

PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI LAMPU DAN AC BERBASIS INTERNET OF THINGS

Refida S Putri¹⁾, Firman N Hidayat²⁾, Sony Subagyo³⁾, dan Kuart Indartono⁴⁾

^{1, 2, 3)}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

Jl. Letjend Pol. Soemarto No.126, Watumas, Purwanegara, Kec. Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

e-mail: refidaseptianaputri0@gmail.com¹⁾, firmn030@gmail.com²⁾, sonysubagyo0852@email.com³⁾,

indartono@amikomprwokerto.ac.id⁴⁾

ABSTRACT

The unnecessary use of electricity for lighting and air conditioning (AC) in empty rooms remains a common problem in many buildings. This study aims to design and build a prototype of an Internet of Things (IoT)-based lighting and AC automation system to improve energy efficiency. Using PIR sensors to detect human presence, while IR Transmitter sensors send signals to the AC for automatic adjustment. The ESP8266 microcontroller serves as the control center and is connected to a relay module to manage the electrical current. The system can also be controlled via a Telegram Bot, allowing users to activate and deactivate devices remotely. The circuit has been effectively and safely integrated. However, further development is needed to accurately evaluate its performance and energy efficiency on a larger building scale. This system is expected to have potential as an energy efficiency solution in active building environments. This research is anticipated to serve as a foundation for the development of broader energy automation systems and integration with other smart home devices in the future.

Keywords: IoT, Otomatisasi, AC Control, Sensor PIR, Sensor IR Transmitter

ABSTRAK

Penggunaan tenaga listrik yang tidak perlu dari pencahayaan dan pendingin ruangan (AC) di ruang kosong masih menjadi permasalahan umum di banyak bangunan. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe sistem otomatisasi lampu dan AC berbasis Internet of Things (IoT) guna meningkatkan efisiensi energi. Menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia, sementara sensor IR Transmitter yang mengirimkan sinyal ke AC untuk pengaturan otomatisnya. Mikrokontroler ESP8266 berfungsi sebagai pusat kendali dan dihubungkan ke modul relay untuk mengelola aliran listrik. Sistem ini juga dapat dikendalikan melalui Telegram Bot yang memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat jarak jauh. Sirkuit telah disatukan secara efektif dan aman. Meskipun demikian pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensi energinya secara akurat pada skala bangunan yang lebih besar. Sistem ini diperkirakan berpotensi sebagai solusi efisiensi energi di lingkungan bangunan yang aktif. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar bagi pengembangan sistem otomasi energi yang lebih luas serta integrasi dengan perangkat smart home lainnya di masa mendatang.

Kata Kunci: IoT, Otomatisasi, Kendali AC, Sensor PIR, Sensor IR Transmitter

I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi di seluruh dunia, masalah konsumsi energi dalam industri bangunan menjadi semakin mendesak [1]. Sektor bangunan menyumbang 30-40% dari total konsumsi listrik nasional menurut Kementerian ESDM 2023, dengan AC dan pencahayaan sebagai penyumbang terbesar [2].

Beberapa penyebab utama dari konsumsi energi tersebut adalah penggunaan lampu pencahayaan dan sistem ac yang tidak efisien. Pemborosan energi sering terjadi terutama ketika ruangan tidak terisi penghuni atau akibat kelalaian manusia dalam mematikan perangkat saat ruangan akan dikosongkan [3].

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai studi menunjukkan bahwa metode otomatisasi berbasis sensor dapat secara signifikan mengurangi pemborosan energi. Misalnya, sistem pencahayaan yang dapat disesuaikan dengan sensor cahaya dan mikrokontroler memiliki kemampuan untuk mengurangi konsumsi daya. Di sisi

lain berdasarkan hasil penelitian[4] penggunaan sensor PIR dan LDR telah terbukti berfungsi dengan baik untuk mematikan lampu secara otomatis ketika ruangan diisi dengan cahaya alami atau ketika tidak terdapat penghuni. Namun, penelitian sebelumnya masih berfokus pada pengoptimalan sistem pencahayaan, dan belum banyak penelitian yang mengintegrasikan kontrol AC dan lampu dalam satu sistem terpadu. Meskipun kombinasi kedua sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan, pengembangan sistem terpadu yang mampu mengontrol AC dan lampu secara simultan, otomatis dan cerdas masih belum banyak dieksplorasi

