



Rancang Bangun Sistem *Real-Time Monitoring* Suhu dan Kelembaban Menggunakan ESP32

Supriyanto¹, Nuris Dwi Setiawan²

^{1,2}Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Semarang, Indonesia

Email author: karya.kg@gmail.com¹, setyawan_dw@stekom.ac.id²

Article Info

Article history:

Received Januari 3, 2025

Revised Februari 17, 2025

Accepted July 30, 2025

Keywords:

ESP32

DHT22

Real-Time Monitoring

Internet of Things

ABSTRACT

Real-time monitoring of temperature and humidity is an essential requirement in various fields such as healthcare, agriculture, industry, and environmental management to maintain room stability and prevent damage to electronic equipment. This study aims to design and develop a temperature and humidity monitoring system based on the ESP32 microcontroller with a DHT22 sensor. The system is designed to display data directly through an OLED screen and the Blynk application, enabling remote real-time monitoring. The research employs an experimental method with testing conducted in two scenarios: a closed room and an open area, with a relative humidity (RH) control point set at 65%. The test results indicate that the system effectively operates in a closed environment, where humidity increased from 54.5% to 65% RH within 10 minutes and was then maintained steadily through an automatic control mechanism. However, in an open area, the system did not show a significant increase in humidity due to free air circulation, which accelerates water vapor dispersion. Therefore, it can be concluded that the ESP32-based monitoring system is effective for use in controlled indoor environments and has the potential to be further developed for smart home applications and industrial systems based on the Internet of Things (IoT).

Corresponding Author:

Supriyanto,
Universitas Sains dan Teknologi Komputer
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Email: join@stekom.ac.id



1. INTRODUCTION

Suhu dan kelembaban merupakan dua parameter lingkungan yang sangat penting untuk dikendalikan, terutama dalam ruang tertutup yang digunakan untuk kegiatan sehari-hari maupun untuk menyimpan perangkat elektronik, bahan pangan, serta produk sensitif lainnya. Ketidakstabilan suhu dan kelembaban dapat menimbulkan dampak negatif, seperti penurunan kenyamanan, gangguan kesehatan, hingga kerusakan pada peralatan elektronik dan bahan yang disimpan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang mampu bekerja secara real-time dengan akurasi yang baik.

Seiring perkembangan teknologi, konsep *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif dalam sistem monitoring lingkungan. Salah satu perangkat yang banyak digunakan adalah ESP32, yaitu mikrokontroler dengan fitur konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang memungkinkan integrasi dengan aplikasi berbasis internet. Dengan dukungan sensor DHT22 yang memiliki akurasi tinggi dalam mengukur suhu dan kelembaban, sistem monitoring dapat dirancang agar mampu memberikan informasi secara cepat dan akurat.

Sistem monitoring tradisional umumnya hanya menampilkan data secara lokal, sehingga keterbatasan dalam akses data menjadi kendala. Dengan memanfaatkan platform IoT seperti aplikasi Blynk, data dapat diakses secara real-time melalui perangkat seluler, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh. Hal ini sangat relevan untuk mendukung konsep *smart home* maupun pengelolaan lingkungan pada skala industri, pertanian, dan kesehatan.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengendalian lingkungan. Namun, tantangan utama terletak pada efektivitas sistem ketika digunakan pada kondisi berbeda, misalnya ruang terbuka dengan sirkulasi udara bebas dibandingkan dengan ruang tertutup yang lebih terkontrol. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem real-time monitoring suhu dan kelembaban berbasis ESP32 dan sensor DHT22 dengan visualisasi data melalui OLED dan aplikasi Blynk, serta pengujian efektivitasnya pada kondisi lingkungan yang berbeda.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring berbasis IoT yang praktis, efisien, dan dapat diterapkan secara luas, khususnya dalam mendukung optimalisasi kenyamanan ruangan, perlindungan perangkat elektronik, dan pemanfaatan energi secara lebih efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat fisik ke internet agar dapat saling bertukar data dan informasi secara real-time. Menurut Gubbi et al. (2013), IoT memungkinkan integrasi perangkat sensor, aktuator, serta jaringan komunikasi sehingga menghasilkan sistem cerdas yang dapat diakses dari jarak jauh. Pemanfaatan IoT dalam bidang monitoring lingkungan memungkinkan pengguna memperoleh data suhu dan kelembaban secara akurat serta melakukan tindakan korektif secara cepat.

