu berada di bawah atau sama dengan 25°C, kipas angin akan dimatikan selama durasi waktu tertentu untuk menghemat energi.

Sistem ini juga mencakup fitur personalisasi melalui modul sidik jari. Jika sidik jari pengguna dikenali, sistem akan menyesuaikan kecepatan kipas angin dengan menggunakan PWM[17], [18] dan MOSFET agar kecepatan kipas dapat diatur berdasarkan preferensi yang telah disimpan sebelumnya. Setelah penyesuaian dilakukan, kipas angin akan terus beroperasi pada kecepatan yang sama untuk durasi waktu tertentu. Jika sidik jari tidak terdeteksi, sistem kembali ke tahap awal. Rangkaian alat yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 2. Data kuantitatif dari hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan penghematan energi untuk smart home, dapat dilihat pada Tabel 1.

OTOMATISASI SISTEM LAMPU RUANG DAN KIPAS ANGIN UNTUK
PENGHEMATAN ENERGI MENUJU KONSEP SMART HOMETabel 3. Data kuantitatif terkait penghematan energi untuk *smart home*

No.	Sistem / Perangkat	Sensor/Kontrol	Penghematan Energi	Kondisi/Catatan
1.	Lampu + Kipas ruang	ESP32 + sensor PIR + DHT11	20%	Otomatisasi rumah pintar, kontrol perangkat terintegrasi[19]
2.	Lampu Pintar	Penjadwalan & <i>dimming</i>	hingga 90%	LED hemat energi, kontrol otomatis[20]
3.	Sistem <i>smart home</i>	Berbagai sensor & perangkat	20%	Analisis pengurangan konsumsi energi rumah tangga[21]



Gambar 2. Rangkaian Sistem: (a) Rangkaian Sistem 1, (b) Rangkaian sistem 2.

HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem otomatisasi lampu dan kipas angin bekerja, yaitu berdasarkan berbagai skenario yang dirancang untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem. Data yang digunakan dalam pengujian ini diperoleh secara langsung dari sensor yang terpasang, tanpa disimpan dalam basis data. Pengujian dilakukan dengan menentukan contoh kasus atau skenario yang menguji respons sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan, seperti keberadaan manusia yang terdeteksi oleh sensor PIR, tingkat pencahayaan yang diukur oleh sensor BH1750, keberadaan objek di area tertentu yang dideteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04, suhu ruangan yang diukur oleh sensor DHT11, serta preferensi pengguna yang dikenali melalui sensor sidik jari AS608. Data yang dihasilkan oleh sensor ini diproses secara real-time oleh mikrokontroler ESP32 untuk mengendalikan perangkat seperti lampu dan kipas angin.

Hasil pengujian dianalisis berdasarkan perubahan status perangkat, misalnya penyesuaian kecerahan lampu terhadap intensitas cahaya atau perubahan kecepatan kipas berdasarkan suhu dan preferensi pengguna. Dengan pendekatan ini, sistem diuji untuk memastikan bahwa setiap fungsi bekerja sesuai dengan yang diharapkan dalam berbagai kondisi operasional.

Tabel 2. Pengujian Sistem 1

No	Skenario	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Pengguna masuk ke ruangan		PIR mendeteksi gerakan Lampu menyala dengan kecerahan penuh saat ada Gerakan dan BH1750 nyala
2	Pengguna meninggalkan ruangan		PIR tidak mendeteksi gerakan Lampu mati setelah 20 detik tidak ada gerakan yang terdeteksi.
3	Pengguna masuk ke ruangan tetapi lampu ruang tidak sesuai SNI ruang belajar(15)		Lampu mati ketika BH1750 mengukur nilai lux di bawah 360 dan <i>serial monitor</i> akan mencetak "Ganti Lampu"
4	Pengguna masuk ke ruangan tetapi Lux ruangan melebihi batas yang ditentukan		BH1750 mengukur Nilai Lux di Atas Ambang batas (385 lux) Kecerahan lampu berkurang secara bertahap hingga lux ≤ 385
5	Pengguna masuk ke ruangan dan kecerahan ruangan sudah sesuai dengan batas SNI ruang belajar		BH1750 mengukur Lux diantara 360-385 Lux, lampu tetap menyala dengan kecerahan yang menjaga lux antara 360-385.
6	Pengguna masuk ke area belajar		Sistem 1 menerima <i>dimming signal</i> dari sistem 2 dan lampu redup 50%
7	Pengguna berada di area belajar dan menggunakan fitur <i>fingerprint</i>		Sistem menerima <i>dimming signal</i> dari sistem 2. Lampu redup sampai 20% untuk id 1 dan lampu redup sampai 80% Untuk id 2

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sistem otomatisasi lampu berdasarkan berbagai skenario yang telah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan rancangan, di mana sensor-sensor yang digunakan dapat merespons kondisi lingkungan dengan tepat. Saat pengguna masuk ke ruangan, sensor PIR akan mendeteksi keberadaan mereka dan secara otomatis menyalakan lampu dengan kecerahan penuh. Selain itu, sensor BH1750 juga aktif untuk mengukur intensitas cahaya di ruangan, dengan hasil pengukuran ditampilkan pada serial monitor. Jika pengguna meninggalkan ruangan, sensor PIR tidak lagi mendeteksi pergerakan, dan setelah 20 detik tanpa aktivitas, sistem akan mematikan lampu secara otomatis untuk menghemat energi. Jika pengguna masuk ke ruangan tetapi tingkat pencahayaan masih di

OTOMATISASI SISTEM LAMPU RUANG DAN KIPAS ANGIN UNTUK
PENGHEMATAN ENERGI MENUJU KONSEP SMART HOME

bawah standar yang ditentukan (360 lux), sistem akan menyalakan lampu untuk meningkatkan pencahayaan hingga mencapai batas yang sesuai.

