Jurnal Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Parepare
Vol. xx No. xx, Bulan 20xx

SISTEM MONITORING DAN KENDALI ON/OFF AC PADA RUANG GARDU INDUK PLN BERBASIS ESP8266

Dheny Ikhwan Pratama[1], Muhammad Basri[2], Asrul[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
**Email : mdhenypratamaa@gmail.com*

Abstract: PLN substations play a vital role in distributing electrical energy throughout the region. Stable room temperature in the substation is very important to maintain optimal equipment performance, prevent damage due to overheating, and ensure overall operational safety. Extreme temperature fluctuations can cause interference to sensitive electronic equipment, reduce efficiency, and potentially pose a fire risk. Periodic room On/Off control is crucial to anticipate these problems. However, conventional control methods that require direct checks to the location have several limitations, such as being inefficient because it takes time and effort to carry out periodic checks, the potential for delays in On/Off control, which can cause damage to equipment before corrective action can be taken and some substations have several rooms so that they are difficult to access because they are in different locations, making it difficult to control On/Off. The use of IoT as a monitoring and equipment control medium is a solution to overcome these problems. The experimental method and manufacture of control tools that have been carried out in this study show that the DHT22 component/module, NodeMCU ESP8266 programmed both in the control room and in the substation room produce an AC On/Off monitoring and control system that functions well and effectively via a WiFi wireless network.

Keywords: Substation, Control, ESP8266, Wifi, Monitoring

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah menghasilkan inovasi signifikan di berbagai bidang, salah satunya melalui penerapan Internet of Things (IoT). IoT memungkinkan integrasi perangkat elektronik dengan jaringan internet sehingga pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara jarak jauh dan real-time. Teknologi ini telah dimanfaatkan di berbagai sektor, termasuk bidang ketenagalistrikan. Salah satu fasilitas penting dalam sistem energi listrik adalah gardu induk PLN yang berfungsi mendistribusikan energi listrik ke masyarakat.

Fluktuasi suhu yang signifikan dapat menimbulkan berbagai risiko, seperti menurunnya efisiensi peralatan, kerusakan akibat overheating, bahkan potensi kebakaran. Pendingin ruangan (AC) harus dikontrol dengan baik agar suhu tetap stabil. Namun, metode konvensional yang masih mengandalkan pengecekan langsung ke lokasi memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain kurang efisien karena membutuhkan waktu dan tenaga lebih, rentan terjadi keterlambatan dalam pengambilan keputusan, serta menyulitkan pengendalian apabila gardu induk memiliki beberapa ruangan dengan lokasi yang terpisah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan keterlambatan dalam menghidupkan atau mematikan AC sehingga meningkatkan risiko kerusakan.

Dengan mengintegrasikan sensor suhu DHT22 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sistem monitoring dan kendali On/Off AC dapat dirancang agar mampu bekerja secara real-time melalui jaringan WiFi. Sistem ini memungkinkan operator melakukan

pengendalian secara berhenti dari ruang kontrol tanpa harus mendatangi setiap ruangan gardu induk. Kontribusi utama penelitian ini adalah perancangan dan implementasi sistem monitoring serta kendali On/Off AC berbasis IoT yang efisien dan praktis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

