

OTOMATISASI ENERGI PENUNJANG INTENSITAS KONSUMSI ENERGI PADA RUANG KELAS

Kartika^{1*}, Husni Fadillah Harahap², Asran³, Misbahul Jannah⁴, Msiriana⁵, Suryati⁶

^{1,2,3,4}Teknik Elektro Universitas Malikussaleh; Jl. Batam Bukit Indah - Lhokseumawe; Tlp. +62.645.41373. Fax : +62.645.44450

^{5,6}Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe; Jl. Medan Banda Aceh 380,3 – Buket Rata Lhokseumawe; Telp 0645-42785.

Received: 22 Juli 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

Energi;
Konsumsi Energi;
Penghematan Energi;
IR Pemancar.

Correspondent Email:

kartika@unimal.ac.id

Abstrak. Otomatisasi penggunaan energi untuk mengendalikan intensitas konsumsi energi (IKE) di ruang kelas dilakukan menggunakan sistem berbasis Arduino Nano. Sistem ini memanfaatkan pemancar IR untuk mengirim sinyal ke unit pendingin ruangan, motor servo untuk memposisikan pemancar IR ke unit pendingin ruangan yang sesuai, relay untuk mengontrol lampu, dan modul Real-Time Clock (RTC) untuk penjadwalan berdasarkan jadwal yang ditentukan. Tujuan utamanya adalah untuk mencegah pemborosan energi dan memastikan kenyamanan dengan menghidupkan dan mematikan unit pendingin ruangan serta lampu sesuai dengan jadwal yang telah diatur. Penjadwalan otomatis ini mencakup pengaturan waktu, kontrol IR pemancar, motor servo, kontrol relay, dan tampilan LCD. Penjadwalan yang terprogram memastikan bahwa pendingin ruangan dan lampu hanya menyala pada waktu yang diperlukan, sementara tampilan LCD memberikan informasi waktu nyata tentang status pendingin ruangan dan lampu. Dengan otomatisasi ini, sistem membantu mengurangi konsumsi energi yang berlebihan, mendorong penghematan energi yang signifikan, dan menciptakan lingkungan belajar yang nyaman serta efisien secara energi. Sistem monitoring dan pengaturan otomatis juga memungkinkan para pengguna untuk lebih fokus pada aktivitas belajar-mengajar tanpa perlu khawatir tentang pengaturan manual pendingin ruangan dan lampu.

Abstract. Automation of energy use to control energy consumption intensity (IKE) in classrooms is carried out using an Arduino Nano-based system. This system utilizes an IR transmitter to send signals to the air conditioning unit, a servo motor to position the IR transmitter to the appropriate air conditioning unit, a relay to control the lights, and a Real-Time Clock (RTC) module for scheduling based on a specified schedule. The main goal is to prevent energy waste and ensure comfort by turning on and off the air conditioning unit and lights according to a preset schedule. This automatic scheduling includes time setting, transmitter IR control, servo motor, relay control, and LCD. Programmed scheduling ensures that the air conditioner and lights only turn on when needed, while the LCD provides real-time information about the status of the air conditioner and lights. With this automation, the system helps reduce excessive energy consumption, drives significant energy savings, and creates a comfortable and energy-efficient learning environment. The automatic monitoring and regulation system also allows users to focus more on teaching and learning activities without having to worry about manual settings for air conditioning and lights.

1. PENDAHULUAN

Energi memegang peranan vital dalam kehidupan manusia karena setiap aktivitas memerlukan energi. Seiring waktu, dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia, penggunaan energi juga diprediksi akan meningkat[1]. Dengan bertambahnya penggunaan energi, upaya efisiensi energi pada gedung menjadi semakin krusial mengingat keterbatasan sumber daya energi di Indonesia[2].

Gedung menjadi salah satu sumber pemborosan energi terbesar di Indonesia. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi energi dilakukan untuk mengurangi pemborosan dan mengatasi masalah yang timbul akibat penggunaan energi listrik yang berlebihan[3]. Seringkali terjadi pemborosan energi listrik di gedung akibat penggunaan pendingin ruangan (AC) dan lampu yang tetap menyala meskipun sebenarnya sudah tidak diperlukan, biasanya karena kelalaian dalam memamatkannya[4]. Penggunaan energi listrik yang tidak efisien menyebabkan konsumsi energi terus meningkat secara tidak terkendali dan menyebabkan kenaikan biaya listrik. Upaya penghematan energi pada penggunaan pendingin ruangan dan lampu akan memberikan dampak signifikan terhadap penghematan energi listrik nasional[5].