Sebaliknya, jika tingkat pencahayaan melebihi 385 lux, sistem akan menyesuaikan intensitas lampu dengan meredupkannya secara bertahap hingga pencahayaan berada dalam rentang 360-385 lux. Ketika pengguna memasuki area belajar, sistem kedua mengirimkan sinyal dimming ke sistem pertama, yang menyebabkan lampu utama meredup sekitar 50%. Jika pengguna menggunakan fitur fingerprint untuk mengaktifkan preferensi pribadi, sistem akan menyesuaikan tingkat kecerahan lampu sesuai dengan ID pengguna. Untuk ID 1, lampu akan meredup hingga 20%, sedangkan untuk ID 2, lampu akan menyala dengan tingkat kecerahan hingga 80%.

Tabel 3. Pengujian Sistem 2

No	Skenario	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Pengguna masuk ke area belajar		Sensor ultrasonic mendeteksi keberadaan. Kipas menyala pada kecepatan penuh dan lampu meja menyala
2	Pengguna menggunakan fitur pengaturan preferensi dengan <i>fingerprint</i> ID 1 saat di area belajar		Sensor AS608 mendeteksi <i>fingerprint</i> ID 1 dan kipas menyala dengan kecepatan 20%,
3	Pengguna menggunakan fitur pengaturan preferensi dengan <i>fingerprint</i> ID 2 saat di area belajar		Sensor AS608 mendeteksi <i>fingerprint</i> ID 2 dan kipas menyala dengan kecepatan 80%,
4	Pengguna masuk ke area belajar		Sinyal pengaturan dimmer dikirim ke sistem 1 melalui ESP-NOW"
5	Pengguna menggunakan fitur pengaturan preferensi dengan <i>fingerprint</i> ID 1 saat di area belajar		Sinyal pengaturan dimmer dikirim ke sistem 1 melalui ESP-NOW"
6	Pengguna menggunakan fitur pengaturan preferensi dengan <i>fingerprint</i> ID 2 saat di area belajar		Sinyal pengaturan dimmer dikirim ke sistem 1 melalui ESP-NOW"
7	Pengguna masuk ke area belajar		Sensor DHT11 mengukur temperatur < 25 °C dan kipas tetap nyala

8 Pengguna masuk ke area belajar



Sensor DHT11 mengukur temperatur < 25 °C dan kipas mati

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian sistem 2 yang mengendalikan kipas dan lampu meja berdasarkan keberadaan pengguna, preferensi sidik jari, dan suhu ruangan. Saat sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan dalam jarak 10 cm, kipas menyala dengan kecepatan penuh, dan lampu meja menyala. Jika fingerprint ID 1 terdeteksi, kipas menyala dengan kecepatan 20%, sedangkan fingerprint ID 2 menyebabkan kipas menyala dengan kecepatan 80%. Sistem 2 juga mengirimkan sinyal dimming ke Sistem 1 melalui ESP-NOW, di mana lampu Sistem 1 diredupkan menjadi 50% saat ada pengguna, 20% jika fingerprint ID 1 terdeteksi, dan 80% jika fingerprint ID 2 terdeteksi. Jika tidak ada fingerprint yang terdeteksi, sistem bekerja dalam mode kontrol sensor ultrasonik. Selain itu, kipas dikendalikan berdasarkan suhu ruangan yang diukur oleh sensor DHT11. Jika suhu melebihi 25°C, kipas tetap menyala untuk membantu sirkulasi udara, tetapi jika suhu turun di bawah 25°C, kipas mati untuk menghemat daya.

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menyesuaikan pencahayaan dan kecepatan kipas sesuai skenario yang dirancang dan preferensi pengguna. Lampu ruang diatur selalu berada pada rentang 260 lux sampai dengan 385 lux, jika ruangan digunakan dan kipas angin tetap menyala jika suhu melebihi 25°C, untuk membantu sirkulasi udara, tetapi jika suhu turun di bawah 25°C, kipas mati untuk menghemat daya. Sistem ini juga mengelola kipas angin dan lampu meja berdasarkan keberadaan pengguna, suhu ruangan, serta pengaturan individu, sehingga memungkinkan pengoperasian perangkat yang lebih adaptif. Integrasi sensor sidik jari dalam sistem menghadirkan pendekatan berbasis biometrik yang belum banyak diterapkan dalam penelitian sebelumnya, menjadikannya sebagai inovasi dalam personalisasi pengendalian perangkat elektronik.