Konsep *Internet of Things* (IoT) menawarkan landasan yang kuat untuk pengembangan sistem terpadu semacam ini. IoT merepresentasikan jaringan objek fisik seperti perangkat wearable, mesin industri, sensor gerak, dan perangkat lainnya yang dilengkapi dengan teknologi untuk saling bertukar data melalui koneksi internet. Melalui teknologi ini, perangkat dapat mengumpulkan dan mengirim data secara otomatis tanpa campur tangan manusia, memungkinkan sistem kontrol energi yang cerdas dan adaptif [5].

Tujuan dari penelitian ini akan di rancang prototipe sistem otomatisasi untuk lampu dan AC menggunakan sensor PIR yang mendeteksi gerakan dan mengirimkan data ke mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler kemudian akan memproses data dan mengontrol IR transmitter untuk mengirim sinyal ke AC serta modul relay yang dapat memutus aliran listrik secara otomatis jika tidak terdeteksi gerakan. Sistem ini juga dapat di kontrol melalui Telegram Bot sehingga menjadikannya solusi hemat energi yang praktis dan efisien.

II. KAJIAN PUSTAKA

Penting untuk memahami berbagai bagian utama yang menyusun sistem. Tujuan dari tinjauan pustaka ini untuk menjelaskan fungsi dan prinsip pengoperasian setiap komponen perangkat keras dan protokol komunikasi yang digunakan dalam implementasi sistem.

A. Port USB

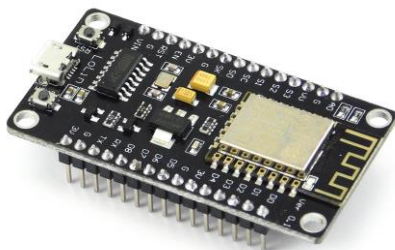
Port USB adalah suatu teknologi yang membolehkan kita buat menghubungkan peralatan eksternal (*peripheral*) semacam scanner, printer, mouse, papan ketik (*keyboard*), perlengkapan penyimpanan data (zip drive), flash disk, kamera digital maupun fitur yang lain ke personal komputer kita. personal komputer disaat ini, umumnya telah mempunyai port USB [6].



Gambar 1. Mikro USB

B. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan platform IOT open source. NodeMCU firmware yang berjalan pada ESP8266 Wi-Fi SoC yang dirancang oleh Sistem Espressif yang didasarkan pada Modul ESP-12. Istilah "NodeMCU" secara default mengacu pada firmware DevKit. Firmware menggunakan bahasa scripting Lua dan dapat didigunakan dalam beberapa projek seperti lua-cjson, dan spiff. Pada projek ini ESP8266 bekerja untuk menjalankan kode program yang telah dibuat[7].



Gambar 2. ESP8266

C. Kabel jumper

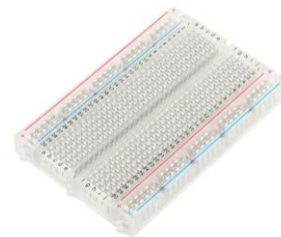
Kabel jumper adalah kabel yang digunakan sebagai penghubung antar komponen dalam membuat perangkat *prototype*. Kabel jumper bisa dihubungkan ke *controller* seperti raspberry pi melalui *bread board*. Kabel jumper akan ditancapkan pada pin Arduino[8]



Gambar 3. Kabel Jumper

D. Breadboard

Project Board atau yang sering disebut sebagai *Bread Board* adalah dasar konstruksi sebuah sirkuit elektronik dan merupakan prototipe dari suatu rangkaian elektronik. Dizaman modern istilah ini sering di gunakan untuk merujuk pada jenis tertentu dari papan tempat merangkai komponen, dimana papan ini tidak memerlukan proses menyolder (Langsung tancap) [9].