2.2. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler berbasis *System on Chip* (SoC) yang dilengkapi modul Wi-Fi dan Bluetooth. Dibandingkan dengan pendahulunya (ESP8266), ESP32 memiliki prosesor ganda (*dual-core*), kapasitas memori lebih besar, serta mendukung berbagai protokol komunikasi. Keunggulan ESP32 dalam mendukung komunikasi nirkabel menjadikannya pilihan utama untuk aplikasi monitoring berbasis IoT (Espressif, 2020). Dengan kemampuan konektivitas yang stabil, ESP32 memungkinkan pengiriman data sensor ke platform aplikasi seperti Blynk secara real-time.

2.3. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara dengan akurasi tinggi. Menurut datasheet, DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu antara -40°C hingga +80°C dengan akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$, serta rentang kelembaban 0–100% RH dengan akurasi $\pm 2\text{--}5\%$. Kelebihan utama sensor ini adalah kemampuannya memberikan data digital yang mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi monitoring lingkungan.

2.4. Monitoring Suhu dan Kelembaban

Monitoring suhu dan kelembaban sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, seperti pertanian, kesehatan, penyimpanan pangan, hingga pengelolaan ruang server. Menurut Nurhayati (2019), kestabilan suhu dan kelembaban dapat memengaruhi kenyamanan manusia sekaligus

memperpanjang usia pakai peralatan elektronik. Oleh karena itu, sistem pemantauan berbasis IoT dengan dukungan sensor yang akurat dibutuhkan agar data lingkungan dapat dipantau secara real-time dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

2.5. Aplikasi Blynk sebagai Platform IoT

Blynk adalah platform IoT berbasis *cloud* yang memungkinkan komunikasi antara mikrokontroler (seperti ESP32) dengan perangkat pengguna melalui aplikasi seluler. Blynk menyediakan antarmuka yang interaktif untuk menampilkan data sensor dalam bentuk grafik maupun *dashboard*. Dengan demikian, sistem monitoring suhu dan kelembaban dapat diakses secara real-time dari jarak jauh, sehingga pengguna dapat memantau kondisi ruangan kapan saja dan di mana saja.

3. MOTODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan rekayasa sistem (*engineering approach*). Tujuan utamanya adalah merancang, mengimplementasikan, serta menguji kinerja sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis mikrokontroler ESP32 secara *real-time*.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali dan penghubung ke jaringan internet.
- b. Sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban.
- c. OLED Display 0.96 inch untuk menampilkan data secara lokal.
- d. Aplikasi Blynk sebagai media monitoring berbasis Internet of Things (IoT).
- e. Laptop/PC untuk pemrograman menggunakan Arduino IDE.
- f. Breadboard, kabel jumper, adaptor daya, dan komponen pendukung lainnya.

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut:

3.3.1. Perancangan Sistem

- a. Menentukan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak.
- b. Membuat desain blok diagram sistem yang menggambarkan alur kerja sensor-ESP32-OLED-Blynk.

3.3.2. Perancangan Perangkat Keras

- a. Menghubungkan sensor DHT22 dengan ESP32 melalui pin data.
- b. Menyambungkan OLED Display menggunakan komunikasi I2C.
- c. Menyediakan sumber daya listrik untuk sistem.

3.3.3. Perancangan Perangkat Lunak

- a. Pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE.
- b. Implementasi library DHT dan OLED.
- c. Integrasi ESP32 dengan aplikasi Blynk menggunakan koneksi WiFi.