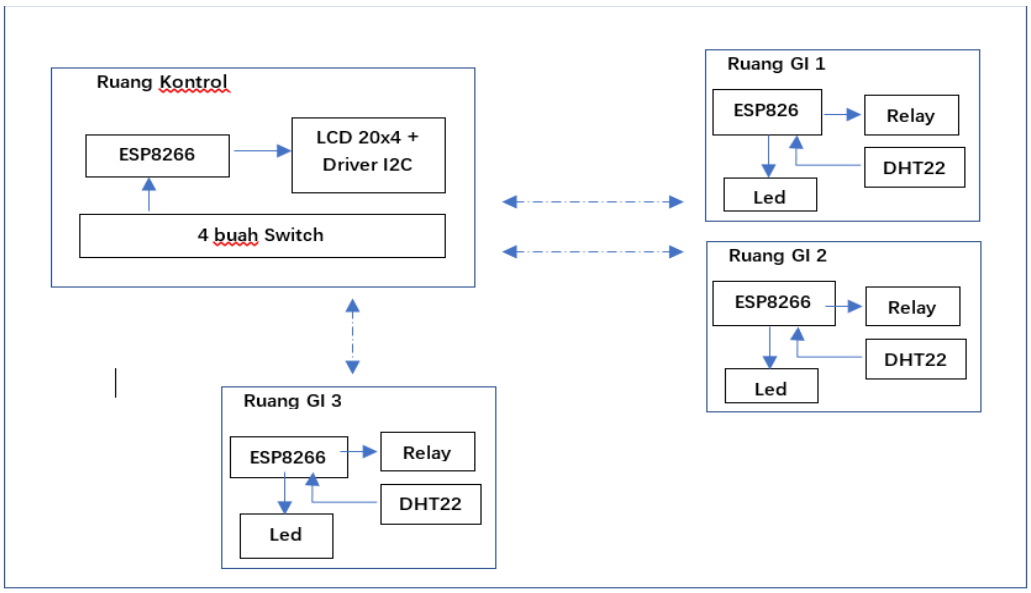
Penelitian ini dilaksanakan di Kota Palopo, dilakukan di Kantor PLN ULTG Palopo dan waktu pelaksanaan studi ini dilakukan selama 1 bulan dimulai pada bulan Maret 2025 sampai April 2025.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D Adalah proses sistematis untuk menciptakan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada melalui penelitian dan pengembangan berkelanjutan, yang bertujuan untuk menghasilkan produk atau model yang lebih efektif dan memenuhi kebutuhan masyarakat. Produk penelitian ini akan menghasilkan sistem kendali *On/Off* AC pada tiga ruangan di Gardu Induk PLN. Tahapan yang akan dipakai meliputi *study* literatur, perancangan, pengujian, dan analisis hasil dari penelitian.

2.3 Rancangan Sistem

Pada perancangan perangkat keras ada dua bagian yakni perangkat keras pada ruang pengontrol dan perangkat keras ruang gardu induk. Blok diagram keseluruhan system diperlihatkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok

Rancangan sistem monitoring dan kendali berbasis ESP8266 yang terdiri dari ruang kontrol dan tiga ruang gardu induk (GI). Pada ruang kontrol, modul ESP8266 terhubung dengan LCD 20x4 melalui driver I2C untuk menampilkan data suhu, serta empat buah switch yang digunakan sebagai tombol pengendali.

Setiap ruang GI (GI 1, GI 2, dan GI 3) dilengkapi dengan ESP8266, sensor DHT22, relay, dan lampu indikator LED. Sensor DHT22 berfungsi untuk membaca suhu ruangan, relay dipakai untuk mengendalikan perangkat listrik (seperti AC), sementara LED berfungsi sebagai indikator status kerja sistem.
Komunikasi antara ruang kontrol dan masing-masing ruang GI dilakukan secara nirkabel melalui ESP8266, sehingga operator di ruang kontrol dapat memantau suhu sekaligus mengaktifkan atau mematikan relay pada setiap ruang GI dari satu titik pusat. Dengan demikian, sistem ini memudahkan pemantauan kondisi ruangan sekaligus pengendalian perangkat listrik secara terintegrasi.

2.4 Bahan dan Alat Penelitian

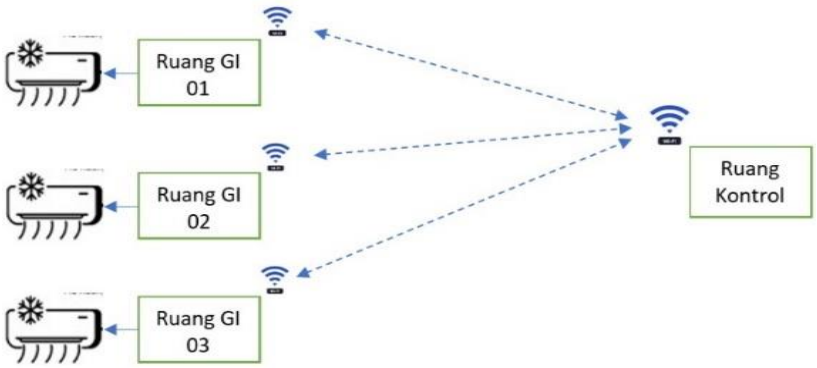
Bahan utama dan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: ESP8266 digunakan sebagai unit pemrosesan dan tampilan data. Modul relay, switch,sensor suhu, kabel jumper, push button, lampu, breadnoard, catu daya, sistem dirancang agar mampu mengukur data kelembaban tanah secara real-time, lalu menampilkannya melalui LCD 20x4.