Gambar 4. Breadboard

E. Sensor PIR

PIR (*Passive Infrared Receiver*) Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan dengan mengukur perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek, seperti tubuh manusia[10].

Di dalam sensor PIR ini terdapat bagian bagian yang mempunyai perannya masingmasing, yaitu Fresnel Lens, IR Filter, Pyroelectric sensor, amplifier, dan comparator. Sensor PIR bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak [11].



Gambar 5. Sensor PIR

F. Sensor IR Trasmmitter

Sensor IR Transmitter digunakan untuk mendeteksi objek atau gerakan berdasarkan pantulan sinyal inframerah, sering digunakan dalam sistem otomatisasi seperti saklar lampu otomatis dan pelacakan objek[12].



Gambar 6. Sensor IR Transmitter

G. Sensor VS1838

Sensor VS1838 tujuan yang dimaksudkan adalah bagaimana alat dapat mendeteksi dan menerima data yang dikirimkan, pada penelitian ini pengiriman data menggunakan remote yang biasanya menggunakan teknologi inframerah.



Gambar 7. Sensor VS1838

H. Relay

Relay digunakan sebagai saklar elektronik yang dapat mengendalikan arus listrik bertegangan tinggi menggunakan sinyal bertegangan rendah dari mikro-kontroler seperti Arduino[13].



Gambar 8. Relay

I. Protocol Remote AC

Protokol remote AC mengacu pada sinyal inframerah yang digunakan oleh *remote control* untuk mengendalikan unit AC. Dengan mempelajari protokol ini, sistem dapat mengirimkan sinyal yang sama untuk mengontrol AC secara otomatis[14].



Gambar 9. Remote AC

J. Transistor NPN S9014

Transistor merupakan kependekan dari “*Current-Transferring Resistor*”. Transistor pada umumnya digunakan pada rangkaian penguat (amplifier) dan menjadi blok dasar dari integrated circuits (IC). Pada saat ini transistor menjadi komponen inti di dalam *microprocessor* yang digunakan PC dan berbagai perangkat komputasi lainnya[15].



Gambar 10. Transistor NPN S9014

K. Resistor 220Ω & Resistor 1KΩ

Resistor merupakan salah satu komponen pasif yang memiliki fungsi untuk mengatur arus listrik. Resistor diberi lambang huruf R dengan satuannya yaitu Ohm (Ω). Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan[16].

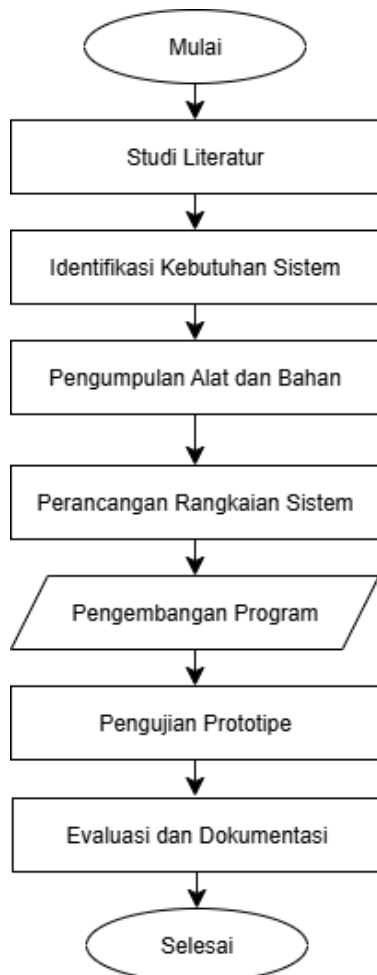


Gambar 11. Resistor

III. METODE PENELITIAN

A. Metode

Tahapan metode penelitian ini dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

