Journal Purifikasi
DOI: https://doi.org/10.12962/purifikasi.v24i2.470

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

Check for updates

PROTOTIPE SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK PENGENDALIAN LINGKUNGAN MIKRO BERBASIS IoT PADA RUANG KOLEKSI BERISIKO DI FASILITAS PUBLIK

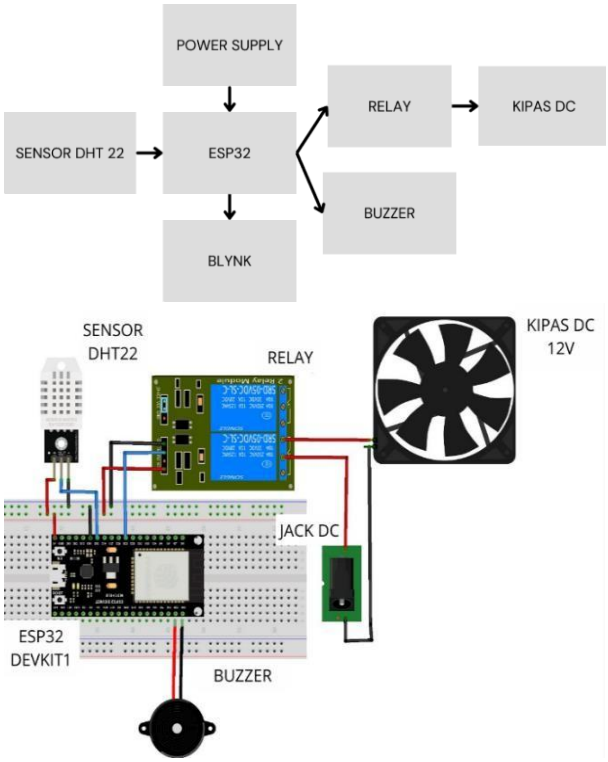
Septia Mi'rajtania[1*)], Haris Yuana[1)], Wahyu Dwi Puspitasari[1]

[1)]Prodi Sistem Komputer, Universitas Islam Balitar, Jl. Majapahit 2A, Blitar, 66137

Article history
Received
12 Mei 2025
Received in revised form
01 July 2025
Accepted
11 July 2025
Published online
11 December 2025

*Corresponding author
septiamtania18@gmail.com

Graphical abstract



ABSTRACT

Pengelolaan kualitas lingkungan dalam ruang tertutup merupakan aspek penting dalam upaya mitigasi dampak lingkungan mikro terhadap material organik dan anorganik. Ruang penyimpanan koleksi, seperti ruang Etnografi di Museum Penataran, rentan terhadap kerusakan akibat fluktuasi suhu dan kelembaban udara. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22. Sistem ini dikembangkan melalui pendekatan Research and Development (R&D), yang meliputi tahapan perancangan, perakitan, dan pengujian performa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu memberikan data lingkungan secara real-time dengan akurasi yang baik dan respons adaptif terhadap perubahan parameter lingkungan. Alat ini berpotensi mendukung strategi pengelolaan lingkungan mikro pada ruang tertutup, serta sebagai bagian dari sistem pengendalian kualitas udara dalam bangunan (Indoor Environmental Quality/IEQ) yang berkelanjutan.

Keywords: Blynk, DHT22, ESP32, Monitoring, Internet of Things (IoT).

Copyright ©2026 Institut Teknologi Sepuluh Nopember, All rights reserved

Corresponding Author: Septia Mi'rajtania
septiamtania18@gmail.com
Prodi Sistem Komputer, Universitas Islam Balitar, Jl. Majapahit 2A, Blitar, 66137

1. PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas lingkungan dalam ruang tertutup merupakan aspek penting dalam teknik lingkungan, terutama untuk mencegah degradasi material akibat fluktuasi parameter mikroklimat seperti suhu dan kelembaban udara. Ruang penyimpanan koleksi, arsip, atau ruang pameran publik seperti ruang Etnografi di Museum Penataran di Blitar merupakan contoh ruang dengan kebutuhan kontrol lingkungan yang tinggi. Koleksi berbahan organik dan anorganik seperti kayu, kain, logam, dan kulit sangat rentan terhadap kerusakan akibat ketidakseimbangan suhu dan kelembaban, yang dapat memicu korosi, pelapukan, pertumbuhan mikroorganisme, atau hilangnya integritas struktural bahan. Menurut Murdock (2023), rentang suhu ideal untuk pelestarian koleksi berada pada 15–25°C dan kelembaban relatif antara 45–55% RH. Ketidakterkendalinya parameter ini dapat mempercepat degradasi fisik maupun kimiawi, sehingga pemantauan dan pengendalian lingkungan mikro menjadi salah satu komponen utama dalam sistem Indoor Environmental Quality (IEQ) yang berkelanjutan.

