

Sistem Pemantauan Suhu Ruangan Kelas Secara Real-Time Berbasis Telegram Di SDN Kepuren 1

Siti Sabrina Ningsih^{1*}, Asep Suryadi²

¹ Program Studi Sistem Komputer S-1, Universitas Pamulang Kampus Serang, Serang, Indonesia

² Program Studi Sistem Komputer S-1, Universitas Pamulang Kampus Serang, Serang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: sitisabrinaningsih@gmail.com, dosen10008@unpam.ac.id

Abstract. Room temperature is one of the factors that can influence students' comfort and concentration during the learning process. At SDN Kepuren 1, room temperature is still monitored manually, making it difficult to obtain timely information about classroom conditions, while temperature control has not yet been automated. Therefore, this study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based room temperature monitoring and control system using an ESP32 microcontroller and a DHT22 sensor. This study employed the Research and Development (R&D) method using a prototyping development model. The development process consisted of requirement analysis, system design, prototype development, testing, evaluation, and implementation. The DHT22 sensor was used to measure room temperature and humidity, while the ESP32 processed the collected data and transmitted it to users in real time through a Telegram Bot. In addition, the system utilized a relay module to automatically control a cooling fan. The fan was programmed to turn on when the room temperature reached or exceeded 32°C and to turn off when the temperature dropped below the predefined threshold. The testing results showed that the developed system was able to monitor room temperature in real time, send notifications through Telegram, and automatically control the cooling fan according to the specified temperature threshold. Overall, the proposed system simplifies the process of monitoring and controlling room temperature, making it more efficient while helping to create a more comfortable learning environment for students.

Keywords: Internet of Things (IoT); ESP32; DHT22; room temperature monitoring; temperature control; Telegram Bot.

Abstrak. Kondisi suhu ruangan yang tidak stabil dapat memengaruhi kenyamanan dan konsentrasi siswa dalam proses kegiatan belajar mengajar. Di SDN Kepuren 1, pemantauan suhu ruangan kelas masih dilakukan secara manual sehingga informasi mengenai kondisi suhu tidak dapat diperoleh secara cepat dan pengendalian suhu juga belum dapat dilakukan secara otomatis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Pendekatan yang diterapkan dalam studi ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan prototyping. Proses penelitian mencakup analisis kebutuhan, desain sistem, pembuatan prototipe, pengujian, evaluasi, dan implementasi. Sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembapan ruangan, kemudian data yang diperoleh diproses oleh ESP32 dan dikirimkan secara *real-time* melalui Telegram Bot. Sistem juga memanfaatkan relay untuk mengendalikan kipas pendingin secara otomatis. Kipas akan menyala ketika suhu ruangan mencapai atau melebihi 32°C maka akan off kembali jika DHT22 mendeteksi suhu di bawah batas yang telah ditentukan. Berdasarkan pengujian sudah dilakukan, sistem yang dikembangkan dapat memantau suhu ruangan dalam kelas berdasarkan kondisi suhu pada saat itu, dan memberikan informasi suhu dari Telegram, dan mengaktifkan kipas pendingin dengan sendirinya, sesuai dengan nilai baca yang telah ditetapkan. Berkat adanya alat ini, proses monitoring dan pengendalian suhu ruangan terasa lebih mudah, cepat, dan efisien sehingga dapat mendukung terciptanya lingkungan belajar yang lebih nyaman.

Kata kunci: Internet of Things (IoT); ESP32; DHT22; Pemantauan suhu; pengendalian suhu; telegram bot.

1. LATAR BELAKANG

Semakin meluasnya teknologi *Internet of Things* (IoT) pada terakhir – akhir tahun ini, menjadikan banyak perubahan di berbagai sektor, termasuk dalam dunia pendidikan.

Penggunaan teknologi digital tidak hanya mendukung proses kegiatan belajar-mengajar, tetapi juga membantu manajemen lingkungan sekolah, seperti pemantauan kondisi ruang kelas dengan cara yang lebih efisien. IoT adalah sebuah teknologi yang membuat kemungkinan bagi banyak perangkat nyata untuk terhubung melalui jaringan internet, sehingga mereka dapat mengumpulkan, mengirimkan, dan memproses data secara langsung. Kemampuan tersebut menjadikan IoT banyak dimanfaatkan dalam sistem pemantauan berbasis sensor karena mampu memberikan informasi secara cepat, akurat, dan otomatis. Penerapan teknologi ini dapat membantu menciptakan ruang belajar yang lebih nyaman sekaligus mendukung proses belajar mengajar agar berlangsung secara lebih optimal (Pratikno, Susanto, & Kusumawati, 2026).