2.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen langsung menggunakan perangkat yang telah dirancang. Data diperoleh dari hasil pembacaan sensor suhu DHT22 yang berfungsi mendeteksi parameter suhu ruangan pada gardu induk. Setiap hasil pengukuran diproses oleh mikrokontroler ESP8266, kemudian ditampilkan melalui LCD.

Data yang diterima dari sensor tidak hanya diamati pada tampilan LCD, tetapi juga dicatat melalui serial monitor untuk keperluan dokumentasi. Selanjutnya data dianalisis secara deskriptif dan grafis untuk menilai kestabilan suhu, akurasi pembacaan sensor, serta respon sistem kendali On/Off AC. Proses pengambilan data dilakukan secara berulang pada setiap perangkat sehingga hasil yang diperoleh memiliki validitas

Teknik pengumpulan data mampu menggambarkan kinerja sistem secara empiris berdasarkan kondisi lapangan, sekaligus memberikan dasar untuk mewujudkan rencana dengan tujuan penelitian, yaitu merancang sistem pemantauan dan kendali On/Off.



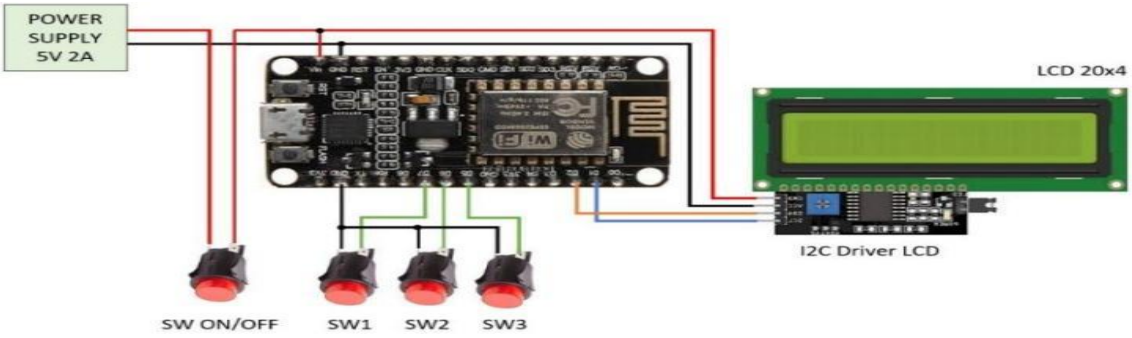
Gambar 2. Teknik Pengambilan Data

Dari gambar 2 di atas terlihat bahwa terdapat 3 buah ruang GI yang masing-masing berjarak 16m, 18m dan 30m. Dalam satu area terdapat jaringan Wifi yang sama sehingga memungkinkan untuk membangun system nirkabel dengan menggunakan jaringan wifi ini. Pada masing-masing GI terdapat satu buah pendingin ruangan (AC) merek DAIKIN 2PK dengan daya 1524W. Ketiga AC di ruang GI inilah yangakan dikontrol oleh operator di ruang control.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan dan Implementasi Sistem

Rangkaian Pengontrol terdiri dari 1 buah ESP8266, 1 buah LCD 20x4, 1 buah I2C Driver LCD, 4 buah Switch, dan 1 unit Power Supply. Gambar rangkaian ruang pengontrol di bawah ini.