Pengelolaan lingkungan mikro secara konvensional masih banyak dilakukan secara manual dan periodik, sehingga tidak mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi. Seiring perkembangan teknologi, pendekatan otomatis dan berbasis sensor menjadi solusi unggulan. Salah satu teknologi yang mendukung sistem ini adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan lingkungan secara real-time melalui sensor yang terhubung ke jaringan internet. IoT mampu mengidentifikasi, mencatat, dan mengirim data suhu dan kelembaban secara terus-menerus serta mengaktifkan sistem respons otomatis ketika terjadi deviasi dari batas aman (Junaidi, 2015). Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22, dengan platform Blynk sebagai antarmuka monitoring berbasis aplikasi pada perangkat mobile. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth serta sering digunakan dalam sistem otomasi berbasis IoT (Imran & Rasul, 2020). Blynk memudahkan integrasi data lingkungan ke dalam perangkat pengguna secara real-time dan fleksibel (Rostini & Junfithrana, 2020). Penerapan sistem ini merupakan upaya integratif dalam teknik lingkungan untuk mengelola kualitas udara dan parameter mikroklimat pada ruang berisiko, tidak hanya dalam konteks pelestarian koleksi, tetapi juga sebagai langkah adaptasi terhadap perubahan iklim mikro, efisiensi energi, dan implementasi teknologi berkelanjutan dalam manajemen bangunan publik.

2. METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang lebih dikenal dengan menghasilkan atau mengembangkan alat maupun produk yang sudah ada. Pengembangan penelitian ini adalah menambahkan kemampuan kendali jarak jauh menggunakan *smartphone*. Penambahan fitur ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengoperasian alat, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan perangkat kapan saja dan di mana saja. Penggunaan *smartphone* dipilih karena perangkat ini telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, memiliki antarmuka yang *user-friendly*, serta didukung oleh konektivitas internet yang memungkinkan integrasi langsung dengan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengembangan ini memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengoprasian alat, komponen-komponen yang digunakan pada penelitian ini sebagai beriKut:

This journal is © Mi'rajtania et al., 2025

A. Mikrokontroller ESP32

ESP32 merupakan sebuah chip tunggal yang sudah dilengkapi dengan modul Wi-fi dan modul Bluetooth. Chip ini dirancang oleh *Espressif Systems* didukungan dari perusahaan semikonduktor TSMC yang mefanfaatkan teknologi daya ultra-daya rendah dengan performa radio frequency (RF) yang tinggi, untuk mendemostrasikan daya tahan, kekokohan dan kemampuan beradaptasi dengan berbagaai jenis aplikasi. Beberapa fitur utama yang ditawarkan oleh ESP32 termasuk solusi untuk perangkat berdaya sangat rendah atau hemat energi, dan ESP32 juga dapat digunakan sebagai solusi untuk perangkat IoT karena mudah diintegrasikan dengan modul eksternal lainnya (Raihan et al., 2022).

B. Sensor DHT22

DHT22 adalah sensor suhu dan kelembaban digital majemuk yang menghasilkan sinyal digital sudah dikalibrasi. Berkat teknologi yang terus berkembang, sensor DHT22 hadir dengan keunggulan yang sangat baik dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Sensor DHT22 mengukur suhu dengan elemen NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dengan mikrokontroler 8 bit berkinerja tinggi sehingga kualitasnya sangat baik, waktu respons yang cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat, dan harga yang cukup terjangkau (Saputra et al., 2020).

