

SISTEM *MONITORING* SUHU PADA *SMARTHOME* BERBASIS ESP32 MELALUI TELEGRAM

Ahmad Yusuf Fahrur Rozi^{1*}, Fauzi Neaja Wiranto¹, Rossy Lia Eka Putri¹

¹Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Blora, 58315

*E-mail: yusuffahrur00@gmail.com

ABSTRAK

Dalam era industri 5.0, perkembangan teknologi mendorong penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya pada sistem *smarthome*. Sistem ini memudahkan pengguna dalam memantau dan mengendalikan kondisi rumah secara otomatis dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu ruangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram sebagai media notifikasi. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu ruangan, sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia, motor servo berfungsi menggerakkan jendela, dan buzzer sebagai indikator kondisi suhu berlebih. Proses pengendalian dilakukan melalui pemrograman pada Arduino IDE, kemudian data dikirimkan secara *realtime* ke Telegram melalui *bot* otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika suhu mencapai 33°C – 35°C, jendela akan terbuka untuk pertukaran udara, sedangkan pada suhu di atas 35°C buzzer aktif sebagai peringatan terhadap kondisi *overheat*. Sistem ini terbukti mampu memberikan notifikasi cepat dan akurat, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni rumah.

Kata kunci: *internet of things, smart home, telegram*

1. PENDAHULUAN

Smart home berkembang pesat didorong IoT, konektivitas yang meluas, dan biaya perangkat yang makin terjangkau, sehingga otomatisasi pemantauan rumah secara real time menjadi kebutuhan praktis bagi kenyamanan, keamanan, dan efisiensi energi penghuni. Skala pasar menunjukkan urgensi: pendapatan global diproyeksikan sekitar US\$174 miliar pada 2025 dengan pertumbuhan tahunan sekitar 9–10% hingga 2029, menandakan adopsi yang kuat dan kebutuhan solusi interoperabel di tingkat konsumen. Di Indonesia, pasar juga meningkat dengan proyeksi pertumbuhan tahunan sekitar 10% pada 2025–2029, memperlihatkan relevansi inovasi smart home yang murah dan mudah diimplementasikan di konteks lokal [1].

Potensi smart home diperkuat mikrokontroler ber-Wi-Fi seperti ESP32 yang terintegrasi aplikasi pesan, memungkinkan notifikasi dan kendali jarak jauh tanpa infrastruktur cloud kompleks. Riset terbaru menunjukkan ESP32-CAM yang dipadukan Telegram Bot dapat mendeteksi peristiwa, mengambil citra, dan mengirim peringatan instan sebagai kanal monitoring ringan dan hemat biaya untuk rumah tangga. Ekosistem ini cocok untuk adopsi luas karena memanfaatkan smartphone pengguna dan jaringan yang sudah ada, sehingga menurunkan hambatan teknis bagi monitoring lingkungan rumah[2].

Pengendalian suhu ruangan menghadapi tantangan akurasi sensor, latensi respons, serta penetapan ambang yang tepat agar tidak terjadi false trigger dan agar notifikasi tetap dapat ditindaklanjuti. Studi perbandingan menunjukkan DHT22 memiliki kinerja baik untuk pemantauan real time, meski masih ada deviasi kecil dan respons lebih lambat dibanding beberapa alternatif seperti DS18B20 atau Si7021, sehingga kalibrasi dan validasi ambang menjadi krusial. Dengan demikian, pemilihan sensor, penempatan, dan filtrasi data perlu dirancang hati-hati agar keputusan kendali sederhana tetap reliabel pada variasi kondisi dalam ruang[3].

Tujuan studi ini adalah merancang dan menguji sistem monitoring suhu smarthome berbasis ESP32 dengan sensor DHT22 yang terintegrasi Telegram Bot untuk penyajian data dan peringatan real time, sekaligus mengevaluasi akurasi bacaan serta kinerja ambang kendali sederhana pada skenario penggunaan domestik agar tercapai solusi yang murah, mudah diimplementasikan, dan andal[4].

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan untuk mengontrol dan memonitor suhu pada smarthome berbasis Internet of Things (IoT)[5]. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu dan kelembapan serta terhubung ke aplikasi Telegram sebagai media notifikasi realtime. Struktur metode terdiri atas tiga bagian, yaitu perangkat keras, perangkat lunak, dan prosedur eksperimen.