Penghematan penggunaan energi listrik sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2012 mengatur bahwa semua gedung-gedung kantor pemerintah, baik yang berada di pusat maupun di daerah, diwajibkan menerapkan program efisiensi energi pada sistem ventilasi dan pendinginan, pencahayaan, dan serta perangkat tambahan lainnya. Kebijakan konservasi energi ini merupakan bagian dari upaya pemerintah untuk mengurangi penggunaan energi di tingkat nasional.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2023 [6] mengenai penghematan energi menyatakan tentang untuk melindungi sumber daya energi domestik dan meningkatkan efisiensi penggunaannya, perlu dilakukan upaya konservasi energi yang mencakup perluasan jangkauan pengguna serta sumber energi, penurunan batas konsumsi energi, penataan pelaksanaan konservasi energi di tingkat pemerintahan pusat dan daerah, serta pengembangan usaha dalam bidang konservasi

energi. Konservasi energi harus dilakukan dengan cara menghemat energi tanpa mengurangi efektivitas penggunaannya.[7].

Penggunaan energi untuk pendingin ruangan dan lampu telah diteliti oleh beberapa peneliti. Natsir dkk (2019) meneliti penerapan IoT dalam sistem pengendalian pendingin ruangan otomatis di ruang kelas. M. Ilham Bintang dkk (2021) mempelajari pengendalian lampu dan pendingin ruangan secara otomatis berbasis mikrokontroler. Saputra (2021) menyelidiki sistem penjadwalan penggunaan pendingin ruangan sesuai dengan jadwal pelajaran menggunakan ESP8266, sensor PIR, dan perangkat Android. Gedung di Teknik Elektro Universitas Malikussaleh (UNIMAL) memiliki pengatur suhu ruangan dan lampu untuk mendukung proses pembelajaran. Oleh sebab itu, penulis meneliti otomatisasi penggunaan energi berdasarkan intensitas konversi energi di ruang kelas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Konsumsi Energi

Penggunaan IKE adalah pengukuran konsumsi energi dalam periode tertentu per unit luas dari sebuah bangunan atau gedung. Pengukuran IKE ini adalah bagian dari proses audit energi[8].

2.2 Energi

Tanpa energi daya listrik, banyak aktivitas manusia tidak dapat berfungsi dengan optimal. Akan tetapi, penggunaan energi daya listrik yang terlalu banyak dapat menimbulkan efek tidak baik[9]. Dengan itu, penggunaan energi daya listrik perlu harus dilakukan dengan cara yang bijaksana dan efektif. Agar memahami pola konsumsi energi daya listrik di suatu gedung, perlu melakukan pemeriksaan energi listrik. Proses audit ini mencakup beberapa langkah, dimulai dengan pengumpulan data terkait penggunaan energi listrik pada periode sebelumnya, penilaian konsumsi energi daya listrik secara langsung, perhitungan Intensitas Kebutuhan Energi (IKE), hingga analisis potensi penghematan energi[10]. Hasil dari pengumpulan data dan analisis tersebut kemudian disusun dalam laporan yang mencakup rekomendasi untuk langkah-langkah penghematan energi di bangunan terkait. Dengan cara ini, penggunaan

energi listrik di gedung tersebut bisa menjadi lebih efektif dan efisien.

2.3 Penghematan Energi

energi yang dimanfaatkan dalam aktivitas setiap hari perlu dikelola secara baik melalui penghematan energi. Penghematan energi bertujuan agar pemanfaatan energi tetap optimal, biaya yang dikeluarkan dapat ditekan, diterima baik oleh masyarakat, dan tidak merusak lingkungan. Menurut Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Konservasi Energi, konservasi energi adalah usaha yang terstruktur, terencana, dan komprehensif untuk melindungi sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi penggunaannya.

Landasan hukum yang kokoh untuk program konservasi energi diatur didalam Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Daya Energi, yang selanjutnya diimplementasikan melalui Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi. Peraturan tersebut mengharuskan pengguna energi yang memiliki konsumsi tahunan lebih dari 6.000 Tonne of Oil Equivalent (TOE) untuk melaksanakan program konservasi energi.