Perubahan suhu yang semakin tidak menentu menjadi salah satu kondisi yang sering dirasakan pada kegiatan sehari-hari, baik di dalam lingkungan sekolah maupun diluar. Di negara beriklim tropis seperti Indonesia, suhu ruang kelas dapat meningkat dengan cepat akibat paparan sinar matahari, sirkulasi udara yang kurang baik, serta banyaknya aktivitas yang berlangsung di dalam kelas. Seiring berkembangnya teknologi digital, kebutuhan akan teknologi yang dapat memantau keadaan ruangan dengan akurat dan *real-time* semakin meningkat. Melalui pemantauan yang berkelanjutan, kondisi suhu ruangan dapat diketahui dengan lebih cepat sehingga lingkungan belajar yang nyaman dan kondusif dapat lebih mudah diwujudkan (Wagey, Tegar, Arbie, & Santa, 2025).

Dari hasil pemantauan awal yang dilakukan di SDN Kepuren 1, pemantauan suhu ruangan masih secara manual menggunakan alat thermometer untuk mengukur suhu dan belum dilakukan secara rutin. Pengukuran biasanya hanya dilakukan pada saat tertentu ketika diperlukan, sehingga data suhu ruangan tidak tercatat secara berkelanjutan. Ruangan yang panas atau dengan kelembapan tinggi dapat memicu reaksi psikologis individu, seperti rasa tidak nyaman, kelelahan yang cepat, kurangnya oksigen yang membuat seseorang mudah mengantuk, serta masalah mental (Putri, Nurfajriyani, & Fadilatussaniatun, 2020).

Meskipun Air Conditioner (AC) dapat bisa digunakan untuk menjaga kelembaban suhu ruangan tetap nyaman, penerapannya di sekolah dasar negeri seperti SDN Kepuren 1 masih menghadapi beberapa kendala. Selain membutuhkan biaya pengadaan yang cukup besar, penggunaan AC juga memerlukan konsumsi listrik yang tinggi serta perawatan secara berkala.

Dengan demikian, diperlukan adanya solusi yang lebih terjangkau dan efisien, salah satunya dengan menerapkan alat untuk memonitoring suhu dengan basis *Internet of Things*. Yang memanfaatkan teknologi ini, suhu ruangan dapat dipantau secara *real-time* sekaligus digunakan sebagai dasar untuk mengendalikan perangkat sederhana, seperti kipas pendingin, secara otomatis sesuai dengan kondisi lingkungan.

Penelitian (Wulandari, Azizah, & Jaya, 2026) telah menciptakan sistem pengawasan untuk suhu dan kelembapan yang menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan ESP32 serta sensor DHT22 dalam lingkungan laboratorium komputer. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu dan kelembapan secara langsung dan mengirimkan pemberitahuan otomatis melalui Telegram saat kondisi lingkungan melebihi batas yang telah ditetapkan. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat digunakan untuk membantu pemantauan kondisi ruangan secara berkelanjutan dan memberikan informasi secara cepat kepada pengguna. Namun, penelitian tersebut diterapkan di laboratorium komputer dengan fokus pada monitoring dan peringatan kondisi lingkungan. Hal ini menunjukkan masih adanya peluang untuk mengembangkan penerapan IoT pada lingkungan pendidikan lainnya, khususnya ruang kelas, dengan menambahkan fungsi pengendalian perangkat pendingin secara otomatis berdasarkan kondisi suhu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem monitoring dan kontrol suhu ruang kelas di SDN Kepuren 1 menggunakan ESP32 dan sensor DHT22 yang dilengkapi dengan pengendalian kipas otomatis serta notifikasi melalui Telegram.