A. Hardware

Hardware utama terdiri atas ESP32, sensor DHT22, sensor Passive InfraRed (PIR), motor servo, dan buzzer. ESP32 digunakan karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth bawaan, prosesor dual-core dengan kecepatan 240 MHz, serta jumlah pin GPIO yang banyak sehingga mendukung komunikasi dengan berbagai sensor dan aktuator [6].

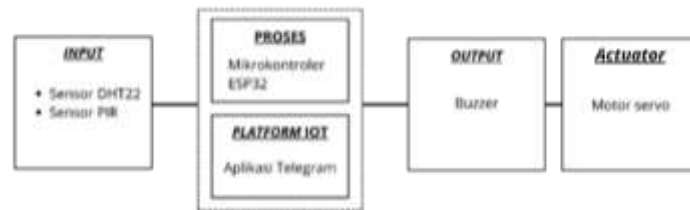
Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan dengan akurasi tinggi dan jangkauan pengukuran luas, yang sesuai untuk kondisi iklim tropis seperti di Indonesia [7]. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia melalui perubahan radiasi infra merah, sehingga sistem dapat beradaptasi terhadap aktivitas penghuni rumah . Motor servo digunakan untuk membuka dan menutup jendela secara otomatis karena memiliki kontrol posisi yang presisi [8], sedangkan buzzer berfungsi sebagai alarm yang memberikan indikasi kondisi overheat [9]. Spesifikasi teknis dan alasan pemilihan komponen ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penjelasan Tiap Komponen

Komponen	Spesifikasi Teknis	Alasan Pemilihan
ESP32	Prosesor Dual-Core Tensilica Xtensa LX6, 240 MHz, Wi-Fi & Bluetooth terintegrasi, 34 pin GPIO	Performa tinggi dan mendukung integrasi langsung dengan platform IoT [10]tanpa modul tambahan
DHT22	Rentang suhu -40°C–80°C, akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, rentang kelembapan 0–100% RH, tegangan kerja 3–5V	Memiliki tingkat akurasi dan sensitivitas tinggi dibanding DHT11
PIR Sensor	Tegangan kerja 4.5–20V, jarak deteksi hingga 6 m, sudut deteksi 110°	Mendeteksi keberadaan manusia dengan cepat dan efisien dalam konsumsi daya
Motor Servo	Rotasi 180°, tegangan kerja 4.8–6V	Dapat dikontrol secara presisi oleh mikrokontroler, cocok untuk sistem aktuasi sederhana
Buzzer	Tegangan kerja 3–5V, arus rendah	Memberikan peringatan suara sebagai indikator suhu berlebih

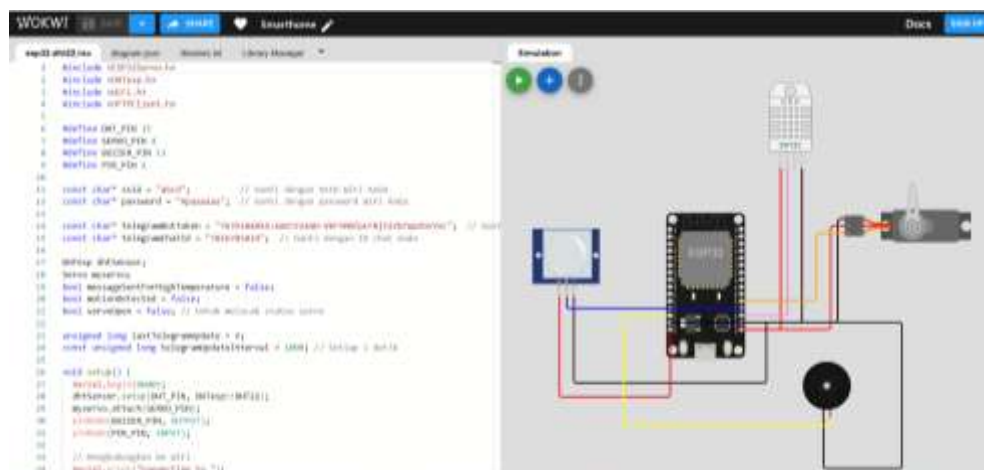
Struktur hubungan antar komponen sistem ditunjukkan pada Gambar 1, yang menggambarkan blok diagram sistem IoT untuk kontrol suhu pada smarthome. Pada gambar tersebut terlihat bahwa sensor DHT22 dan PIR berfungsi sebagai input utama yang mengirimkan data ke mikrokontroler ESP32. Hasil pemrosesan data oleh ESP32 digunakan untuk mengendalikan

motor servo dan buzzer sebagai keluaran, serta mengirimkan informasi suhu dan kondisi sistem ke aplikasi Telegram..