2.4 Pendingin Ruangan

Pendingin ruangan memiliki berbagai beragam jenis, fungsi, dan bentuk yang disesuaikan dengan ukuran serta ukuran dan kapasitas ruang yang akan memanfaatkannya. Salah satunya adalah pendingin ruangan otomatis yang menggunakan remot kontrol untuk menyesuaikan suhu atau temperatur ruangan yang diinginkan[11]. Namun pada banyak pendingin ruangan, saklar hidup/mati dioperasikan secara manual menggunakan tombol pada remot. Hal ini menyebabkan suhu yang diinginkan sering berubah-ubah akibat perbedaan preferensi individu dan aktivitas orang yang masuk atau keluar dari ruangan.

2.5 Lampu

Dari definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa lampu berfungsi sebagai pengganti sumber cahaya alami, seperti matahari, pada siang hari. Penggunaan lampu umumnya diperlukan dalam kondisi di mana suatu tempat kekurangan cahaya atau cahaya yang masuk tidak mencukupi. Lampu telah menjadi kebutuhan dasar bagi setiap orang

karena mendukung pelaksanaan aktivitas sehari-hari.

2.6 Remot Kontrol

Menurut Karsten Scheibler & Christoph Bartelmus (1999) dalam *Linux Infrared Remote Control*, remote control merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat elektronik dari jarak jauh. Umumnya, "terdapat dua jenis remote control: inframerah (IR) dan frekuensi radio (RF)[12]. Remot kontrol IR berfungsi yang mengirimkan gelombang inframerah ke perangkat elektronik, sedangkan remote control RF menggunakan gelombang radio. Penggunaan remote control dapat ditemukan dalam berbagai perangkat sehari-hari, seperti remote TV dan pendingin ruangan. Biasanya, remote control mengirimkan sinyal inframerah sebagai output. Sinyal ini berisi data biner yang diatur untuk tujuan tertentu[13].



Gambar 1. Remote Control

Remote ini menggunakan penerima LFN0038K untuk menerima sinyal inframerah. Remote control inframerah yang disertakan dengan kit aplikasi mematuhi protokol pengkodean NEC standar. Saat penerima inframerah menerima sinyal, ia akan mengeluarkan pulsa yang dikirim ke chip kontrol utama. Bagian kontrol utama kemudian menerjemahkan sinyal tersebut menjadi kode kunci, yang digunakan untuk mengendalikan motor yang sesuai.

Pengkodean protokol NEC inframerah adalah jenis kode serial PWM, di mana logika biner "0" memiliki siklus 1,125 ms dengan lebar pulsa 0,565 ms dan interval 0,56 ms. Sebaliknya, logika biner "1" memiliki siklus 2,25 ms dengan lebar pulsa 0,565 ms dan interval 1,685 ms.

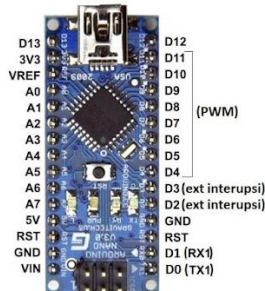
2.7 Metode Pengiriman Data Remot Kontrol

Remot kontrol Inframerah memanfaatkan cahaya inframerah untuk

mentransfer data ke penerima. Data tersebut dikirim dalam bentuk pulsa cahaya yang dimodulasi pada frekuensi 40 kHz, dengan sinyal yang dikirim terdiri dari data biner.[14].

2.8 Arduino Nano

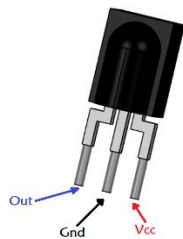
Contoh papan sirkuit mikrokontroler berukuran kecil dengan sejumlah pin adalah Arduino Nano. Berikut adalah pinout dari Arduino Nano dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Arduino Nano

2.9 Sensor IR Penerima

Sensor IR penerima (receiver) ini adalah IC penerima IR mini dari seri TSOP1838. Model TSOP1838 ini dirancang untuk merespons sinyal IR dengan frekuensi 38 kHz dari perangkat kendali jarak jauh. Sensor ini biasanya digunakan dalam aplikasi kendali jarak jauh seperti TV, pendingin ruangan, dan perangkat elektronik lainnya[15].



Gambar 3. Sensor IR Penerima

2.10 Sensor IR Pemancar

LED IR memancarkan cahaya inframerah, yang berarti memancarkan cahaya dalam rentang frekuensi inframerah. Cahaya ini tidak terlihat oleh mata manusia. Panjang gelombang inframerah (700 nm – 1 mm) sedikit melampaui cahaya tampak. Segala sesuatu yang menghasilkan panas, termasuk tubuh manusia, memancarkan inframerah. Inframerah memiliki sifat yang mirip dengan cahaya tampak, seperti dapat terfokus, dipantulkan, dan terpolarisasi[16].