1. Tahap awal dimulai proses perancangan system IoT pengendali lampu dan AC berbasis sensor pir dan infrared dalm ruangan
2. Studi Literatur, tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi dan referensi yang relevan melalui sumber untuk mendasari penelitian seperti buku, jurnal dan sumber digital.
3. Identifikasi kebutuhan sistem, dilakukan untuk menentukan komponen dan fitur yang ada dalam system, seperti jenis sensor, modul relay dan AC, platform pemrograman dan komunikasi, serta mencakup bagaimana cara kerja system.
4. Pengumpulan alat dan bahan, proses ini meliputi pemilihan komponen utama dari perangkat keras yang akan digunakan yaitu relay, fitting lampu, jumper, white board, Arduino r3, sensor PIR, remote AC. Dan perangkat lunak yaitu Arduino IDE dan Telegram.
5. Perancangan rangkaian system IOT, dengan dilakukan penyusunan rangkaian elektronik yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler dan akuator.
6. Perancangan program, program dalam mikrokontroler dikembangkan untuk membaca data dari sensor, logika perangkat, dan menghubungkannya dengan aplikasi telegram yaitu pengontrol yang dipilih
7. Pengujian Prototipe, system diuji untuk mengetahui

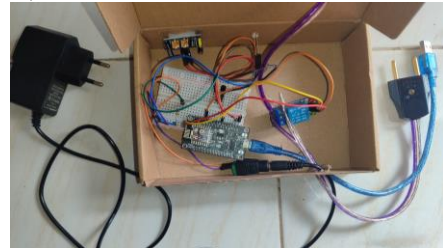
apakah sudah bekerja sesuai yang diharapkan. Jika terjadi ketidaksesuaian maka di lakukan perbaikan dengan Kembali ketahap perancangan dan melihat dari sisi perangkat keras serta perangkat lunaknya.

8. Analisis data, data hasil pengujian di analisis untuk menyimpulkan ke efektifan alat sebagai pengendali AC dan lampu secara otomatis.
9. Selesai, jika seluruh tahap sudah berjalan dengan bai maka dapat dikatakan prototipe selesai dan siap di dokumentasi akhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Alat dan Bahan

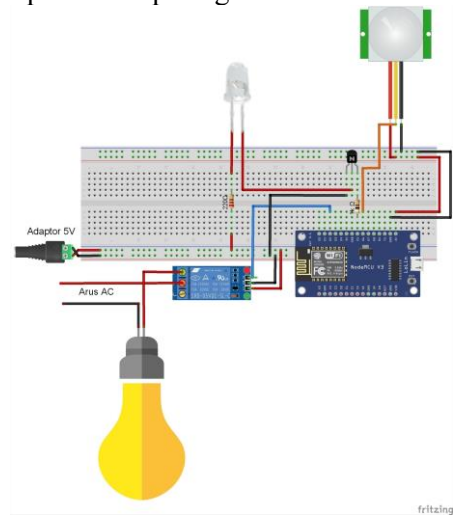
Proses awal dalam perancangan system otomatisasi lampu dan AC ini dimulai dengan pemilihan dan pengumpulan komponen utama baik di sisi perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software). Komponen perangkat keras meliputi: obeng, laptop sedangkan bahan yang diperlukan termasuk: Arduino R3, Sensor relay, sensor PIR, fitting lampu, kabel jumper, white board , remote AC.



Gambar 13. Alat dan bahan

B. Perancangan Rangkaian system IoT

Skema rangkaian prototipe menggunakan software fritzing, dapat dilihat pada gambar



Gambar 14. Skema Rangkaian

Keterangan gambar:

1. Sensor pir sebagai masukan/inputan dari prototipe yang digunakan untuk mendeteksi gerakan yang ada di lingkungan, sensor tersebut nantinya akan mengirim data ke mikrokontroler ESP8266

2. IR LED sebagai inputan dari prototipe untuk mengirimkan sinyal yang sudah ada di kode program agar AC merespon sinyal yang diberikan, data tersebut diterima dari perintah yang dikirimkan dari mikrokontroler ESP8266
3. ESP8266 bagian dalam proses prototipe jika terjadi gerakan dan sinyal maka akan mengeluarkan output yang mana masing masing dari perintah yang dikeluarkan akan dikirimkan ke komponen-komponen yang terpasang
4. Relay sebagai alat untuk memutus alur listrik secara otomatis ketika sensor PIR tidak mendeteksi gerakan atau juga bisa dilakukan melalui Bot Telegram
5. Transistor NPN S9014 merupakan sebuah bagian yang cukup penting untuk keberhasilan proses pengiriman sinyal ke sebuah AC, jadi transistor NPN sendiri dalam rangkaian ini digunakan untuk memperkuat sinyal yang akan dikirimkan.