Sensor suhu DHT22, yang dikenal karena akurasi dan stabilitasnya, dapat diintegrasikan dengan platform IoT seperti NodeMCU untuk menciptakan solusi pemantauan yang terhubung ke internet. Dibandingkan dengan pendahulunya DHT11 yang memiliki rentang pengukuran terbatas, DHT22 menawarkan rentang suhu dari -40°C sampai 80°C dengan tingkat akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$, serta rentang kelembapan dimulai dari 0-100% RH dengan tingkat akurasi $\pm 2\%$ RH (Farma, Palupi, & Aurello, 2025).. Sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan relay yang berfungsi mengendalikan kipas pendingin dengan otomatis pada saat suhu ruangan kelas melebihi batas yang sudah ditentukan sebelumnya. Dengan mekanisme tersebut, suhu ruangan dapat dikendalikan secara lebih cepat tanpa harus menunggu tindakan manual dari pengguna.

Selain untuk pengendalian otomatis, penelitian ini juga mengintegrasikan sistem

dengan Bot Telegram API sebagai media penyampaian informasi kepada pengguna. Telegram dipilih karena mudah digunakan, memiliki performa yang stabil, serta mendukung komunikasi dua arah. Melalui aplikasi ini, guru dapat menerima notifikasi melalui sistem secara langsung tanpa campur tangan manusia saat suhu pada ruangan tanpa melebihi batas suhu yang sudah ditentukan. Guru juga dapat mengirimkan perintah, seperti "cek suhu", untuk mengetahui kondisi suhu ruangan secara *real-time*. Penerapan Telegram sebagai antarmuka sistem sejalan dengan perkembangan penelitian di bidang IoT yang memanfaatkan aplikasi perpesanan sebagai media monitoring jarak jauh karena dinilai praktis dan mudah diakses (Rozi, Wiranto, & Putri, 2025).

Dengan mengimplementasikan sistem ini, diharapkan SDN Kepuren 1 dapat memiliki solusi yang lebih efektif dalam memantau sekaligus mengendalikan kondisi suhu ruang kelas. Sistem ini dirancang untuk menyediakan informasi suhu secara *real-time*, mengaktifkan kipas pendingin secara otomatis sesuai kondisi ruangan, serta menyampaikan notifikasi kepada guru melalui Telegram. Dengan demikian, lingkungan belajar yang lebih nyaman dapat tercipta sehingga mendukung proses pembelajaran.

2. KAJIAN TEORITIS

A. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet, sehingga perangkat tersebut dapat berkomunikasi satu sama lain, mengumpulkan data, mengirim data, dan bertukar informasi. otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Menurut (Choudhary, 2024), *Internet of Things* ialah merupakan teknologi yang mengintegrasikan perangkat cerdas, sensor, dan jaringan komunikasi untuk menciptakan sistem yang mampu melakukan pertukaran data secara otomatis dan mendukung pengambilan keputusan secara lebih efektif. Teknologi IoT saat ini telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, seperti pendidikan, kesehatan, industri, pertanian, dan sistem monitoring lingkungan.

B. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Sistem ini dirancang untuk mendukung pengembangan perangkat berbasis *Internet of Things (IoT)*. ESP32 memiliki berbagai keunggulan, seperti Seperti modul WiFi dan Bluetooth terintegrasi, prosesor dual-core, konsumsi daya yang rendah, serta digunai daya berbagai protokol komunikasi, seperti UART, SPI, I2C, dan PWM.

C. Sensor DHT22

DHT22 adalah alat digital yang digunakan untuk menilai suhu serta kadar kelembapan di udara. Alat ini menawarkan tingkat keakuratan yang sangat baik dan menyajikan hasil dalam format digital. Suhu yang dapat diukur oleh DHT22 berkisar antara -40°C hingga 80°C dengan tingkat akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, sedangkan kelembapan dapat bervariasi dari 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2-5\%$. Sensor DHT22 bekerja dengan cara membaca perubahan resistansi akibat perubahan suhu dan kelembapan, dapat merubahnya menjadi data digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.

D. LCD I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) dengan modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*) adalah tipe layar digital yang efisien dalam penggunaan pin, karena hanya memerlukan dua jalur komunikasi, yaitu SDA (Serial Data) dan SCL (Serial Clock). Modul I2C memberikan komunikasi data antara LCD dan mikrokontroler lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan antarmuka paralel.

E. Relay 1 Channel

Relay adalah komponen perangkat keras yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh sinyal listrik bertegangan rendah dari mikrokontroler. Relay 1 channel berarti memiliki satu jalur kontrol utama yang dapat dipakai untuk menyalakan atau mematikan perangkat lain seperti komponen kipas atau lampu. Relay bekerja dengan prinsip elektromagnetik di mana arus listrik kecil pada sisi input mampu mengaktifkan saklar yang mengontrol arus listrik besar pada sisi output.