Ucapan Terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Tarumanagara dengan fasilitas yang disediakan untuk penelitian ini. Terima kasih juga kepada pabrikan lampu di Jakarta Barat yang menunjukkan berbagai tipe lampu *indoor* dan sistem *smart home*.

REFERENSI

- [1] T. Tjahjono, and D. Maulina, "KELALAIAN MANUSIA (HUMAN ERROR) DALAM KECELAKAAN LALU LINTAS: ANALISIS BERDASARKAN PEMROSESAN INFORMASI," *Journal of Indonesia Road Safety*, Vol 1, No 1, pp. 30-38, April 2018.
- [2] D. Almanda, K. Krisdianto, and E. Dermawan, "MANAJEMEN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN LM 35," *elektum*, vol. 14, no. 1, p. 16, Apr. 2017, doi: 10.24853/elektum.14.1.16-22.
- [3] E. Setyaningsih and Y. Calvinus, "PERANCANGAN DAN REALISASI AUTOMATIC DIMMING LIGHT PADA LABORATORIUM PENDIDIKAN." *Jurnal TESLA*, Vol 24, No 1, Maret 2022.
- [4] R. S. Rinaldi, Y. R. Lase, and M. K. A. Rosa, "Perancangan Sistem Otomatisasi

OTOMATISASI SISTEM LAMPU RUANG DAN KIPAS ANGIN UNTUK
PENGHEMATAN ENERGI MENUJU KONSEP SMART HOME

- Penyalan Lampu, Kipas angin dan Proyektor Dalam Ruang Kelas,” vol. 11, 2021.
- [5] I. Marzuki, “Perancangan dan Pembuatan Sistem Penyalan Lampu Otomatis Dalam Ruangan Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Gerak dan Sensor Cahaya,” *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik dan Terapan*, vol. 10, no. 1, pp. 10–16, 2019.
 - [6] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, “MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Indonesia (JATI) Vol 6, No 2*, pp. 767-772, September 2022.
 - [7] “The demonstration device for remote light control via the Internet by using MQTT protocol and Dual-Chip ESP32,” *Journal of Thu Dau Mot University*, pp. 118–129, Sep. 2022, doi: 10.37550/tdmu.ejs/2022.03.313.
 - [8] D. Urazayev, A. Eduard, D. Zorbas, and M. Ahsan, “Indoor Performance Evaluation of ESP-NOW.” [Online]. Available: <https://github.com/espressif/esp-now>
 - [9] Z. Zhu, “Frontiers in Computing and Intelligent Systems The Electronic Lock of Fingerprint Identification,” *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, vol. 5, no. 3, pp. 65–68, 2023.
 - [10] I. G. M. N. Desnanjaya, A. A. G. B. Ariana, I. M. A. Nugraha, I. K. A. G. Wiguna, and I. M. U. Sumaharja, “Room Monitoring Uses ESP-12E Based DHT22 and BH1750 Sensors,” *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 3, no. 2, pp. 205–211, Mar. 2022, doi: 10.18196/jrc.v3i2.11023.
 - [11] R. Sudrajat and F. Rofifah, “Rancang Bangun Sistem Kendali Kipas Angin dengan Sensor Suhu dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno,” *remik*, vol. 7, no. 1, pp. 555–564, Jan. 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12082.
 - [12] R. Aulia, R. A. Fauzan, and I. Lubis, “Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Fan dan DHT11 Berbasis Arduino,” *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, vol. 6, no. 1, pp. 30, Jan. 2021.
 - [13] N. E. Wijanarko, S. Pradana, and E. Yadie, “Rancang Bangun Sistem Alat Praktikum MOSFET di Laboratorium Elektronika Daya,” *PoliGrid*, vol. 2, no. 2, p. 62, Dec. 2021, doi: 10.46964/poligrid.v2i2.711.
 - [14] T. Suhendra, A. Uperiati, D. A. Purnamasari, and A. H. Yunianto, “Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan,” *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 78–85, Oct. 2018.
 - [15] SNI 6197-2020, “Standar Nasional Indonesia Konservasi energi pada sistem pencahayaan,” 2020, [Online]. Available: www.bsn.go.id
 - [16] SNI 6196-2020, “Standar Nasional Indonesia Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung,” 2020, [Online]. Available: www.bsn.go.id
 - [17] D. Setiawan, J. Yos Sudarso Km, K. Kunci, and A. Uno, “SISTEM KONTROL MOTOR DC MENGGUNAKAN PWM ARDUINO BERBASIS ANDROID SYSTEM,” *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 15, no. 1, pp. 7–14, 2017.
 - [18] P. Astuti and H. Masdi, “Sistem Kendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan PWM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 120–135, Jan. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.216.
 - [19] R. Verma and A. Singh, “Design and implementation of an ESP32-based smart home system,” *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering*, vol. 19, no. 6, pp. 23–28, 2021.

- [20] The Spruce, “Smart bulbs indoors: Tips and energy savings,” 2022. [Online]. Available:
- [21] American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), “Energy impacts of smart home technologies,” 2018.