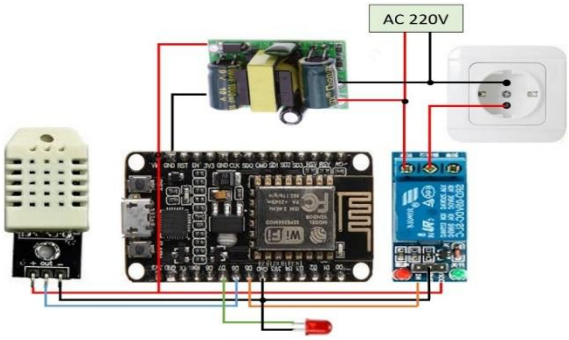


Gambar 3. Rangkaian Pengontrol

Dari gambar terlihat bahwa, I2C driver LCD dikoneksikan langsung dengan LCD 20x4. Pin SDA, SCL, dan GND dari I2C Driver dihubungkan ke pin SDA (D2), SCL(D1), dan GND ESP8266. Pin VCC I2C Driver dan Pin Vin Esp8266 dihubungkan ke Power Supply 5V melalui switch on/off. Untuk pin 1 SW1, SW2, dan SW3 secara berurut

dihubungkan ke pin D7, D6, dan D5 ESP8266. Sedangkan pin 2 dari ketiga switch tersebut dihubungkan ke GND ESP8266.

Rangkaian Ruang Gardu Induk terdiri dari 1 buah ESP8266, 1 buah Sensor Suhu DHT22, 1 buah Modul Relay, 1 buah Stop Kontak, 2 buah led, dan 1 unit Power Supply. Gambar rangkaian ruang pengontrol diperlihatkan dalam gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4. Rangkaian Ruang Gardu Induk

Dari gambar 4 terlihat bahwa, Pin Vcc DHT22, Vcc Modul Relay, dan Vin ESP8266 dihubungkan ke +5V modul Power Supply. Gnd DHT22, Gnd Modul Relay, dan pin Katoda Led dihubungkan ke Gnd ESP8266. Sedangkan Gnd ESP8266 juga dihubungkan dengan (-) Modul Power Suplly. Untuk pin Out DHT22 dihubungkan dengan D6 ESP8266 dan pin In Modul Relay dihubungkan dengan D5 ESP8266. Sumber tegangan 220V dihubungkan langsung ke Input Tegangan Modul Power Supply, sedangkan Stop Kontak terhubung ke tegangan 220V melalui output Modul Relay.

Penentuan relay yang digunakan berdasarkan besarnya daya beban AC yaitu 1524W. Relay yang dipilih adalah 220V-10A. sehingga daya beban maksimum relay sebesar 2200W.

3. Pengujian Sistem

Sistem monitoring dan kendali on/off ac Pada ruang gardu induk pln berbasis esp8266 alat ini memiliki 2 (dua) unsur utama yakni, perangkat keras (*hardware*) berupa rangkaian mikrokontroler dan perangkat lunak (*software*) yang berupa *sketch* pada esp8266.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras pada sistem monitoring dan kendali On/Off AC di gardu induk PLN dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu perangkat keras pada ruang pengontrol dan perangkat keras pada ruang gardu induk. Kedua bagian ini saling terintegrasi melalui jaringan WiFi sehingga memungkinkan operator menjaga kondisi suhu dan mengendalikan pendingin ruangan dari jarak jauh secara real-time.

Pada bagian ruang pengontrol, komponen utama yang digunakan adalah ESP8266. Modul ini memiliki peran penting dalam menghubungkan sistem dengan jaringan, pada ruang pengontrol menggunakan LCD 20x4 dengan modul I2C sesaklar dipasang sebagai input, power supply yang memberikan tegangan 5V .

Perangkat keras pada ruang gardu induk terdiri dari ESP8266, sensor suhu DHT22, modul relay. Sensor DHT22dipilih karena mampu membaca suhu dengan tingkat akurasi dan presisi.

Fungsi kendali pada ruang gardu induk dijalankan oleh modul relay, yang digunaIndikator LED dipasang sebagai penanda status koneksi WiFi dan status kerja relay, sehingga memudahkan operator mengetahui kondisi perangkat secara visual, stop kontak berfungsi sebagai penghubungcatu daya bertugas pria

Secara keseluruhan, rancangan perangkat keras ini memungkinkan sistem melakukan pemantauan suhu dan kendali On/Off AC secara otomatis melalui ruang kontrol. Operator dapat membaca suhu masing-masing ruangan pada LCD, sekaligus mengendalikan AC melalui switch yang terhubung ke ESP8266. Integrasi perangkat keras ini memberikan solusi praktis dan efisien, sesuai tujuan penelitian untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan pendingin ruangan pada gardu induk PLN.