3.3.4. Pengujian Sistem

- a. Melakukan uji fungsional (*Black Box Test*) untuk memastikan semua komponen berjalan sesuai rancangan.
- b. Melakukan uji kinerja dengan menempatkan sistem di dua kondisi lingkungan:
 - 1) Ruang tertutup (kontrol kelembaban lebih stabil).
 - 2) Ruang terbuka (sirkulasi udara bebas).

3.4. Pengumpulan dan Analisis Data

- Data suhu dan kelembaban dicatat dari OLED dan aplikasi Blynk.
- Membandingkan hasil pembacaan dengan alat ukur standar (hygrometer/thermometer) untuk menguji akurasi sensor.
- Menganalisis kemampuan sistem dalam menjaga kestabilan kelembaban pada setpoint yang ditentukan.

3.5.4. Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif, dengan cara:

- Menghitung rata-rata (mean), simpangan baku, dan error antara data sensor dengan alat ukur standar.
- Membuat grafik perbandingan suhu dan kelembaban dalam waktu tertentu.
- Menarik kesimpulan mengenai efektivitas sistem pada kondisi ruang tertutup dan ruang terbuka.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan disajikan hasil dari implementasi dan pengujian sistem monitoring dan kontrol kelembaban dan suhu yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Pembahasan juga akan mencakup analisis terhadap data yang diperoleh untuk memverifikasi fungsionalitas sistem.

4.1. Skenario Pengujian

Sistem monitoring suhu dan kelembaban ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, OLED display sebagai penampil data lokal, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring jarak jauh. Arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 1, di mana sensor DHT22 mengirimkan data ke ESP32 untuk diproses, kemudian hasilnya ditampilkan pada OLED dan dikirim ke cloud melalui koneksi Wi-Fi.4.2. Hasil Pengujian.

4.2. Hasil Pengujian Sensor DHT22

Pengujian dilakukan untuk memastikan akurasi sensor DHT22 dengan membandingkan hasil pembacaan terhadap alat ukur standar (hygrometer dan termometer digital). Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor DHT22

No	Parameter	Alat Standar	DHT22	Selisih	Persentase Error
1	Suhu (°C)	27.5	27.2	0.3	1.09%
2	Suhu (°C)	30.1	29.8	0.3	1.00%
3	Kelembaban (%)	68	66.9	1.1	1.61%
4	Kelembaban (%)	72	70.5	1.5	2.08%

Hasil menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi yang baik, dengan rata-rata kesalahan pengukuran di bawah 2%. Hal ini sesuai dengan spesifikasi pabrikan yang menyebutkan error $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan $\pm 2-5\%$ untuk kelembaban. Tabel 1 menyajikan hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang diperoleh dari sensor DHT22 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Data tersebut ditampilkan secara real-time melalui dua media, yaitu layar OLED lokal dan aplikasi Blynk. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan alat ukur standar (thermo-hygrometer) untuk menilai akurasi sensor yang digunakan.

Dari hasil pengujian, diperoleh bahwa data suhu yang terukur oleh sistem memiliki rata-rata perbedaan sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan alat ukur standar. Sementara itu, kelembaban relatif

menunjukkan deviasi rata-rata sekitar $\pm 2\%$ RH. Nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi akurasi sensor DHT22, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem mampu menghasilkan data yang cukup reliabel. Lebih lanjut, tabel ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara konsisten pada berbagai kondisi lingkungan. Pada ruang tertutup, suhu dan kelembaban relatif stabil dengan fluktuasi rendah, sedangkan pada ruang terbuka terjadi fluktuasi yang lebih tinggi karena adanya sirkulasi udara bebas. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas sistem lebih optimal ketika digunakan pada kondisi ruangan yang terkontrol.

Secara keseluruhan, Tabel 1 memperlihatkan bahwa integrasi antara sensor DHT22, ESP32, OLED, dan aplikasi Blynk dapat menghasilkan sistem monitoring suhu dan kelembaban real-time yang akurat, stabil, dan aplikatif untuk kebutuhan pemantauan lingkungan dalam ruangan.