F. Kipas heatsink

Kipas heatsink berfungsi sebagai aktuator pendingin yang membantu menurunkan suhu ruangan dengan mempercepat sirkulasi udara. Kipas ini dikendalikan oleh relay yang terhubung ke ESP32. Saat sensor DHT22 mendeteksi suhu yang ditentukan lebih dari 32°C , Mikrokontroler akan mengirim sinyal digital HIGH pada relay yang kemudian menyalakan kipas. Sebaliknya, saat suhu turun ke batas normal, sistem akan mematikan kipas secara otomatis.

G. Breadboard dan Kabel Jumper

Breadboard merupakan papan percobaan yang digunakan untuk merangkai sirkuit elektronik tanpa perlu menyolder komponen. Breadboard memungkinkan pengguna untuk menyusun rangkaian secara fleksibel dan mudah diubah. Kabel jumper digunakan

sebagai penghubung antara pin-pin komponen seperti ESP32, sensor, relay, dan LCD I2C.

H. Adaptor Daya

Adaptor daya merupakan perangkat yang berfungsi mengubah arus listrik AC menjadi arus DC sesuai kebutuhan perangkat elektronik. ESP32 dan komponen lain membutuhkan daya sebesar 5V–12V DC untuk bekerja secara optimal. Dalam sistem ini, adaptor digunakan sebagai sumber daya utama yang menyalurkan listrik ke ESP32, relay, dan kipas heatsink.

I. Telegram Bot API

Telegram Bot API merupakan layanan yang disediakan oleh aplikasi Telegram untuk memungkinkan pengembang membuat program otomatis (bot) yang dapat berinteraksi dengan pengguna. Bot dapat mengirimkan pesan, menerima perintah, serta menampilkan data secara real-time. Setiap bot memiliki kunci unik yang dimanfaatkan untuk berinteraksi dengan server Telegram.

J. Monitoring Real-Time

Monitoring real-time merupakan proses pemantauan suatu kondisi atau parameter tertentu secara langsung pada saat data dihasilkan tanpa adanya jeda waktu yang signifikan. Sistem monitoring real-time memungkinkan pengguna memperoleh informasi terbaru secara cepat sehingga dapat segera mengambil tindakan apabila terjadi perubahan kondisi yang tidak diinginkan. Sistem real-time merupakan sistem yang mampu memberikan respons terhadap suatu kejadian dalam batas waktu tertentu sehingga informasi yang dihasilkan tetap relevan dan dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode dalam penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan sistem Prototype (Prototyping). Penelitian ini diterapkan di SDN Kepuren 1 dari bulan Januari 2026 hingga Juni 2026. Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP32, Sensor DHT22, LCD I2C 16x2, Relay 1 Channel, Kipas Heatsink/DC, Breadboard, kabel jumper, adaptor daya, laptop, dan smartphone android. Adapun perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE, Telegram, Telegram Bot API, Sistem Operasi Windows 10/11, Microsoft Word, dan Fritzing (Opsional). Pada

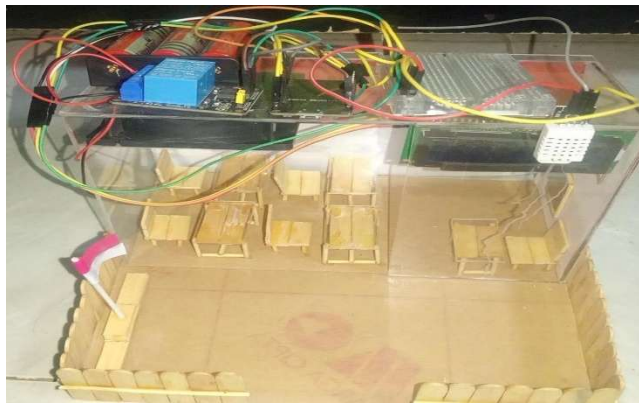
penelitian ini, teknik dalam memperoleh data yang dipakai meliputi observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas Black Box Testing, pengujian sensor DHT22, dan pengujian sistem secara keseluruhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Hasil Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras berhasil direalisasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem. Komponen lain yang digunakan terdiri atas sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, LCD I2C sebagai media penampil informasi, relay 1 channel sebagai pengendali aktuator, kipas heatsink sebagai pendingin ruangan, serta adaptor sebagai sumber daya.