Gambar 1. Blok Diagram IoT Kontrol Suhu pada Smarthome

Sebelum dirakit secara fisik, sistem diuji terlebih dahulu menggunakan Wokwi Simulation. Platform ini digunakan untuk memverifikasi koneksi antar komponen dan memastikan logika program bekerja sesuai rancangan. Seperti terlihat pada Gambar 2, hasil simulasi menunjukkan hubungan antara pin ESP32 dengan sensor DHT22, sensor PIR, motor servo, dan buzzer. Penggunaan simulasi ini meminimalkan kesalahan sambungan serta meningkatkan efisiensi waktu perancangan .

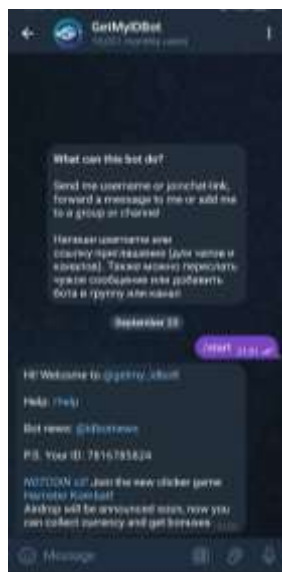


Gambar 2. Simulasi Wiring pada Wokwi

B. Software

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Beberapa *library* digunakan untuk mendukung fungsi perangkat, antara lain DHT.h untuk membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22, Servo.h untuk mengatur gerakan motor servo, serta UniversalTelegramBot.h untuk menghubungkan ESP32 dengan aplikasi Telegram. Logika program dirancang berdasarkan *setpoint* suhu ruangan, yaitu pada 33°C dan 35°C. Ketika suhu mencapai 33°C–35°C, servo bergerak membuka jendela untuk pertukaran udara. Apabila suhu melebihi 35°C, buzzer akan aktif sebagai tanda peringatan kondisi *overheat*.

Proses integrasi dengan Telegram dilakukan dengan memasukkan token bot dan chat ID yang diperoleh melalui *BotFather* dan *GetMyIDBot*. Setelah konfigurasi selesai, ESP32 dapat mengirimkan pesan otomatis ke Telegram berisi data suhu dan status aktuator secara *realtime*. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3, bagian (a) memperlihatkan token *bot*, bagian (b) menunjukkan *chat ID* pengguna, dan bagian (c) menampilkan cuplikan kode program yang diunggah ke ESP32 melalui Arduino IDE.



(a)



(b)

```

11 const char* ssid = "abcd";           // Ganti dengan SSID WiFi Anda
12 const char* password = "Apaaaaaa"; // Ganti dengan password WiFi Anda
13
14 const char* telegramBotToken = "7635184054:AAgTZn44N-VXf5MBfpLFnjf22bTwp2DzYoc"; // Ganti dengan token bot
15 const char* telegramChatId = "7816783824"; // Ganti dengan ID chat Anda
    
```

(c)

Gambar 3. Menghubungkan Arduino IDE dengan Telegram (a) BotToken; (b) ChatID; (c) Code pada Arduino IDE

C. Prosedur Eksperimen

Langkah-langkah eksperimen dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

1. Perancangan dan Simulasi Sistem.

Sistem dirancang berdasarkan diagram blok pada Gambar 2 dan disimulasikan menggunakan Wokwi seperti pada Gambar 3 untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai rancangan.

2. Perakitan Perangkat Keras.

Setelah simulasi berhasil, seluruh komponen — ESP32, sensor DHT22, sensor PIR, motor servo, dan buzzer — dirakit dan dihubungkan menggunakan kabel jumper sesuai desain rangkaian.

3. Kalibrasi Sensor.

Sensor DHT22 dikalibrasi dengan termometer digital standar selama ± 10 menit pada kondisi suhu ruangan. Nilai hasil pengukuran dibandingkan, dan sensor dinyatakan layak digunakan apabila deviasi hasil tidak lebih dari $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ [10].

4. Uji Kestabilan Sistem.

Pengujian dilakukan dengan membaca data suhu selama lima menit dalam kondisi lingkungan konstan. Sistem dianggap stabil apabila fluktuasi suhu tidak melebihi $0,2^{\circ}\text{C}$.