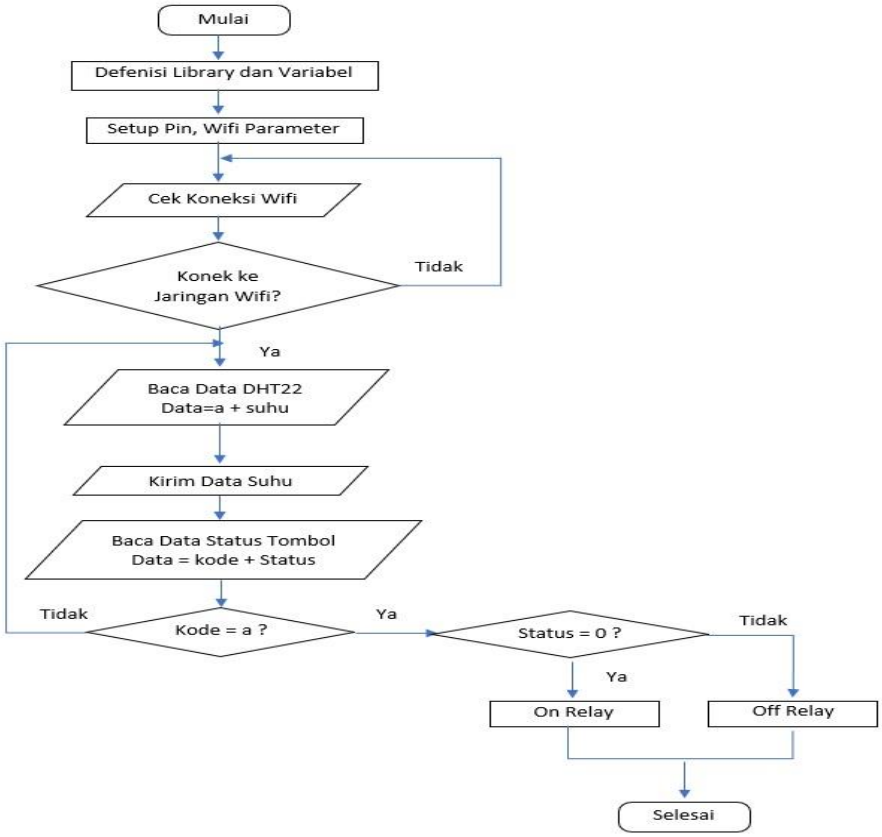
3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak ruang gardu induk berfungsi untuk mengendalikan kinerja perangkat keras yang ada di rangkaian ruang gardu induk. Untuk mendukung kinerja perangkat keras yang dimaksud dipakai beberapa library yakni <ESP8266WiFi.h> untuk ESP8266 dan <DHT22.h> untuk sensor suhu DHT22.

Hal yang penting dalam perancangan perangkat lunak ruang gardu induk ini ialah format pengiriman data suhu dari tiga ruang gardu induk dan format pembacaan data kendali on/off relay masing-masing ruang gardu induk. Format data tersebut sama dengan yang dipakai pada ruang kontrol.

a. Alur pemrograman (Flowchart)

Alur pemrograman bertujuan untuk memudahkan dalam memahami setiap langkah yang dilakukan dalam proses perancangan dan pembuatan perangkat lunak yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman. Alur ini memberikan panduan yang sistematis dan terstruktur mengenai bagaimana suatu program dijalankan, mulai dari proses inisialisasi perangkat, pembacaan data sensor, pengolahan data, bagian tersebut tersusun secara sistematis dan terstruktur hingga pengambilan keputusan dalam sistem bisa berjalan sesuai dengan yang diinginkan**.**



Gambar 5. Diagram Alir (Flowchart)