Langkah-langkah dalam perancangan rangkaian prototipe otomatisasi lampu dan AC menggunakan sensor PIR dan IR LED berbasis ESP 8266 seperti berikut:

1. Mengumpulkan komponen yang akan digunakan sesuai schema rancangan yang telah dibuat
2. Merancang rangkaian Sensor PIR
 - a. Pin positif pada sensor PIR terhubung dengan pin 3V di ESP8266
 - b. Pin negatif pada sensor PIR terhubung dengan pin GND di ESP8266
 - c. Pin Out pada sensor PIR terhubung dengan pin D6 di ESP8266
3. Merancang rangkaian Relay dan Lampu
 - a. Pin positif pada Relay terhubung dengan pin 3V di ESP8266
 - b. Pin negatif pada Relay terhubung dengan pin GND di ESP8266
 - c. Pin In(Data) pada Relay terhubung dengan pin D2 di ESP8266
 - d. Pin Com pada Relay terhubung dengan Sumber arus listrik untuk menghidupkan lampu
 - e. Pin NO pada Relay terhubung dengan Fitting Lampu
 - f. Fitting lampu yang satunya terhubung dengan arus negatif pada sumber tegangan listrik
4. Merancang rangkaian IR LED
 - a. Pin Katoda(-) pada sensor IR LED terhubung dengan pin C (Collector) pada sebuah Transistor
 - b. Pin Anoda(+) pada sensor IR LED terhubung dengan Resistor 220 Ω , sedangkan resistor terhubung dengan arus positif pada adaptor
 - c. Pin B (Base) pada Transistor NPN terhubung dengan Resistor 1K Ω yang mana resistor tersebut terhubung dengan Pin D5 pada ESP8266
 - d. Pin E (Emitter) pada Transistor NPN terhubung dengan arus negatif pada sebuah adaptor

5. Menghubungkan rangkaian yang sudah dibuat dengan sebuah box
6. Isi Program untuk ESP8266 menggunakan kabel Micro USB dan hubungkan ke port USB Laptop untuk mengisinya

C. Perancangan Program

Program merupakan perangkat lunak yang ditanamkan kedalam mikrokontroler berbasis ESP8266 yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat seperti Lampu dan AC. Sistem ini bekerja secara otomatis berdasarkan deteksi gerakan oleh sensor PIR dan juga dapat dikendalikan melalui aplikasi Telegram. Komponen yang dikontrol oleh mikrokontroler mencakup relay untuk Lampu dan IR LED Transmitter untuk sebuah AC, berikut adalah kode program yang sudah disusun:

1. Library yang digunakan untuk memanggil fungsi-fungsi siap pakai dari berbagai komponen dalam proyek, meliputi:

```
#include <CTBot.h>
#include <IRremoteESP8266.h>
#include <IRsend.h>
```

2. Deklarasi pin digunakan untuk menentukan koneksi-perangkat ke mikrokontroler dan mendefinisikan objek utama dalam program.

```
#define RELAY_PIN 4
#define PIR_PIN 12
#define IR_LED_PIN 14

CTBot myBot;
IRsend irsend(IR_LED_PIN);
```

3. Deklarasi Variable global digunakan untuk menyimpan status perangkat serta mengatur jeda waktu tanpa Gerakan

```
unsigned long lastMotionTime = 0;
const unsigned long TIMEOUT = 60 * 1000UL;
```

```
bool lampStatus = true;
bool acStatus = false;
```