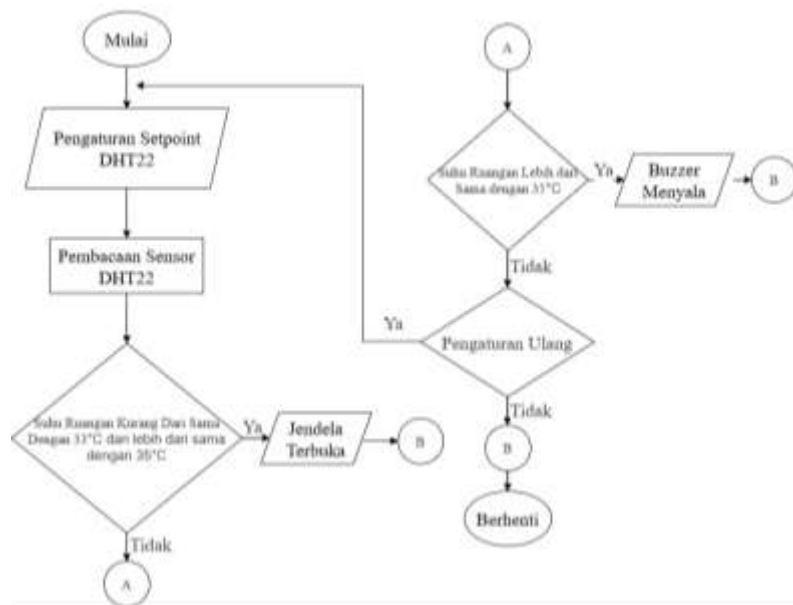
5. Uji Fungsional Sistem.

Uji fungsi dilakukan dengan memberikan variasi suhu menggunakan sumber panas eksternal.

1. Jika suhu $< 33^{\circ}\text{C}$, sistem dalam kondisi normal (servo dan buzzer tidak aktif).
2. Jika suhu $33\text{--}35^{\circ}\text{C}$, servo membuka jendela untuk pertukaran udara.
3. Jika suhu $> 35^{\circ}\text{C}$, buzzer menyala sebagai tanda overheating.

6. Monitoring Data.

Hasil pengukuran dikirim secara otomatis melalui bot Telegram. Pengguna menerima notifikasi yang berisi informasi suhu, status servo, dan kondisi ruangan dalam bentuk pesan teks realtime. Alur kerja sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4, yang memperlihatkan flowchart metode penelitian. Pada gambar tersebut terlihat urutan proses dimulai dari pembacaan data sensor oleh ESP32, pemrosesan logika setpoint, pengendalian aktuator (servo dan buzzer), hingga pengiriman notifikasi ke Telegram secara otomatis..



Gambar 4. *Flowchart* Metode Penelitian

3. PEMBAHASAN

Implementasi sistem smarthome berbasis IoT ini dilakukan untuk memantau dan Mengendalikan suhu ruangan secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32. Pengujian dilakukan dengan memperhatikan kemampuan sistem dalam mendeteksi suhu, merespons perubahan kondisi, serta mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram secara realtime. Pembahasan berikut menjelaskan hasil uji kinerja sensor, aktuator, dan komunikasi data yang diperoleh selama penelitian.

A. Implementasi Perangkat Sistem

Sistem dirakit sesuai dengan rancangan *hardware* yang telah dijelaskan pada bagian metode. Gambar 5(a) menunjukkan prototipe perangkat keras yang telah dibuat, terdiri dari sensor DHT22, sensor PIR, motor servo, buzzer, dan mikrokontroler ESP32 yang dirangkai pada *breadboard*. Sedangkan Gambar 5(b) memperlihatkan hasil implementasi komunikasi sistem melalui aplikasi Telegram, di mana pesan notifikasi berisi data suhu dan status perangkat berhasil diterima pengguna secara otomatis.