Perangkat lunak ruang pengontrol berfungsi untuk mengendalikan kinerja perangkat keras yang ada di rangkaian ruang pengontrol. Untuk mendukung kinerja perangkat keras yang dimaksud dipakai beberapa library yakni <ESP8266WiFi.h> untuk ESP8266, <Wire.h> dan <LiquidCrystal_I2C.h> untuk display LCD 20x4 dan I2C Driver LCD. Hal yang penting dalam perancangan perangkat lunak ruang kontrol ini ialah format pembacaan data suhu dari tiga ruang gardu induk karena data terbaca secara kontinyu berasal dari tiga sumber yang berbeda maka untuk membedakannya dipakai format yakni.

x	x1	x2	x3	x4	x5	x6

Dimana x : kode ruang (a=ruang1; b=ruang2; c=ruang3)
x1 .. x6 : data suhu
misalkan data yang dikirim oleh ruang gardu induk ke ruang kontrol ialah b32,74. Ini berarti suhu ruang gardu induk 2 ialah 32,74 ℃

Sedangkan untuk menyalakan atau mematikan relay pada ruang gardu induk dipakai format pengiriman data yakni.

x	x1

Dimana x : kode ruang (a = ruang1; b = ruang2; c = ruang3)
x1 : data on/off relay (0 = ON; 1 = OFF)
misalkan data yang dikirim ke ruang gardu induk ialah a1. Ini berarti perintah untuk mematikan relay pada gardu induk 1.

Tempat pengukuran 1, hasil pengukuran menunjukkan suhu sebesar 32,00 °C. Nilai ini merupakan suhu tertinggi di antara ketiga ruangan yang diuji. Hal ini dapat

disebabkan oleh faktor lingkungan, seperti letak ruangan yang lebih dekat dengan sumber panas atau ventilasi udara yang kurang optimal. Data ini menegaskan pentingnya monitoring suhu secara real-time untuk mencegah kenaikan suhu yang berlebihan.



Gambar 6. Tempat Pengukuran 1

Tempat pengukuran 2 menunjukkan hasil pembacaan sensor sebesar 31,97 °C. Nilai ini sangat dekat dengan hasil di ruang 1, hanya berbeda 0,03 °C. Perbedaan tersebut masih dalam batas toleransi sensor DHT22, yang memiliki tingkat akurasi ±0,5 °C. Dengan demikian, hasil ini memperlihatkan konsistensi kerja sensor dalam mendeteksi kondisi ruangan yang hampir serupa.



Gambar 7. Tempat Pengukuran 2

Sementara itu, pada tempat 3 diperoleh suhu sebesar 31,85 °C, yang merupakan suhu terendah dibandingkan ruang lainnya. Selisihnya dengan ruang 1 sekitar 0,15 °C. Hasil ini tetap berada dalam rentang kesalahan normal sensor, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor memberikan data yang valid dan layak dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam sistem kendali AC.



Gambar 8. Tempat Pengukuran 3

Dari ketiga hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa meskipun terdapat sedikit variasi suhu, keseluruhan perbedaan yang tercatat sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis sensor DHT22 bekerja dengan konsisten pada setiap ruang gardu induk. Dengan kemampuan ini, operator dapat mengetahui kondisi suhu aktual setiap ruangan tanpa harus melakukan pengecekan manual.

Selain itu, data dari tabel ini juga memperlihatkan pentingnya integrasi sensor dengan mikrokontroler ESP8266 dan sistem monitoring berbasis IoT. Hasil pengukuran suhu dapat dikirimkan secara langsung ke ruang kontrol melalui jaringan WiFi, sehingga memudahkan operator dalam memantau kondisi ruangan dan mengambil tindakan cepat apabila suhu ruangan tidak sesuai dengan standar.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini membuktikan bahwa sensor DHT22 dapat diandalkan dalam mendeteksi suhu pada gardu induk PLN. Nilai yang konsisten, stabil, dan sesuai dengan akurasi sensor memperkuat keyakinan bahwa sistem monitoring dan kendali On/Off AC yang dirancang sudah mampu berfungsi dengan efektif. Hal ini menjadi dasar bahwa sistem dapat diterapkan secara nyata untuk menjaga kestabilan suhu ruangan di gardu induk demi kelancaran operasional dan keamanan peralatan listrik.