Gambar 4. Sensor IR Pemancar

2.11 Sensor RTC

RTC DS1307 adalah modul jam waktu nyata yang dirancang untuk konsumsi daya rendah, dilengkapi dengan kalender dan jam dalam format BCD, serta memori SRAM non-volatile dengan kapasitas 56 bytes. Alamat dan data dikirim melalui dua kabel yang dapat mengirim dan menerima sinyal secara bersamaan. DS1307 memberikan informasi tentang detik, menit, jam, hari, dan tanggal, serta mendukung bulan dengan 31 hari atau kurang. Jam pada DS1307 dapat beroperasi baik dalam format 24 jam maupun 12 jam dengan penunjuk AM/PM.

DS1307 dapat secara otomatis mendeteksi sumber daya. Apabila sumber daya utama sistem mati, DS1307 akan secara otomatis beralih ke catu daya dari baterai (jika tersedia). Modul ini menawarkan akurasi yang dapat dipertahankan hingga tahun 2100[17].



Gambar 5. Sensor RTC

2.12 Motor Servo

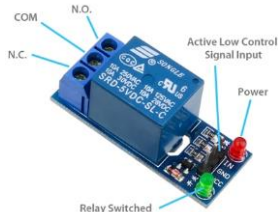
Motor servo adalah sistem pengendalian tertutup yang memanfaatkan umpan balik posisi untuk mengatur gerakan dan posisi akhir. Berbagai tersedia, tetapi fitur utamanya tipe motor servo adalah kemampuannya untuk mengatur posisi porosnya dengan sangat tepat.



Gambar 6. Motor Servo

2.13 Relay

Relay merupakan komponen elektronik yang berperan sebagai saklar listrik. Komponen ini memungkinkan pengendalian arus listrik, termasuk arus dengan tegangan tinggi, dengan menggunakan arus yang lebih kecil. Relay sering digunakan untuk mengimplementasikan logika switching dalam sistem elektronik, memungkinkan kontrol yang aman dan efisien atas sirkuit bertegangan tinggi[18].

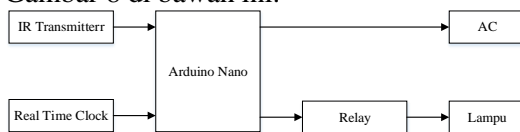


Gambar 7. Relay

3. PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Dari Sistem

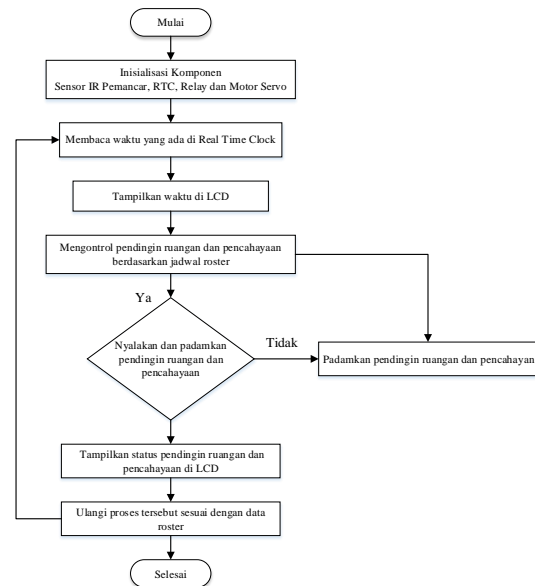
Diagram blok dari sistem adalah kumpulan dari komponen yang dimuat dalam blok sederhana seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Diagram Blok Sistem

3.2 Diagram Sistem Kerja Remote

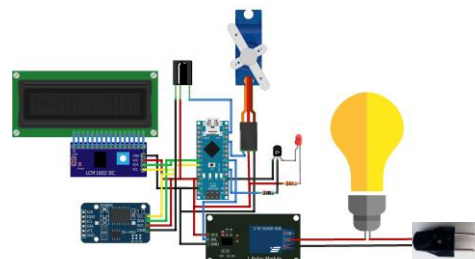
Perancangan sistem kerja adalah proses yang melibatkan pengembangan dan penataan langkah-langkah atau prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan tertentu dalam suatu sistem. Tujuannya adalah untuk memastikan efisiensi, efektivitas, dan konsistensi dalam operasional sistem tersebut. Adapun diagram sistem kerja remote dapat dilihat pada Gambar 9. berikut:



Gambar 9. Diagram Sistem Kerja Remote

3.3 Desain Elektronik Keseluruhan

Pada desain elektronik keseluruhan sistem kendali pendingin ruangan dan lampu yaitu menggunakan Arduino Nano, Sensor IR Pemancar, Sensor Real Time Clock (RTC), motor servo dan relay sebagai mana seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Desain Elektronik Keseluruhan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat otomatisasi penggunaan energi di ruang kelas untuk mendukung penghematan energi dilakukan melalui sistem otomatisasi penggunaan pendingin ruangan dan lampu. Tahapan perancangan meliputi perancangan mekanik, elektronik, dan program. Selanjutnya, tahapan pengujian mencakup pengujian fungsional dan pengujian kinerja alat secara keseluruhan. Hasil dari perancangan dan pengujian tersebut akan dijelaskan pada poin-poin berikut.

4.1 Hasil Desain Mekanik

Hasil desain mekanik dari sistem otomatisasi ruang kelas menunjukkan

keberhasilan dalam mengintegrasikan berbagai komponen dengan tepat dan efisien. Komponen utama yang digunakan meliputi sensor IR penerima untuk menerima sinyal dari remote control pendingin ruangan Panasonic, sensor IR pengirim untuk mengirimkan sinyal ke pendingin ruangan, Real-Time Clock (RTC) untuk pengaturan waktu yang akurat, dan relay untuk mengendalikan lampu.

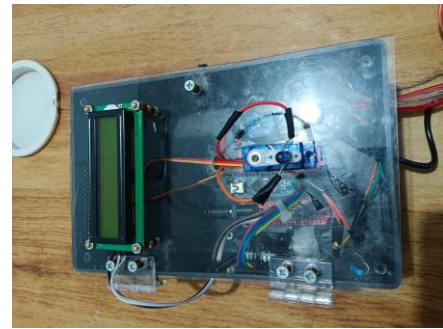


Gambar 11. Hasil Desain Mekanik

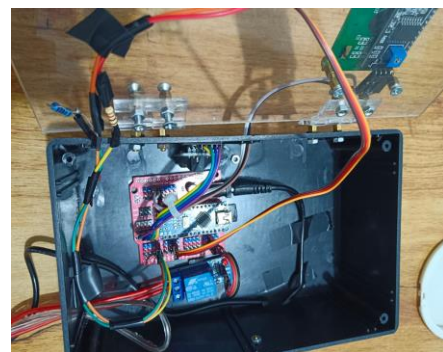
4.2 Hasil Desain Elektronik

Hasil pengujian elektronik sistem otomatisasi energi pada ruang kelas menunjukkan integrasi yang sukses antara berbagai komponen, termasuk pemancar IR yang dikontrol oleh motor servo. Motor servo menggerakkan pemancar IR dengan presisi, memungkinkan pengaturan sudut dan arah sinyal secara tepat sesuai instruksi dari Arduino Nano. Pemancar IR dapat mengirimkan sinyal dengan akurasi tinggi, yang diterima oleh penerima IR dengan sensitivitas optimal dalam jarak operasional yang sesuai. Sinyal yang diterima diolah dengan cepat oleh Arduino Nano untuk mengatur fungsi pendingin ruangan sesuai dengan jadwal dan kebutuhan cahaya di ruangan.

RTC tetap menjaga ketepatan waktu yang tinggi, yang sangat penting untuk sinkronisasi operasional sistem otomatisasi. RTC memastikan waktu yang akurat untuk pengaturan jadwal operasional pendingin ruangan dan lampu, sementara relay menunjukkan keandalan dalam mengendalikan lampu dengan respons yang cepat dan stabil. Arduino Nano berhasil mengintegrasikan semua komponen dengan baik, menjalankan program otomatisasi energi secara efisien, dan mendukung penggunaan jangka panjang dengan konsumsi daya yang rendah.



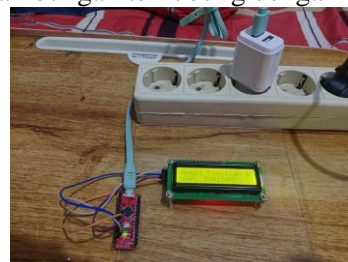
Gambar 12. Hasil Desain Elektronik Tampak Luar



Gambar 13. Hasil Desain Elektronik Tampak Dalam

4.3 Hasil Pengujian LCD I2C

Hasil pengujian fungsional LCD I2C menunjukkan bahwa perangkat ini berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan. Pengujian dimulai dengan memeriksa koneksi fisik antara LCD I2C dan mikrokontroler, memastikan semua sambungan terhubung dengan benar.