Gambar 1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar di atas, seluruh komponen telah dirangkai sesuai dengan rancangan yang dibuat. Setiap komponen terhubung dengan baik sehingga mampu bekerja sebagai satu sistem yang saling terintegrasi.

Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program yang dibuat berfungsi untuk membaca data suhu dari sensor DHT22, menampilkan hasil pembacaan pada LCD I2C, mengirimkan notifikasi melalui Telegram Bot, serta mengendalikan relay dan kipas secara otomatis ketika suhu melebihi 32°C.

3	08.20	29,3	$T < 32^{\circ}\text{C}$	Normal	OFF	Mati	Tidak
4	08.30	32,1	$T \geq 32^{\circ}\text{C}$	Panas	ON	Menyala	Ya
5	08.40	32,8	$T \geq 32^{\circ}\text{C}$	Panas	ON	Menyala	Ya
6	08.50	29,7	$T < 32^{\circ}\text{C}$	Normal	OFF	Mati	Tidak
7	09.00	32,2	$T \geq 32^{\circ}\text{C}$	Panas	ON	Menyala	Ya
8	09.10	32,4	$T \geq 32^{\circ}\text{C}$	Panas	ON	Menyala	Ya
9	09.20	29,6	$T < 32^{\circ}\text{C}$	Normal	OFF	Mati	Tidak
10	09.30	28,9	$T < 32^{\circ}\text{C}$	Normal	OFF	Mati	Tidak

Berdasarkan Tabel di atas, sistem berhasil melakukan pembacaan suhu ruangan menggunakan sensor DHT22 sesuai dengan kondisi yang terjadi selama pengujian. Dari 10 kali pengujian, sistem mampu membedakan kondisi suhu di bawah 32°C dan suhu mencapai atau melebihi 32°C . Ketika suhu berada di bawah 32°C , relay tetap dalam kondisi OFF sehingga kipas tidak menyala dan notifikasi tidak dikirim. Sebaliknya, ketika suhu mencapai atau melebihi 32°C , relay aktif, kipas menyala secara otomatis, dan sistem mengirimkan notifikasi melalui Telegram Bot. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan telah bekerja sesuai dengan logika yang dirancang.

C. Hasil Pengujian

Pengujian Black Box

Tabel 2 Hasil Pengujian Black Box

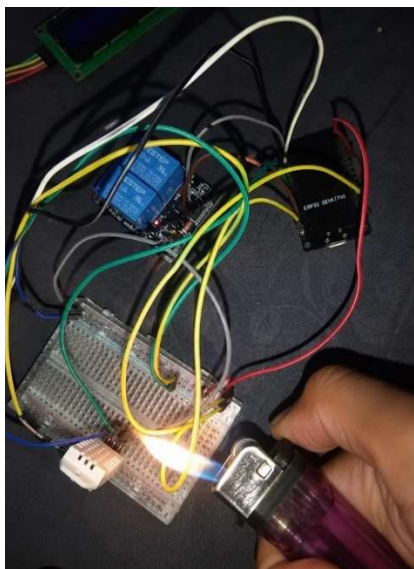
No	Komponen yang Diuji	Input/Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Sensor DHT22	Sensor membaca suhu ruangan	Nilai suhu berhasil terbaca oleh ESP32	Suhu berhasil terbaca dan diproses oleh ESP32	Berhasil
2	LCD I2C	Menampilkan hasil pembacaan sensor	Nilai suhu ditampilkan pada LCD	Data suhu tampil pada LCD dengan benar	Berhasil
3	Koneksi Wi-Fi	Menghubungkan ESP32 ke jaringan Wi-Fi	ESP32 berhasil terhubung ke Wi-Fi	ESP32 berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi	Berhasil
4	Telegram Bot	Mengirim notifikasi saat $\text{suhu} \geq 32^{\circ}\text{C}$	Pesan notifikasi diterima pengguna	Notifikasi berhasil diterima melalui Telegram	Berhasil
5	Relay	$\text{Suhu} \geq 32^{\circ}\text{C}$	Relay aktif (ON)	Relay aktif sesuai logika program	Berhasil
6	Kipas	Relay aktif	Kipas menyala secara otomatis	Kipas menyala saat relay aktif	Berhasil
7	Sistem	Sistem dijalankan	Seluruh	Sistem berjalan	Berhasil