4.3. Monitoring Suhu dan Kelembaban

Sistem diuji selama 60 menit pada kondisi ruangan tertutup. Data dicatat setiap 5 menit dan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Monitoring Suhu dan Kelembaban dalam Ruangan.

Waktu (menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban (%)
0	28.0	65.2
5	28.1	65.5
10	28.2	65.4
15	28.1	65.3
30	28.0	65.6
45	28.2	65.5
60	28.1	65.4

Tabel 2 menyajikan hasil pengujian kestabilan sistem monitoring suhu dan kelembaban pada dua kondisi lingkungan yang berbeda, yaitu ruangan tertutup dan area terbuka. Data yang ditampilkan berupa rata-rata suhu, rata-rata kelembaban, serta tingkat fluktuasi (deviasi standar) pada masing-masing kondisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada ruangan tertutup, kelembaban relatif berhasil dipertahankan mendekati setpoint 65% RH dengan fluktuasi yang rendah, yaitu hanya $\pm 1,5\%$. Suhu ruangan juga relatif stabil dengan rata-rata perbedaan tidak lebih dari $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja efektif dalam kondisi lingkungan yang terkontrol, di mana sirkulasi udara terbatas sehingga kinerja sensor dan pengendali lebih optimal.

Sebaliknya, pada area terbuka, hasil pengukuran memperlihatkan fluktuasi kelembaban yang jauh lebih tinggi. Rata-rata kelembaban hanya mencapai 56% RH meskipun humidifier diaktifkan secara terus-menerus. Hal ini disebabkan oleh adanya sirkulasi udara bebas yang menyebabkan uap air cepat terdispersi ke lingkungan, sehingga sistem sulit mempertahankan kelembaban sesuai setpoint. Suhu pada area terbuka juga lebih dinamis dengan perubahan lebih tajam dibandingkan ruangan tertutup. Secara umum, data dalam Tabel 2 mengonfirmasi bahwa efektivitas sistem monitoring berbasis ESP32 dan sensor DHT22 sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Sistem terbukti optimal untuk penggunaan di dalam ruangan, sedangkan pada area terbuka kinerjanya terbatas karena faktor eksternal yang sulit dikendalikan.

4.4. Hasil dan Analisis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem real-time monitoring suhu dan kelembaban berbasis ESP32 yang dikembangkan dengan sensor DHT22, OLED display, dan integrasi aplikasi Blynk mampu bekerja dengan baik sesuai perancangan. Analisis hasil pengujian dilakukan pada dua kondisi lingkungan, yaitu ruangan tertutup dan area terbuka, dengan setpoint kelembaban relatif (RH) 65%.

4.4.1. Analisis pada Ruangan Tertutup

- Sistem mampu menaikkan kelembaban dari 54,5% RH menjadi 65% RH hanya dalam waktu 10 menit.

- b. Kelembaban berhasil dipertahankan stabil pada kisaran $\pm 1,5\%$ dari setpoint melalui siklus kerja *otomatis on-off humidifier*.
- c. Suhu ruangan relatif stabil dengan rata-rata deviasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$, menunjukkan bahwa sensor dan sistem kontrol bekerja akurat.
- d. Data yang ditampilkan pada OLED display dan aplikasi Blynk sesuai dengan hasil pengukuran manual, membuktikan bahwa sistem reliabel untuk pemantauan real-time.

4.4.2. Analisis pada Area Terbuka

- a. Sistem tidak mampu mencapai setpoint kelembaban, dengan rata-rata hanya mencapai 56% RH, meskipun humidifier bekerja terus-menerus.
- b. Kelembaban cenderung berfluktuasi akibat adanya sirkulasi udara bebas yang mempercepat penguapan air.
- c. Suhu juga lebih tidak stabil dibandingkan ruangan tertutup, dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti angin dan intensitas cahaya matahari.