Gambar 14. Hasil Pengujian LCD I2C

Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional LCD I2C yang tercantum pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil Uji LCD I2C		
No	Baris	Keterangan
1	Baris 1	Husni Fadillah Harahap
2	Baris 2	NIM. 200150051

4.4 Hasil Uji IR Pemancar

Hasil uji fungsional IR pemancar menunjukkan kemampuannya dalam mengirimkan sinyal inframerah (IR) secara efektif ke perangkat pendingin ruangan atau perangkat elektronik lainnya. IR pemancar dapat diaktifkan untuk mengirimkan sinyal IR yang tepat ke perangkat penerima, seperti pendingin ruangan.



Gambar 15. Hasil Uji IR Pemancar

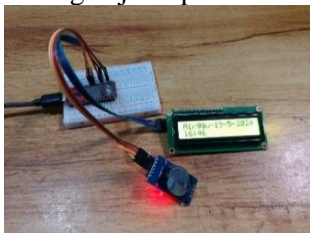
Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional IR pemancar yang tertera pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Evaluasi IR Pemancar

Pengukuran Ke-	Jarak yang diuji	
	Jarak	Hasil
1	1 m	Tersambung
2	2 m	Tersambung
3	3 m	Tersambung
4	4 m	Tidak Tersambung
5	5 m	Tidak Tersambung
6	6 m	Tidak Tersambung

4.5 Hasil Uji Sensor RTC

Hasil uji fungsional Real-Time Clock (RTC) dengan LCD I2C menunjukkan integrasi yang berhasil antara kedua perangkat dalam aplikasi waktu nyata, dengan RTC yang memberikan informasi waktu yang akurat yang ditampilkan dengan jelas pada LCD.



Gambar 16. Hasil Uji Sensor RTC

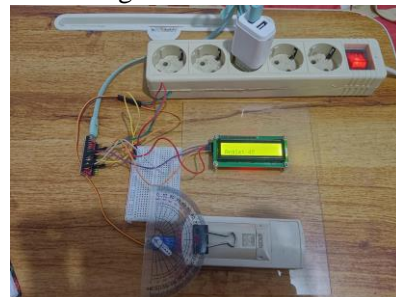
Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional Real Time Clock yang dapat diperhatikan pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Evaluasi Sensor RTC

No	Waktu di HP	Waktu pada sensor RTC	Galat
1	2024/07/09 12:00:00	2024/07/09 12:00:01	+1 detik
2	2024/07/09 12:01:00	2024/07/09 12:01:00	0 detik
3	2024/07/09 12:02:00	2024/07/09 12:02:02	+2 detik
4	2024/07/09 12:03:00	2024/07/09 12:03:01	+1 detik
5	2024/07/09 12:04:00	2024/07/09 12:04:00	0 detik
6	2024/07/09 12:05:00	2024/07/09 12:05:02	+2 detik

4.6 Hasil Uji Motor Servo

Hasil uji fungsional motor servo dengan busur untuk melihat nilai sudut menunjukkan integrasi yang efektif antara kedua komponen dalam mengontrol dan mengukur sudut putaran motor servo dengan akurat.



Gambar 17. Hasil Uji Motor Servo

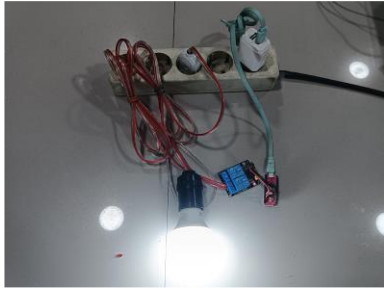
Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional motor servo yang tercantum pada Tabel 4:

Tabel 4. Hasil Evaluasi Motor Servo

No	Lebar Pulsa (ms)	Rotasi sudut (°)	Sudut		Galat (%)
			pada Busur (°)	Galat	
1	0,5	0	3	3	-
2	1,0	45	44	1	2,22
3	1,5	90	88	2	2,22
4	2,0	135	134	1	0,74
5	2,5	180	178	2	1,11

4.7 Hasil Uji Relay

Hasil pengujian fungsional relay untuk mengendalikan lampu menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengatur daya listrik yang diberikan kepada lampu dengan efektif. Relay dapat dikontrol dengan baik melalui sinyal dari mikrokontroler atau saklar, memungkinkan pengaktifan atau pematikan lampu sesuai perintah.