3.3 Pengujian dan Implementasi Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dirancang, mulai dari proses koneksi jaringan hingga fungsi kontrol peralatan. Pada tahap ini digunakan beberapa alat dan bahan, yaitu satu buah access point sebagai pusat jaringan, tiga unit perangkat yang ditempatkan di ruang gardu induk, satu unit perangkat yang berfungsi sebagai peralatan kontrol, serta tiga buah lampu LED 5W yang digunakan sebagai indikator status ON atau OFF AC. Untuk rancangan pengujian, peralatan kontrol ditunjukkan pada lampiran A, sedangkan peralatan pada ruang 1, ruang 2, dan ruang 3 masing-masing ditunjukkan pada lampiran B1, B2, dan B3.

Proses pengujian diawali dengan menyalakan access point terlebih dahulu, kemudian memastikan seluruh tombol kontrol (SW1, SW2, SW3) dalam keadaan OFF. Setelah itu, peralatan kontrol dinyalakan dan dibiarkan hingga terhubung dengan jaringan WiFi. Selanjutnya, peralatan pada ruang 1, 2, dan 3 dinyalakan secara bergantian dan ditunggu hingga masing-masing perangkat berhasil terkoneksi dengan jaringan WiFi.

Setelah semua perangkat terhubung, data suhu yang dikirim oleh masing-masing perangkat ruang diamati melalui tampilan LCD pada peralatan kontrol, kemudian dicatat untuk setiap kondisi. Status lampu pada tiap ruang juga diamati dan dicatat sebagai indikator ON atau OFF sesuai hasil pembacaan sistem.

Tahap berikutnya dilakukan pengujian fungsi kontrol dengan menekan tombol SW1, SW2, dan SW3 secara bergantian maupun bersamaan. Pada setiap kombinasi penekanan tombol tersebut, data suhu dari masing-masing perangkat kembali diamati dan status lampu di tiap ruang diperiksa. Dengan cara ini dapat diketahui keandalan sistem dalam mengendalikan peralatan secara jarak jauh sekaligus memantau suhu di setiap ruang.

Hasil pengujian kemudian disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data suhu dari tiap ruang serta status lampu sesuai kondisi tombol kontrol, sehingga mempermudah dalam menganalisis performa sistem yang telah dibangun. Hasil Pengujian diperlihatkan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Keseluruhan Sistem

Perangkat Kontrol		**Perangkat Ruang**
SW	**Suhu Ruang :**	**Status Lampu Ruang :**
1 = On 2 = Off 3 = Off	1 = 32,27 2 = 31,59 3 = 32,67	1 = Nyala 2 = Padam 3 = Padam
1 = Off 2 = On 3 = Off	1 = 32,54 2 = 31,55 3 = 32,47	1 = Padam 2 = Nyala 3 = Padam
1 = Off 2 = Off 3 = On	1 = 32,28 2 = 31,56 3 = 32,64	1 = Padam 2 = Padam 3 = Nyala
1 = On 2 = On 3 = Off	1 = 32,27 2 = 32,15 3 = 32,67	1 = Nyala 2 = Nyala 3 = Padam
1 = Off 2 = On 3 = On	1 = 32,33 2 = 32,13 3 = 32,67	1 = Padam 2 = Nyala 3 = Nyala
1 = On 2 = On 3 = On	1 = 32,57 2 = 32,48 3 = 32,62	1 = Nyala 2 = Nyala 3 = Nyala

Pada tahap pengujian awal, hanya ruang 1 yang diaktifkan (SW1 = ON, SW2 dan SW3 = OFF). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu ruang 1 tercatat sebesar 32,27 °C, sedangkan ruang 2 dan ruang 3 masing-masing berada pada 31,59 °C dan 32,67 °C. Lampu indikator pada ruang 1 menyala, sementara lampu pada ruang 2 dan 3 dalam keadaan padam. Hasil ini menunjukkan bahwa instruksi kendali diteruskan secara tepat, sehingga relay hanya bekerja pada ruang yang dipilih.