C. *Buzzer*

Buzzer adalah perangkat elektronik yang mampu mengonversikan sinyal listrik menjadi suara. Umumnya *buzzer* digunakan pada sistem peringatan, juga berfungsi sebagai sinyal suara. *Buzzer* termasuk dalam komponen elektronik transduser, *buzzer* mempunyai 2 buah kaki yaitu positif dan negatif. Untuk penggunaan yang sederhana kita dapat mengalirkan tegangan positif dan negatif 3-12V. Prinsip kerja *buzzer* adalah ketika arus listrik mengalir ke rangkaian yang memanfaatkan piezoeletric. *Buzze*r berjenis piezo dapat beroprasi dengan baik dan menghasilkan frekuensi di kisaran 1-6 kHz hingga 100 kHz (Pratama Zanofa & Fahrizal, 2021).

D. Kipas DC

Kipas DC merupakan perangkat elektromagnetik yang mengkonversikan energi listrik menjadi energi mekanik dan memerlukan arus listrik searah (arus DC) (Syaputra, 2024). Secara umum kipas dimanfaatkan untuk menghasilkan aliran udara dengan tujuan utama untuk menurunkan suhu, ventilasi serta penyegar udara. Kipas ini berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang ditetapkan (Herliana et al., 2024).

E. Relay

Relay merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai saklar yang dioperasikan oleh arus listrik. Di dalam relay terdapat kumparan dengan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti magnet. Sebuah armature yang terbuat dari besi akan bergerak mendekati inti ketika arus mengalir melalui kumparan, armature ini dipasang pada sebuah tuas yang dilengkapi pegas. Ketika armature bergerak mendekati inti, posisi kontak jalur bersama akan beralih dari keadaan normal-tertutup menjadi normal-terbuka (Zarkasyi Muhammad, 2023). Relay memiliki peran sebagai, mengatur pengaktifan atau penonaktifan beban dengan sumber tegangan yang berbeda dan digunakan untuk memutus arus dalam situasi tertentu.

F. Power Supply

Catu daya atau *power supply* merupakan salah satu perangkat keras dalam komputer yang berfungsi untuk menyediakan energi. Catu daya memerlukan sumber listrik untuk menjalankan perangkat elektronik. Cara kerjanya cukup mudah, yaitu dengan mengkonversi daya menjadi bentuk arus yang sesuai dengan kebutuhan komponen tersebut (Aulia et al., 2021).

G. BreadBoard

BreadBoard, yang sering disebut sebagai project board, merupakan fondasi bagi pembangunan sirkuit elektronik, khususnya dalam tahap prototipe dari rangkaian elektronik yang belum disolder dan bisa dimodifikasi skemanya. Terdapat berbagai tipe BreadBoard yang ditentukan oleh jumlah lubang yang ada di papan, dan untuk menggunakannya, penting untuk memahami terlebih dahulu hubungan antara satu lubang dengan yang lainnya (Yusup et al., 2020)

H. Step Down LM2596 DC

Modul step-down LM2596 menggunakan IC LM2596 sebagai komponen utama yang berfungsi sebagai konverter tegangan DC step-down, dengan kapasitas arus maksimum hingga 2A. IC ini tersedia dalam dua varian, yaitu versi adjustable dengan tegangan keluaran yang dapat disesuaikan, serta versi fixed dengan tegangan keluaran tetap (Pratama et al., 2022).

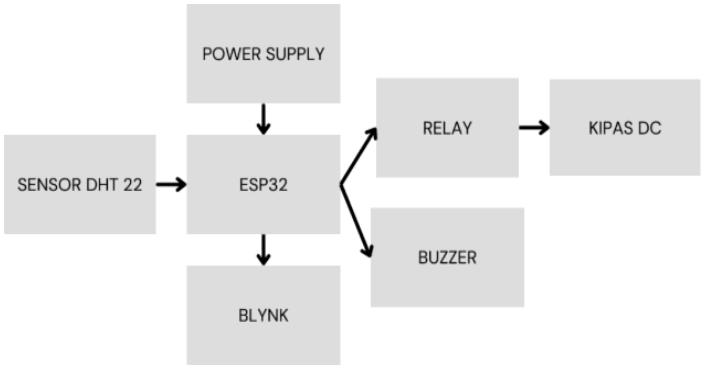
Dalam prototipe ini, sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara, khususnya pada area penyimpanan koleksi berbahan logam seperti koin di ruang Etnografi. Data dari sensor akan diteruskan ke mikrokontroler ESP32, kemudian dikirim ke aplikasi Blynk untuk pemantauan real-time. Jika suhu melebihi batas aman, kipas akan aktif secara otomatis, sedangkan jika kelembaban melampaui ambang batas, buzzer akan menyala sebagai sistem peringatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan produk perlu diwujudkan dalam bentuk ilustrasi dan diagram yang dapat dijadikan acuan agar dapat diterapkan dalam produksi. Jika produk adalah sebuah sistem, dibutuhkan penjelasan mengenai mekanisme operasionalnya. Setelah melakukan perancangan, tahapan selanjutnya adalah perakitan alat dan pengujian