(a)



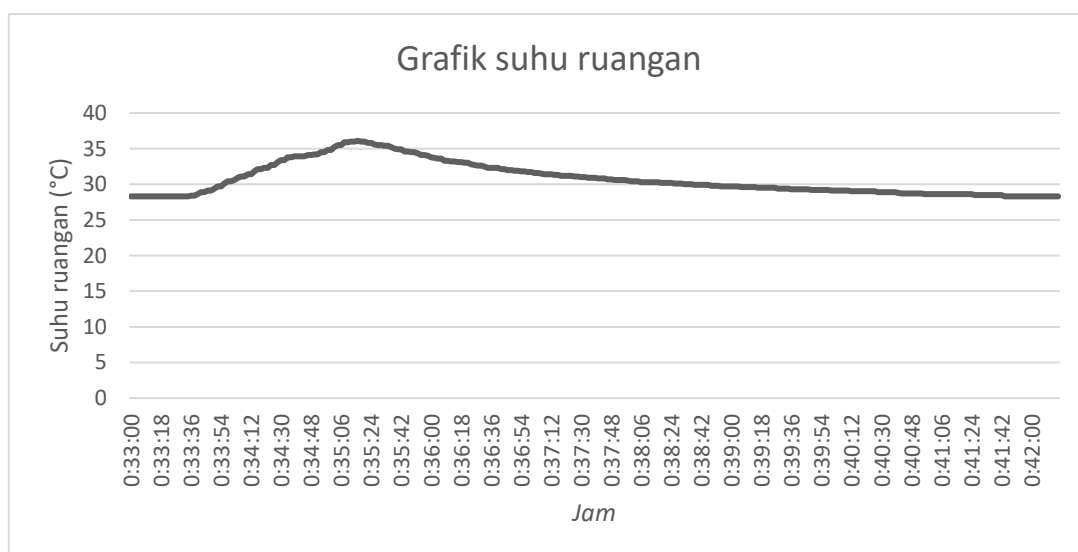
(b)

Gambar 5. Hardware System Monitoring (a) Prototype; (b) Pesan Telegram

Berdasarkan pengujian awal, sistem berhasil membaca dan menampilkan data suhu secara realtime. Respon dari sensor PIR juga berjalan baik, di mana sinyal digital 1 muncul ketika terdeteksi keberadaan manusia dan kembali ke 0 saat area kosong. Hal ini menandakan bahwa komunikasi antara sensor, mikrokontroler, dan aplikasi berjalan stabil. Secara keseluruhan, waktu delay pengiriman data dari ESP32 ke Telegram berkisar 1–2 detik, menunjukkan bahwa sistem memiliki performa komunikasi yang cepat dan andal.

B. Analisis Pembacaan Sensor Suhu

Data hasil pembacaan sensor DHT22 terhadap perubahan suhu ruangan ditampilkan pada Gambar 6, yang menggambarkan grafik hubungan antara waktu dan suhu ruangan. Pada awal pengujian, suhu ruangan berada pada kisaran 28,3°C hingga 28,4°C, kemudian meningkat secara bertahap ketika diberikan sumber panas eksternal hingga mencapai 35,9°C. Kenaikan ini terjadi dalam rentang waktu sekitar enam menit.