4. Fungsi setup() dijalankan sekali saat system pertama kali menyala, tugas utamanya berupa mengatur mode pin, mengaktifkan dan menghubungkan ke telegram dan mengaktifkan fungsi IR Transmitter.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(PIR_PIN, INPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Lampu awal nyala
  irsend.begin();

  myBot.wifiConnect(ssid, password);
  myBot.setTelegramToken(botToken);

  if (myBot.testConnection()) {
    Serial.println("Bot Telegram terhubung!");
    myBot.sendMessage(userID, "Sistem IoT Aktif 🟢");
  } else {
    Serial.println("Gagal terhubung ke Bot.");
  }

  lastMotionTime = millis();
}
```

5. Fungsi sendACOn() dan sendACOff() berfungsi untuk mengirimkan sinyal infrared ke AC menggunakan protocol khusus Panasonic:

```
//AC ON
void sendACOn() {
  Serial.println("Mengirim sinyal AC ON...");
  irsend.sendPanasonic(0x4004, 0x0720001C);
  Serial.println("Sinyal AC ON berhasil dikirim.");
}

//AC OFF
void sendACOff() {
  Serial.println("Mengirim sinyal AC OFF...");
  irsend.sendPanasonic(0x4004, 0x07200000);
  Serial.println("Sinyal AC OFF berhasil dikirim.");
}
```

6. Fungsi loop() merupakan fungsi utama yang dijalankan berulang, terdiri dari 3 bagian utama yaitu: Pengendalian melalui Telegram untuk menggunakan Bot Telegram untuk menerima perintah dari pengguna.

```
void loop() {
  TBMMessage msg;
  if (myBot.getNewMessage(msg)) {
    if (msg.text.equalsIgnoreCase("/on")) {
      digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
      sendACOn();
      lampStatus = true;
      acStatus = true;
      myBot.sendMessage(userID, "Lampu dan AC dinyalakan 🟢");
    }
    else if (msg.text.equalsIgnoreCase("/off")) {
      digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
      sendACOff();
      lampStatus = false;
      acStatus = false;
      myBot.sendMessage(userID, "Lampu dan AC dimatikan 🔴");
    }
    else if (msg.text.equalsIgnoreCase("/status")) {
      String lampStr = lampStatus ? "ON" : "OFF";
      String acStr = acStatus ? "ON" : "OFF";
      myBot.sendMessage(userID, "Status Perangkat Saat Ini:\nLampu: " + lampStr + "\nAC: " + acStr);
    }
    else {
      myBot.sendMessage(userID, "Perintah tidak dikenal. Gunakan /on, /off, atau /status.");
    }
  }
}
```

Deteksi gerakan otomatis berfungsi apabila sensor PIR mendeteksi suatu gerakan dari lingkungan.

```
// motion detection
int motion = digitalRead(PIR_PIN);
if (motion == HIGH) {
  lastMotionTime = millis();
  if (!lampStatus) {
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
    lampStatus = true;
  }
  if (!acStatus) {
    sendACOn();
    acStatus = true;
  }
}
```

Timer otomatis berfungsi apabila tidak ada gerakan selama Timeout(60 detik) lampu dan AC akan dimatikan secara otomatis dan pesan status dikirim ke Bot Telegram.