	Keseluruhan	secara penuh	komponen bekerja secara terintegrasi	sesuai dengan fungsi yang dirancang	
--	-------------	--------------	--------------------------------------	-------------------------------------	--

Berdasarkan Tabel di atas, dari hasil pengujian dengan menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fungsi pada sistem telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor DHT22 mampu membaca suhu ruangan dengan baik dan mengirimkan data ke ESP32. Nilai suhu berhasil ditampilkan pada LCD I2C, sementara koneksi Wi-Fi memungkinkan sistem mengirimkan notifikasi melalui Telegram ketika suhu melebihi batas 30°C. Selain itu, relay dan kipas juga berfungsi secara otomatis sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Dengan demikian, sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan berbasis *Internet of Things* (IoT) telah memenuhi kebutuhan fungsional penelitian.

Pengujian Sensor DHT22

Pengujian dilakukan untuk memastikan sensor DHT22 mampu membaca suhu ruangan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat mengirimkan data suhu ke ESP32 secara stabil sehingga informasi suhu dapat ditampilkan pada LCD I2C dan digunakan sebagai dasar pengendalian sistem.



Gambar 4 Pengujian Sensor DHT22

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor DHT22

No	Suhu Terbaca (°C)	LCD	Relay	Kipas	Telegram
1	28,5	Tampil	OFF	Mati	Tidak
2	29,8	Tampil	OFF	Mati	Tidak
3	32,4	Tampil	ON	Menyala	Ya

4	32,1	Tampil	ON	Menyala	Ya
5	29,6	Tampil	OFF	Mati	Tidak

Pengujian Telegram Bot

Pengujian Telegram Bot dilakukan untuk memastikan sistem mampu mengirimkan informasi suhu kepada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi berhasil diterima ketika suhu melebihi 32°C.



Gambar 5 Pengujian Telegram Bot

Tabel 4 Hasil Pengujian Pengiriman Notifikasi Telegram

No	Suhu (°C)	Notifikasi Terkirim	Status
1	29,5	Tidak	Sesuai
2	32,1	Ya	Sesuai
3	32,8	Ya	Sesuai
4	28,8	Tidak	Sesuai
5	32,2	Ya	Sesuai

Pengujian Relay dan Kipas

Pengujian dilakukan untuk mengetahui respons relay dan kipas terhadap perubahan suhu yang dibaca oleh sensor DHT22. Berdasarkan hasil pengujian, relay aktif ketika suhu melebihi 32°C sehingga kipas menyala secara otomatis. Sebaliknya, ketika suhu berada pada atau di bawah 30°C, relay tidak aktif sehingga kipas tetap mati.



Gambar 6 Pengujian Relay dan Kipas

Tabel 5 Hasil Pengujian Relay dan Kipas

No	Suhu (°C)	Relay	Kipas	Keterangan
1	28,4	OFF	Mati	Suhu normal
2	29,7	OFF	Mati	Suhu normal
3	32,2	ON	Menyala	Suhu melebihi batas
4	32,8	ON	Menyala	Suhu melebihi batas
5	29,2	OFF	Mati	Suhu kembali normal

Kriteria Penentuan Kondisi Suhu

Penentuan kondisi suhu pada sistem dilakukan dengan membandingkan nilai suhu yang dibaca oleh sensor DHT22 dengan nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditetapkan, yaitu 32°C. Nilai ambang batas tersebut digunakan sebagai acuan bagi ESP32 dalam menentukan apakah sistem berada pada kondisi normal atau kondisi panas.

Rumus Penentuan Kondisi Suhu :

$T < 32^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{Kondisi Normal}$ $T \geq 32^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{Kondisi Panas}$

Keterangan:

T = Suhu hasil pembacaan sensor DHT22 (°C).

$T < 32^{\circ}\text{C}$ menunjukkan kondisi suhu masih normal sehingga relay tidak aktif, kipas tetap mati, dan sistem hanya menampilkan informasi suhu.

$T \geq 32^{\circ}\text{C}$ menunjukkan kondisi suhu panas sehingga ESP32 mengaktifkan relay untuk menyalakan kipas serta mengirimkan notifikasi "SUHU PANAS" melalui Telegram Bot.