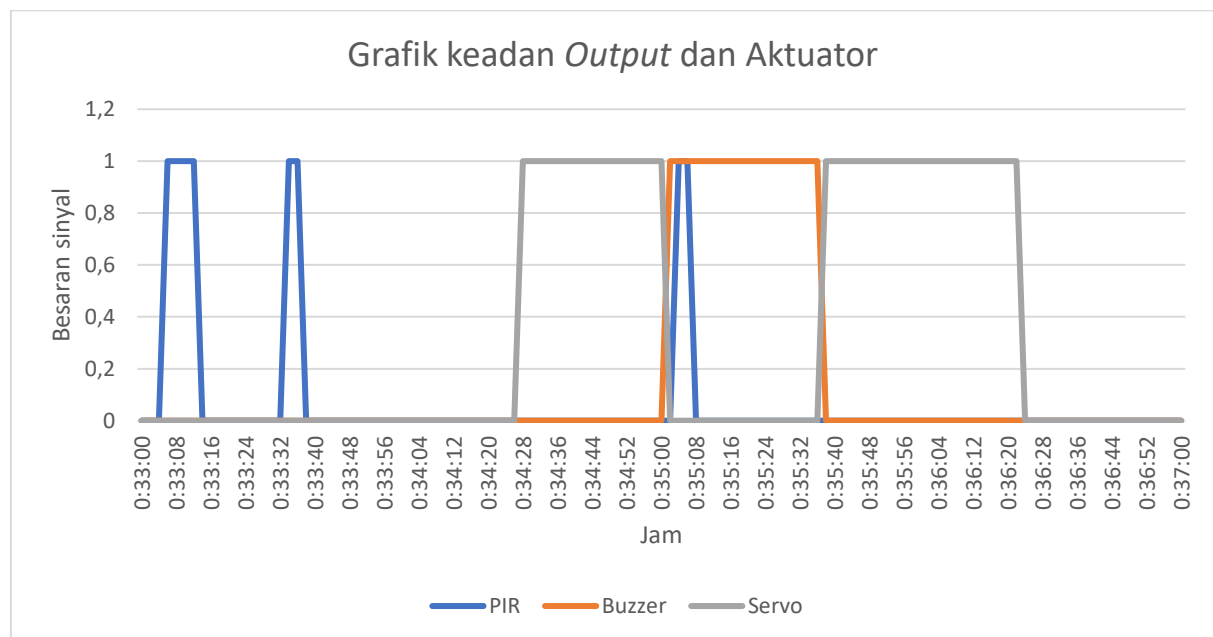
Gambar 6. Grafik Suhu Ruangan

Dari Gambar 6, dapat dihitung laju kenaikan suhu rata-rata sebesar $1,1^{\circ}\text{C}$ per menit. Sensor menunjukkan peningkatan suhu yang halus dan stabil tanpa fluktuasi ekstrem, menandakan bahwa sistem bekerja secara konsisten. Berdasarkan data kalibrasi dan spesifikasi pabrikan, sensor DHT22 memiliki akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dengan resolusi $0,1^{\circ}\text{C}$ [8], dan hasil pengukuran selama pengujian masih berada dalam batas toleransi tersebut.

Selain itu, pengamatan pada kondisi stabil menunjukkan bahwa fluktuasi suhu maksimum hanya sekitar $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ selama periode pengujian lima menit, menandakan kestabilan sistem yang baik dalam kondisi lingkungan konstan. Sebagai kesimpulan untuk bagian ini, dapat dinyatakan bahwa sistem mampu membaca perubahan suhu dengan akurasi dan kestabilan yang memadai untuk kebutuhan *smarthome* sederhana.

C. Analisis Kinerja Aktuator

Hubungan antara suhu ruangan dan respons aktuator ditampilkan pada Gambar 7. Grafik ini menunjukkan kondisi kerja sensor PIR, buzzer, dan motor servo terhadap waktu serta perubahan suhu. Berdasarkan pengamatan, sistem tidak memberikan aksi ketika suhu ruangan berada di bawah 33°C , karena kondisi dianggap normal. Ketika suhu meningkat ke rentang 33°C hingga 35°C , motor servo mulai bergerak membuka jendela untuk mempercepat pertukaran udara panas dengan udara segar dari luar.



Gambar 7. Grafik Keadaan *Output* dan Aktuator

Setelah suhu ruangan melebihi 35°C , servo menutup kembali jendela dan buzzer menyala untuk memberi peringatan *overheat*. Dari hasil pengujian, waktu respons rata-rata servo terhadap perubahan suhu adalah sekitar 2,8 detik, sementara delay aktivasi buzzer sekitar 1,1 detik setelah suhu mencapai ambang batas. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem mampu merespons kondisi lingkungan dengan cepat dan efisien. Perubahan status PIR juga sejalan dengan aktivitas manusia di sekitar sistem. Saat sensor PIR mendeteksi gerakan, sistem tetap berfungsi normal tanpa gangguan, menunjukkan kemampuan sistem bekerja secara paralel antara fungsi pendeteksian suhu dan deteksi keberadaan manusia. Secara umum, dari grafik Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol dan aktuator bekerja sesuai logika program,

dengan waktu respons yang sesuai untuk aplikasi *smarthome*. Perpaduan kerja antara sensor, servo, dan buzzer memastikan suhu ruangan tetap terkendali pada kisaran aman.

D. Analisis Data Monitoring

Hasil pengujian keseluruhan sistem dirangkum dalam Tabel 2, yang menampilkan waktu pengambilan data, kondisi sensor PIR, suhu yang terbaca oleh DHT22, serta status keluaran buzzer dan motor servo.