```
// Jika tidak ada gerakan selama TIMEOUT
if ((millis() - lastMotionTime) > TIMEOUT) {
  if (lampStatus || acStatus) {
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
    sendACOff();
    lampStatus = false;
    acStatus = false;
    myBot.sendMessage(userID, "Tidak ada gerakan. Lampu dan AC dimatikan otomatis ⚡");
  }
  lastMotionTime = millis();
}
delay(500);
}
```

D. Pengujian Prototipe

1. Tujuan Pengujian

Uji coba prototipe dilaksanakan untuk memastikan bahwa sistem otomatisasi lampu dan AC berbasis IoT yang telah dibuat dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya. Tujuan utama pengujian ini adalah menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi keberadaan manusia menggunakan sensor PIR, mengirim perintah ke relay untuk mengatur lampu, serta mengirimkan sinyal inframerah ke AC melalui pemancar IR LED. Di samping itu,

pengujian juga meliputi penggunaan aplikasi Telegram sebagai kontrol jarak jauh terhadap perangkat.

2. Skenario Pengujian

Pada skenario pengujian menjelaskan mengenai kondisi penggunaan sehari-hari. Adapun scenario tersebut seperti:

- Skenario 1: Sistem mendeteksi keberadaan manusia di suatu ruangan menggunakan sensor PIR, dan secara otomatis mengaktifkan relay untuk menyalakan lampu serta mengirim sinyal ke AC agar menyala.
- Skenario 2: Sistem tidak mendeteksi gerakan selama waktu tertentu sehingga relay akan memutuskan arus listrik untuk lampu, dan AC akan dinonaktifkan secara otomatis menggunakan sinyal IR yang mana sudah ada kode sinyal untuk AC pada kode program
- Skenario 3: Pengguna mengirim perintah melalui aplikasi Telegram berupa bot untuk mematikan dan menghidupkan lampu dan AC secara manual, system harus merespon perintah tersebut dan mengirim notifikasi balik ke aplikasi

3. Analisis Fungsional

Hasil uji coba prototipe menunjukkan bahwa semua komponen dalam sistem mampu berfungsi secara terintegrasi. Sensor PIR dapat mendeteksi adanya manusia dan mengaktifkan relay. Sensor IR Transmitter berhasil mengirimkan sinyal inframerah ke unit AC dengan dukungan rangkaian penguat yang menggunakan transistor NPN S9014. Di samping itu, sistem Bot Telegram yang terhubung dengan ESP8266 dapat bekerja efektif sebagai pengendali remote yang menawarkan fleksibilitas bagi pemakai. Selama tahap pengujian, sistem juga memperlihatkan kemampuan beradaptasi yang baik dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungan. Penggabungan kontrol otomatis dan manual memungkinkan sistem berfungsi secara fleksibel, sesuai dengan kebutuhan pengguna. Walaupun diperlukan pengujian tambahan dalam kondisi nyata dan untuk jangka panjang, prototipe ini telah berhasil menunjukkan konsep kerja yang diharapkan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun prototipe otomatisasi untuk lampu dan AC menggunakan sensor PIR dan IR Transmitter yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP8266. Sistem dapat mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat secara otomatis berdasarkan deteksi gerakan, dan juga dapat dilakukan pengendalian manual melalui telegram. Akan tetapi, hasil yang diberikan dari project ini masih kurang optimal dikarenakan jika digunakan untuk merk AC yang berbeda maka AC tidak bisa merespon sinyal IR Transmitter

Untuk pengembangan lebih lanjut sistem ini dapat ditingkatkan dengan merubah kode program agar dapat

dipergunakan ke beberapa merk AC sekaligus dan juga dapat menambahkan sensor suhu dan kelembapan seperti DHT22 untuk mengatur suhu ruangan secara adaptif. Selain itu integrasi penyimpanan data berbasis cloud dapat digunakan untuk mencatat aktivitas perangkat dan melakukan analisis penggunaan energi secara histrois. Terakhir, pengujian dalam skala ruangan bangunan yang lebih besar dan variative perlu dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan dan skalabilitas system secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sardi Salim, Ade Irawaty Tolago, and Maharani R.P. Syafii, "Analisis Intensitas Energi Listrik dalam Menghemat Penggunaan Listrik di Fakultas Teknik UNG," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 11, no. 3, hal. 229–235, 2022, doi: 10.22146/jnteti.v11i3.3836.