Nilai ambang batas 32°C ditentukan sebagai batas aktivasi sistem berdasarkan rancangan penelitian untuk mengendalikan suhu ruangan secara otomatis. Pada implementasinya, logika tersebut diterapkan pada program ESP32 menggunakan struktur kondisi (*if-else*) sehingga sistem dapat mengambil keputusan secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor DHT22. Rumus tersebut merupakan representasi dari logika *if-*

else pada program, sedangkan nilai ambang 32°C ditetapkan sebagai batas aktivasi sistem berdasarkan rancangan penelitian dan didukung oleh kajian literatur mengenai kenyamanan suhu ruang.

Hasil Pengujian Hipotesis

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengujian terhadap hipotesis penelitian sebagai berikut.

H1: Sensor DHT22 mampu mendeteksi suhu ruangan kelas secara *real-time* dan mengirimkan data hasil pengukuran kepada mikrokontroler ESP32.

Hasil: H1 diterima. Berdasarkan hasil pengujian, sensor DHT22 mampu membaca suhu ruangan dan data hasil pembacaan dapat diproses oleh ESP32.

H2: Mikrokontroler ESP32 mampu mengolah data suhu yang diperoleh dari sensor DHT22 serta mengirimkan informasi atau notifikasi suhu secara *real-time* melalui Telegram Bot API.

Hasil: H2 diterima. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 dapat memproses data suhu dan sistem berhasil mengirimkan notifikasi melalui Telegram ketika suhu mencapai batas yang telah ditentukan.

H3: Sistem mampu mengaktifkan relay dan kipas DC secara otomatis ketika suhu ruangan mencapai atau melebihi batas suhu 32°C.

Hasil: H3 diterima. Berdasarkan hasil pengujian, relay dan kipas aktif ketika suhu mencapai atau melebihi 32°C, sedangkan pada suhu di bawah 32°C relay dan kipas dalam kondisi mati.

H4: Sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan Telegram Bot API mampu meningkatkan efektivitas pemantauan suhu ruangan dibandingkan dengan pemantauan secara manual.

Hasil: H4 diterima. Berdasarkan hasil perbandingan, sistem IoT memberikan kemudahan dalam pemantauan suhu karena data dapat diperoleh secara otomatis dan *real-time*, serta pengguna dapat menerima informasi tanpa melakukan pemeriksaan secara langsung.

H5: Notifikasi *real-time* melalui Telegram Bot API mampu memberikan informasi kondisi suhu ruangan kepada pengguna sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui peningkatan suhu ruangan.

Hasil: H5 diterima. Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil mengirimkan

notifikasi melalui Telegram ketika suhu mencapai atau melebihi batas yang telah ditentukan.

D. Analisis Efektivitas Sistem

Sistem yang dikembangkan dibandingkan dengan metode pemantauan suhu yang sebelumnya diterapkan di SDN Kepuren 1. Berdasarkan hasil observasi, pemantauan suhu sebelumnya masih dilakukan secara manual menggunakan termometer sehingga guru harus melakukan pengecekan secara langsung dan tidak memperoleh informasi suhu secara real-time. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan suhu tidak dapat diketahui dengan cepat serta tidak tersedia sistem yang mampu memberikan peringatan secara otomatis ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan. Setelah sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) diterapkan, proses pemantauan suhu menjadi lebih efektif karena pembacaan suhu dilakukan secara otomatis dan terus-menerus oleh sensor DHT22. Data suhu ditampilkan pada LCD I2C dan dikirimkan ke Telegram secara real-time. Selain itu, relay secara otomatis mengaktifkan kipas ketika suhu mencapai atau melebihi 32°C sehingga tidak memerlukan intervensi pengguna untuk mengendalikan pendinginan ruangan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan memberikan peningkatan efektivitas dibandingkan metode manual, terutama pada aspek kecepatan memperoleh informasi, kemudahan pemantauan jarak jauh, serta respon otomatis terhadap perubahan suhu.