4.4.3. Evaluasi Efektivitas Sistem

- a. Sistem terbukti sangat efektif digunakan pada lingkungan tertutup yang membutuhkan kestabilan suhu dan kelembaban, seperti ruang laboratorium, ruang server, maupun penyimpanan arsip.
- b. Pada area terbuka, efektivitas sistem menurun secara signifikan. Oleh karena itu, dibutuhkan modifikasi seperti penggunaan sensor yang lebih sensitif, penambahan penutup ruangan (enclosure), atau peningkatan kapasitas humidifier.

4.4.4. Implikasi Penelitian

- a. Sistem monitoring berbasis ESP32 dan DHT22 ini layak dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi pengendalian lingkungan indoor.
- b. Dengan biaya rendah dan berbasis open source, sistem ini berpotensi diterapkan secara luas pada berbagai aplikasi yang membutuhkan pengendalian suhu dan kelembaban secara real-time.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem real-time monitoring suhu dan kelembaban berbasis ESP32 dengan sensor DHT22, OLED display, serta integrasi aplikasi Blynk berhasil bekerja sesuai tujuan penelitian. Sistem mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban secara akurat, real-time, dan mudah diakses, baik melalui tampilan lokal maupun perangkat bergerak.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada ruangan tertutup, sistem mampu meningkatkan dan menjaga kelembaban pada setpoint 65% RH dengan respon cepat dan stabil. Sebaliknya, pada area terbuka, sistem mengalami keterbatasan dalam mempertahankan kelembaban akibat sirkulasi udara bebas sehingga kinerjanya kurang optimal. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas sistem sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang terkontrol.

Dengan demikian, sistem ini dapat diterapkan secara efektif pada berbagai aplikasi indoor yang membutuhkan pengendalian suhu dan kelembaban, seperti laboratorium, ruang server, ruang penyimpanan arsip, serta ruang penyimpanan bahan pangan. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut, antara lain dengan integrasi sensor yang lebih presisi, penggunaan aktuator yang lebih kuat, serta penerapan kecerdasan buatan (artificial intelligence) untuk pengendalian adaptif.

REFERENCES

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347-2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Arifin, M., & Kurniawan, H. (2020). Implementasi ESP32 pada sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 6(2), 87-95.
- Blynk. (2023). IoT platform for connected products. Retrieved from <https://blynk.io>
- Damayanti, N., & Pratama, R. (2021). Sistem monitoring suhu dan kelembaban ruang penyimpanan berbasis ESP32. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 10(1), 45-52.
- DHT22 Datasheet. (2018). Aosong Electronics Co., Ltd. Retrieved from <https://www.aosong.com>
- Hasan, M., Islam, M., Zarif, M. I. I., & Hashem, M. M. A. (2019). Attack and anomaly detection in IoT sensors in IoT sites using machine learning approaches. *Internet of Things*, 7, 100059. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100059>
- Kadir, A. (2021). *Panduan praktis Internet of Things berbasis ESP32 dan Arduino IDE*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Kurniawan, M. I. (2019). Rancang bangun sistem kendali suhu dan kelembaban berbasis IoT menggunakan ESP8266. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 5(2), 102-110.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.008>
- Nugroho, A., & Prasetyo, H. (2020). Perancangan sistem monitoring kelembaban tanah berbasis IoT menggunakan ESP32. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 8(2), 167-176.
- Rahman, A., & Sutanto, H. (2021). Sistem monitoring suhu ruangan berbasis IoT dengan ESP32 dan Blynk. *Jurnal Sistem Komputer*, 11(1), 59-66.
- Sharma, V., & Sharma, P. (2020). IoT-based smart home system using Blynk framework. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(4), 411-415.
- Supriyanto, D., & Yuliana, S. (2022). Rancang bangun sistem pemantauan suhu dan kelembaban real-time berbasis ESP32. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*, 3(1), 23-30.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. (2019). *Computer networks* (6th ed.). Pearson Education.
- Yuliana, E., & Pradana, M. (2022). Implementasi Internet of Things pada sistem kontrol suhu ruangan dengan ESP32. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, 12(3), 145-152.