Gambar 18. Hasil Uji Relay

Berikut adalah tabel yang menampilkan hasil pengujian fungsional relay, seperti yang tercantum dalam Tabel 4.6:

No.	Waktu Nyala (ms)	Waktu Mati (ms)	Kondisi Lampu	Observasi
1	1000	1000	Menyala 1 detik, padam selama 1 detik	Lampu berfungsi normal
2	500	500	Menyala 0,5 detik, padam selama 0,5 detik	Lampu berfungsi normal
3	2000	2000	Menyala 2 detik, padam selama 2 detik	Lampu berfungsi normal
4	1000	500	Menyala 1 detik, padam selama 0,5 detik	Lampu berfungsi normal
5	500	1000	Menyala 0,5 detik, padam selama 1 detik	Lampu berfungsi normal
6	3000	3000	Menyala 3 detik, padam selama 3 detik	Lampu berfungsi normal

No.	Waktu Nyala (ms)	Waktu Mati (ms)	Kondisi Lampu	Observasi
7	1000	2000	Menyala 1 detik, padam selama 2 detik	Lampu berfungsi normal

4.8 Hasil Uji Keseluruhan

Pengujian sistem otomatis kontrol pendingin ruangan dan lampu menggunakan IR pemancar dan relay telah berhasil. Sistem ini mampu menghidupkan dan mematikan pendingin ruangan serta lampu sesuai dengan jadwal yang telah diatur tanpa memerlukan intervensi manual. Setiap hari, sistem berhasil mengontrol pendingin ruangan dan lampu tepat pada waktunya, menunjukkan respons yang akurat terhadap kondisi waktu yang telah diprogramkan.



Gambar 19. Hasil Uji Keseluruhan

Secara keseluruhan, sistem otomatis kontrol pendingin ruangan dan pencahayaan lampu ini berhasil mencapai tujuan yang diinginkan, yaitu otomatisasi yang efisien dan andal sesuai dengan jadwal operasional yang telah ditetapkan. Implementasi sistem ini tidak hanya memperbaiki efisiensi energi tetapi juga mengurangi biaya operasional dengan mengoptimalkan penggunaan pendingin ruangan dan lampu sesuai dengan jadwal yang telah diprogram, mendukung keberlanjutan lingkungan, dan meningkatkan kenyamanan penggunaannya.

No	Hari/waktu	Jam	Status Lampu	Kondisi yang diinginkan
1	Senin	08.00 – 13.10	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran

2	Senin	13.30 – 15.10	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran
3	Selasa	08.00 – 10.30	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran
4	Selasa	11.20 – 13.00	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran
5	Rabu	08.00 – 09.40	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran
6	Rabu	14.00 – 16.30	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran
7	Kamis	08.00 – 13.00	ON	Lampu menyala pada jam pelajaran

Tabel 7. Hasil Uji Pendingin Ruangan (AC)

No	Hari/waktu	Jam	Status AC	Kondisi yang diinginkan
1	Senin	07.30 – 15.10	ON (AC 1 dan AC2)	AC hidup saat jam pelajaran
2	Selasa	07.30 – 10.30	ON (AC 1 dan AC2)	AC hidup saat jam pelajaran
3	Selasa	11.00 – 13.00	ON (AC 1 dan AC2)	AC hidup saat jam pelajaran
4	Rabu	07.30 – 09.40	ON (AC 1 dan AC2)	AC hidup saat jam pelajaran
5	Rabu	13.30 – 16.30	ON (AC 1 dan AC2)	AC hidup saat jam pelajaran
6	Kamis	07.30 – 13.00	ON (AC 1 dan AC2)	AC hidup saat jam pelajaran

5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan sistem otomatisasi berbasis jadwal, energi dapat digunakan secara lebih efektif. Pendingin ruangan dan lampu hanya menyala saat dibutuhkan, yang mengurangi pemborosan