Tabel 6 Tabel Perbandingan

Aspek	Sebelum (Manual)	Sesudah (Sistem IoT)
Pengukuran suhu	Menggunakan termometer	Sensor DHT22 otomatis
Monitoring	Harus datang ke Lokasi	Real-time
Notifikasi	Tidak ada	Telegram otomatis
Pengendalian kipas	Manual	Otomatis menggunakan relay
Monitoring jarak jauh	Tidak bisa	Bisa
Kecepatan mengetahui perubahan suhu	Lambat	Cepat

E. Pemeliharaan

Pemeliharaan sistem dilakukan untuk menjaga agar perangkat keras dan perangkat lunak tetap bekerja secara optimal setelah sistem diimplementasikan. Kegiatan pemeliharaan dilakukan secara berkala dengan memeriksa kondisi seluruh komponen, sehingga potensi kerusakan dapat diketahui lebih awal dan kinerja sistem tetap stabil.

Pemeliharaan perangkat keras diawali dengan memeriksa kondisi kabel, konektor,

serta terminal catu daya untuk memastikan tidak terdapat kabel yang longgar maupun putus. Selanjutnya sensor DHT22 dibersihkan dari debu atau kotoran yang dapat memengaruhi akurasi pembacaan suhu dan kelembapan. Pemeriksaan juga dilakukan pada relay dan kipas pendingin untuk memastikan relay masih dapat bekerja dengan baik serta kipas dapat berputar secara normal ketika menerima perintah dari ESP32. Selain itu, adaptor sebagai sumber tegangan diperiksa agar mampu menyuplai daya secara stabil ke seluruh rangkaian.

Pada sisi perangkat lunak, pemeliharaan dilakukan dengan memastikan ESP32 tetap terhubung ke jaringan Wi-Fi sehingga proses pengiriman data ke Telegram Bot dapat berlangsung tanpa gangguan. Pengujian pengiriman notifikasi dilakukan secara berkala untuk memastikan bot masih aktif dan mampu menerima maupun mengirim pesan. Apabila ditemukan kesalahan program atau diperlukan penambahan fitur, maka dilakukan pembaruan (update) kode program melalui Arduino IDE, kemudian program diunggah kembali ke ESP32 dan dilakukan pengujian ulang untuk memastikan sistem kembali berfungsi dengan baik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan berbasis *Internet of Things* (IoT) di SDN Kepuren 1, maka dapat disimpulkan bahwa Sistem monitoring dan pengendalian suhu ruangan berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor DHT22 berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Sistem mampu memantau suhu ruangan secara *real-time*, menampilkan hasil pengukuran, mengirimkan notifikasi melalui Telegram, serta mengaktifkan kipas secara otomatis ketika suhu mencapai 32°C. Sistem yang dikembangkan mempermudah proses pemantauan suhu dibandingkan cara manual karena bekerja secara otomatis dan memberikan informasi suhu secara cepat kepada pengguna.

DAFTAR REFERENSI

- Choudhary, A. (2024). Internet of Things: a comprehensive overview, architectures, applications, simulation tools, challenges and future directions. *Discover Internet of Things*, 4(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43926-024-00084-3>
- Farma, T., Palupi, D., & Aureldo, M. (2025). Perancangan alat deteksi suhu dan kelembapan gudang penyimpanan pupuk menggunakan DHT22 berbasis IoT. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 14(1), 24–35.

<https://doi.org/https://doi.org/10.31571/saintek.v14i1.8941>

- Pratikno, H., Susanto, P., & Kusumawati, W. I. (2026). *Pelatihan IoT Berbasis ESP32 untuk Mendukung P5 Siswa Kelas 8 SMPN 2 Taman Sidoarjo*. 2(3), 1198–1205.
- Putri, I., Nurfajriyani, I., & Fadilatussaniatun, Q. (2020). Pengaruh Suhu Ruangan Kelas Terhadap Konsentrasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Biologi Semester Vii (B). *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 11–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.31949/be.v5i1.1744>
- Rozi, A. Y. F., Wiranto, F. N., & Putri, R. L. E. (2025). Sistem Monitoring Suhu Pada Smarthome Berbasis Esp32 Melalui Telegram. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 5(1), 1859–1967. <https://doi.org/https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v5i1.620>
- Wagey, I. H., Tegar, A., Arbie, E., & Santa, K. (2025). Sistem Pemantauan Suhu dan Aktivasi Cooler Otomatis Berbasis Internet of Things pada Ruangan Kelas. *FIMERKOM: Journal of Information Systems and Technology*, 2(2), 83–89.
- Wulandari, T. M., Azizah, N., & Jaya, F. (2026). *Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Berlebih Di Ruangan Laboratorium Komputer Berbasis IoT Menggunakan ESP32*. 11(1), 1977–1987.