Pengujian berikutnya dilakukan dengan mengaktifkan ruang 2 (SW2 = ON, SW1 dan SW3 = OFF). Pada kondisi ini, hanya lampu indikator ruang 2 yang menyala dengan suhu terpantau stabil di kisaran 31,55 °C hingga 32,15 °C. Dua ruang lainnya tetap dalam kondisi padam. Data tersebut menunjukkan bahwa kendali relay dapat diterapkan secara individual tanpa memengaruhi ruang lain, sementara sensor tetap memberikan hasil pengukuran suhu yang konsisten.

Pengujian kemudian dilanjutkan dengan mengaktifkan dua ruang secara bersamaan. Sebagai contoh kasus pengujian, ketika ruang 1 dan ruang 2 dinyalakan, kedua lampu indikator pada ruang tersebut menyala, sedangkan ruang 3 padam. Begitu pula saat ruang 2 dan ruang 3 diaktifkan, hanya kedua ruang tersebut yang menyala. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem mampu melaksanakan fungsi kendali multi-ruang secara serentak tanpa terjadi konflik komunikasi maupun kesalahan eksekusi pada perangkat.

Pada kondisi pengujian penuh, yaitu ketika ketiga ruang diaktifkan secara bersamaan (SW1, SW2, dan SW3 = ON), seluruh lampu indikator menyala yang menandakan relay di setiap ruang bekerja dengan baik. Suhu ruangan tetap terpantau pada kisaran 32 °C, yang menunjukkan bahwa fungsi monitoring tidak terganggu walaupun beban kendali berada pada kondisi aktif penuh. Dengan demikian, sistem mampu menjaga kestabilan pemantauan suhu sekaligus menjalankan kontrol peralatan secara akurat.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring dan kendali berbasis ESP8266 berfungsi sesuai rancangan. Instruksi ON/OFF dari ruang kontrol berhasil diteruskan ke perangkat di setiap ruang, baik dalam kondisi satu ruang aktif maupun seluruh ruang aktif secara bersamaan. Sensor DHT22 juga mampu memberikan data yang konsisten sehingga suhu ruang dapat dipantau secara real-time melalui LCD pada perangkat kontrol. Selain itu, hasil uji jangkauan koneksi WiFi menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja hingga jarak maksimum 24 meter. Informasi ini penting untuk memastikan keandalan operasional sistem dalam penerapannya pada gardu induk PLN.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem monitoring dan kendali On/Off AC berbasis ESP8266 pada tiga ruang gardu induk PLN dapat berfungsi dengan baik sesuai tujuan. Sensor suhu DHT22 mampu membaca suhu ruangan secara real-time dengan hasil yang konsisten dan akurat, kemudian menampilkannya pada LCD 20x4 di ruang kontrol melalui jaringan WiFi. Variasi suhu antar-ruang relatif kecil, yang menunjukkan kestabilan kinerja sensor sesuai spesifikasi pabrikan.

Perintah On/Off AC melalui relay berhasil dieksekusi dengan tepat, baik pada satu ruangan maupun beberapa ruangan secara bersamaan. Sistem komunikasi nirkabel berbasis WiFi juga berjalan stabil dengan jangkauan efektif hingga 24 meter, sehingga memungkinkan operator untuk melakukan monitoring dan pengendalian jarak jauh tanpa pengecekan manual. Dengan demikian, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko kerusakan peralatan akibat suhu berlebih, serta menjamin keandalan pasokan listrik di gardu induk PLN.

REFERENSI

Akip, M. I., & Didik, S. (2021). Prototype pengendalian lampu dan AC jarak jauh dengan jaringan internet memakai aplikasi Telegram berbasis NodeMCU ESP8266. *Infotech*, 7(1), 27.

Farhan, A. P. M. (2022). *Sistem pengendali pendingin ruangan dan monitoring suhu memakai bot Telegram* (Skripsi tidak dipublikasikan). Universitas Hasanuddin, Makassar.

Iswahyudhi, U. T., Firman, J., & Dadang, W. (2021). Analisa dukungan Internet of Things (IoT) terhadap peran intelejen dalam pengamanan daerah maritim Indonesia wilayah timur. *JTMI*, 7(1), 30.

Sugihardi, S., Solekhan, & Dahlan, M. (2022). Sistem monitoring pemakaian listrik memakai LoRa berbasis aplikasi. *Jurnal ELKON*, 2.