energi. Sistem ini menggunakan komponen seperti IR receiver dan transmitter untuk pendingin ruangan, relay untuk lampu, RTC untuk pengaturan waktu, dan Arduino sebagai pengendali utama, sehingga cukup fleksibel untuk disesuaikan dengan perubahan jadwal atau kebutuhan lainnya. Penggunaan RTC memastikan bahwa sistem mengikuti jadwal dengan tepat, memberikan keandalan dalam operasional sehari-hari. Dalam jangka panjang, otomatisasi ini dapat menghemat biaya operasional dengan mengurangi konsumsi energi yang tidak diperlukan serta memperpanjang umur peralatan dengan mengurangi waktu operasi yang tidak perlu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. Al Hakim, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [2] S. N. Illahi, E. Priatna, and N. Hiron, "Analisis Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan Dan Sistem Pendingin Di Kantor Sekretaris Daerah Kabupaten Garut," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 29–36, 2020, doi: 10.37058/jeec.v1i2.820.
- [3] A. Sinaga and R. Harahap, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Penerangan Dan Pendingin Ruangan (AC) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara," *J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 24–29, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/METHOTIKA>
- [4] N. Harahap, C. I. Cahyadi, U. Hasnita, and ..., "Konsumsi Daya Pada Sistem Kendali Remote Air Conditioner Otomatis (KRACO)," *JET (Journal Electr. ...)*, vol. 1099, pp. 126–129, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/2067%0Ahttps://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/download/2067/1466>
- [5] R. Lagonggan *et al.*, "Studi Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Di Perseroan Terbatas Multi Nabati Sulawesi Unit Maleo," *E- J. Tek. Elektro dan Komput.*, pp. 1–8, 2020.
- [6] PP, "No. 33 Tahun 2023 Tentang Konservasi Energi," no. 167373, pp. 1–40, 2023, [Online].

- Available:
<https://peraturan.bpk.go.id/Details/252083/pp-no-33-tahun-2023>
- [7] R. F. M. Hajj, D. S. E. Atmaja, and ..., "Perancangan Sistem Pengendalian Pendingin Ruangan Gedung Tult Berbasis IoT Menggunakan Metode V-Model," *eProceedings ...*, vol. 10, no. 3, pp. 2799–2805, 2023, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversiti.ac.id/index.php/engineering/article/view/20520>
- [8] N. A. Purnami, R. Arianti, and P. Setiawan, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta," *Avitec*, vol. 4, no. 2, p. 225, 2022, doi: 10.28989/avitec.v4i2.1325.
- [9] U. Maulida, "Sustainable Lifestyle Throught Project Of," *J. Pemikir. Dan Pendidik. Dasar*, pp. 14–21, 2023.
- [10] R. Duanaputri, Muhammad Fahmi Hakim, Ahmad Jamaruddin, and Tresna Umar Syamsuri, "Audit Dan Peluang Penghematan Energi Listrik CV Tirta Windu Agung 3 Probolinggo," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 11, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: 10.33795/elposys.v11i1.4875.
- [11] S. Fandani, A. P. Pranata, and A. H. Nasyuha, "Sistem On Off Otomatis Pada Ac Split Menggunakan Teknik Counter Berbasis Microcontroller," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 4, pp. 151–158, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i4.5600.
- [12] H. Mukhsin and B. Yulianti, "Remote Control Berbasis Internet of Things (IoT)," *Pros. Semin. Nas. Sains Teknol. dan Inov. Indones.*, vol. 3, no. November, pp. 157–168, 2021, doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.135.
- [13] A. C. Milano, "Klasifikasi Penyakit Daun Padi Menggunakan Model Deep Learning Efficientnet-B6," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3855.
- [14] B. Budiyo, S. Setiawan, and M. K. Anwar, "Rancang Bangun Sistem Alarm Pada Sepeda Motor Honda Beat Fi 2014," *Surya Tek. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2020, [Online]. Available: https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/surya_teknika/article/view/370
- [15] L. Pitriyanti, Y. Saragih, and U. Latifa, "Implementasi Modul Infrared Pada Rancang Bangun Smart Detection for Queue Otomatic Berbasis Iot," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 188, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3750.
- [16] M. Limena, G. Maslebu, and F. S. Rondonuwu, "Pemanfaatan citra kamera inframerah thermal (kit) untuk mendeteksi area inflamasi pada tubuh manusia," *J. Teknosains*, vol. 11, no. 1, p. 43, 2021, doi: 10.22146/teknosains.39672.
- [17] P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Rtc (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 143, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p16.
- [18] R. Putri, A. Asran, A. Hasibuan, K. Akrtika, F. Faisal, and S. Saifannur, "Sosialisasi Peningkatan Kualitas Produktivitas Panen Udang Melalui Pemberian Pakan Udang Secara Otomatis di Meunasah Aron," *J. SOLMA*, vol. 11, no. 3, pp. 564–571, 2022, doi: 10.22236/solma.v11i3.10492.