- [2] ESDM, "Kinerja Sektor ESDM 2023: Perluas Akses Energi, Prioritaskan Kebutuhan Domestik, dan Jaga Daya Saing Lewat Transisi Energi," *Modi*. hal. 1, 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kinerja-sektor-esdm-2023-perluas-akses-energi-prioritaskan-kebutuhan-domestik-dan-jaga-daya-saing-lewat-transisi-energi>
- [3] M. F. Abidin, G. Budiono, B. Hariadi, K. Setyadjit, and S. Yuliananda, "Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruangan dalam Upaya Efisiensi Energi Listrik di Gedung Perkantoran PT. Varia Usaha Beton Plant Tambakoso Waru," *El Sains J. Elektro*, vol. 3, no. 2, 2021, doi: 10.30996/elsains.v3i2.5991.
- [4] E. Elviani and C. Mutia, "Pengembangan Aplikasi Pengontrolan Sistem Pencahayaan Otomatis Menggunakan Sensor Ldr Dan Sensor Pir Berbasis Android," *J. Literasi Inform.*, vol. 1, no. 1, hal. 1–8, 2022, [Online]. Available: <http://journal.unigha.ac.id/index.php/JLI/article/view/849%0Ahttps://journal.unigha.ac.id/index.php/JLI/article/download/849/795>
- [5] Z. Kamal, A. Mohammed, E. Sayed, and A. Ahmed, "Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies," *World Sci. News*, vol. 67(2), no. February, hal. 126–148, 2017, [Online]. Available: www.worldscientificnews.com
- [6] A. Awalia, E. Rosiana, B. Sasongkojati, and D. Aribowo, "Analisis Kinerja Transfer Data pada Universal Serial Bus (USB) Type A to C dan Type C to C," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 4, hal. 159–166, 2023, doi: 10.56211/sudo.v2i4.379.
- [7] I. G. A. Ari Kukuh Sentanu, I. G. A. K. Diafari Djuni, and N. Pramaita, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Hutan Berbasis Node Mcu Esp8266," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, hal. 286, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p32.
- [8] W. K. Raharja and R. Ramadhon, "Purwarupa Alat Pendeteksi Kebakaran Jarak Jauh Menggunakan Platform Thingier.Io," *J. Elektro Luceat*, vol. 7, no. 2, hal. 188–206, 2021.
- [9] U. Muhammadiyah malang, "BAB 2 Tinjauan Pustaka," *Pontif. Univ. Catol. del Peru*, vol. 8, no. 33, hal. 44, 2019.
- [10] J. Homepage and V. K. Pratifi, "MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science Integration of DHT11 and PIR Sensors in Indoor Temperature Automation and Motion Detection System Using Arduino Nano Microcontroller Integrasi Sensor DHT11 dan PIR dalam Sistem Otomatisas," vol. 4, no. 3, hal. 1148–1159, 2024.
- [11] S. Ahadiyah, Muharnis, and Agustiawan, "Implementasi Sensor Pir Pada Peralatan," *Inovtek Polbeng*, vol. 07, no. 1, hal. 30, 2017.
- [12] W. Suparno and A. Jalil, "Sensor Multi-Modal Untuk Deteksi Gerak Objek Pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis Komunikasi Node Robot Operating System Multi-Modal Sensor for Object Motion Detection on Home Security System Based on Robot Operating System Nodes Communication," *J. Elektro Luceat*, vol. 7, no. 1, hal. 1–9, 2021.
- [13] M. F. P. Putra and L. Nurlapaela, "Mengoptimalkan Penerangan Otomatis Dengan Lampu Sensor Inframerah Berbasis Arduino R3," *Univ. Singaperbangsa Karawang; Jl HS. Ronggo Waluyo*, vol. 10, no. 1, hal. 109–121, 2024.
- [14] Mawi Ade Saputra and Suratun, "Rancang Bangun Modul Ac Pengatur Suhu Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560," *JuTEkS (Jurnal Tek. Elektro dan Sains)*, vol. 8, no. 1, hal. 13–18, 2024, doi: 10.32832/juteks.v8i1.15883.
- [15] A. H. Saptadi, E. Wahyudi, and C. A. Simorangkir, "Aplikasi Perhitungan Pembiasan DC Pada Transistor Dwi Kutub NPN Dengan Visual Basic 6.0," *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, vol. 2, no. 1, hal. 43, 2010, doi: 10.20895/infotel.v2i1.77.
- [16] A. S. Cahyono, "Pengembangan Alat Kontrol Pengisian Air Otomatis pada Tandon," *J. Zetroem*, vol. 01, no. 01, hal. 13–15, 2019.