Tabel 2. Data Hasil Monitoring

No	Jam	Sensor		Output	Aktuator
		Passive InfraRed (PIR)	DHT22	Buzzer	Motor servo
1	0:33:00	0	28.3°C	0	0
2	0:33:06	1	28.3°C	0	0
3	0:33:14	0	28.3°C	0	0
4	0:33:34	1	28.3°C	0	0
5	0:33:38	0	28.4°C	0	0
6	0:34:28	0	33.1°C	0	1
7	0:35:02	0	35.2°C	1	0
8	0:35:04	1	35.5°C	1	0
9	0:35:08	0	35.9°C	1	0
10	0:35:08	0	35°C	0	1
11	0:36:24	0	32.8°C	0	0

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa servo aktif pertama kali pada suhu 33,1°C, menandakan suhu telah melewati ambang pertama sistem. Ketika suhu mencapai 35,2°C, buzzer aktif selama beberapa detik sebagai tanda kondisi *overheat*. Setelah suhu menurun menjadi 32,8°C, kedua aktuator kembali ke posisi semula (servo menutup dan buzzer berhenti berbunyi). Rangkaian kejadian ini membuktikan bahwa sistem telah mampu mendeteksi, mengolah, dan merespons data suhu secara otomatis dan sesuai logika pemrograman.

4. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu pada *smarthome* berbasis ESP32 melalui aplikasi Telegram. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, sistem telah berhasil bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sensor DHT22 mampu membaca suhu ruangan secara akurat dengan deviasi maksimum $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan sistem pengendalian otomatis dapat merespons perubahan suhu dengan waktu rata-rata 2–3 detik. Motor servo terbukti mampu membuka dan menutup jendela sesuai batas suhu yang ditetapkan (33°C – 35°C), dan buzzer aktif dengan delay rata-rata sekitar 1 detik saat suhu melebihi ambang batas 35°C . Pengiriman notifikasi melalui Telegram juga berjalan secara realtime dengan waktu tunda pesan sekitar 1–2 detik. Dengan capaian tersebut, sistem ini dinilai efektif dan reliabel untuk digunakan sebagai kontrol otomatis sederhana pada aplikasi *smarthome* berbasis IoT. Sistem mampu menjalankan fungsi monitoring dan peringatan suhu secara simultan dengan tingkat kestabilan pembacaan $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ pada kondisi lingkungan tetap.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian dilakukan dalam ruang berskala kecil dengan kondisi lingkungan terkendali, sehingga kinerja sistem pada lingkungan luar ruangan atau dengan variasi kelembapan belum diuji. Selain itu, sistem belum dilengkapi mekanisme pencatatan data (*data logging*) untuk analisis jangka panjang. Sebagai arah pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat ditingkatkan dengan

menambahkan fitur cloud database untuk penyimpanan dan analisis data historis, penerapan sensor suhu dan kelembapan dengan akurasi lebih tinggi, serta integrasi dengan platform IoT lain seperti Blynk atau MQTT untuk meningkatkan fleksibilitas kontrol dan pemantauan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Statista, "Smart Home - Worldwide." [Online]. Available: <https://www.statista.com/outlook/cmo/smart-home/worldwide>. 2025.
- [2] P. Palkar, P. Bangar, P. Chandhare, and S. Jadhav, "IoT-Based Home Monitoring System Using ESP32CAM Surveillance," no. April, 2025.
- [3] Siswoyo, A., "Optimization of Temperature Sensor Selection for Incubators: Real-Time Accuracy Analysis of DHT22, LM35, and DS18B20 in Controlled Environment Simulations." *Internet Things*, 5. 2025.
- [4] Ijraset, "IoT-Based Home Monitoring System Using ESP32CAM Surveillance." [Online]. Available: <https://www.ijraset.com/research-paper/iot-based-home-monitoring-system-using-esp32cam-surveillance>
- [5] "Real-Time IoT Data Solution with Confluen", [Online]. Available: <https://www.confluent.io/use-case/internet-of-things-iot/>
- [6] W. W. and E. Sabara, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER BERBASIS HYBRID LEARNING MENGGUNAKAN WOKWI SIMULATION," vol. doi: 10.26.
- [7] Riadi, Imam & Syaefudin, Rizal. "Monitoring and Control Food Temperature and Humidity using Internet of Things Based-on Microcontroller". *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*. 7. 108. 10.26555/jiteki.v7i1.20213. 2021.
- [8] F. K. C. and S. S. Teoh, "Thermal Sensor based Human Presence Detection for Smart Home Application," *Proc. - 10th IEEE Int. Conf. Control Syst. Comput. Eng.*, pp. 37–41, 2020.
- [9] H. A. and G. I. Saputra, "Smart Home System Berbasis IoT dan SMS Smart Home System Based on IoT and SMS," *TELKA*, vol. 6, 2020.
- [10] "iotellect." [Online]. Available: <https://iotellect.com/>. 2025.