A. Diagram Blok

Di bawah ini terdapat diagram blok yang menggambarkan sistem alat untuk memantau suhu dan kelembaban udara di ruang Etnografi:

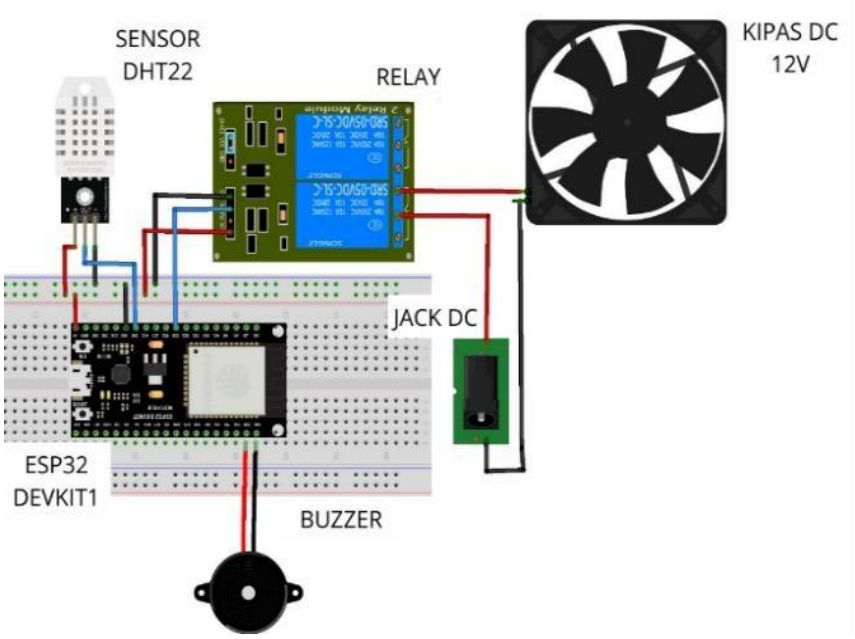


Gambar 1. Diagram Blok Prototipe Monitoring

Berdasarkan diagram blok pada gambar 1. Tersebut menjelaskan bahwa *power supply* memberikan aliran listrik untuk mikrokontroler ESP32, lalu sensor DHT22 mengirim data suhu dan kelembaban udara ke ESP32, kemudian dari data tersebut ESP32 akan memberikan perintah *relay* untuk menghidupkan kipas dan *buzzer* saat suhu dan kelembaban udara melebihi skala, selanjutnya ESP32 memberikan data untuk aplikasi Blynk.

B. Rangkaian Sistem

Pada rangkaian sistem ini semua komponen yang dibutuhkan di rangkai menjadi satu, supaya dapat berinteraksi antara satu dengan lainnya Rangkaian sistem alat *monitoring* ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22 *relay*, *buzzer*, kipas DC 12v, dan *step down*. Sensor DHT22 dihubungkan dengan VCC ke pin 5V, output terhubung ke pin IO12, dan GND dihubungkan ke pin GND. Untuk relay, VCC juga dihubungkan ke pin 5V, sementara input 1 terhubung ke pin GND, dan output nya terhubung ke kipas DC serta jack DC. Buzzer terhubung dengan VCC ke pin IO23 dan GND ke pin GND. Kipas DC memiliki VCC yang terhubung ke relay dan GND yang dihubungkan ke jack DC. Hasil dari rangkaian sistem ini dapat dilihat pada gambar berikut:

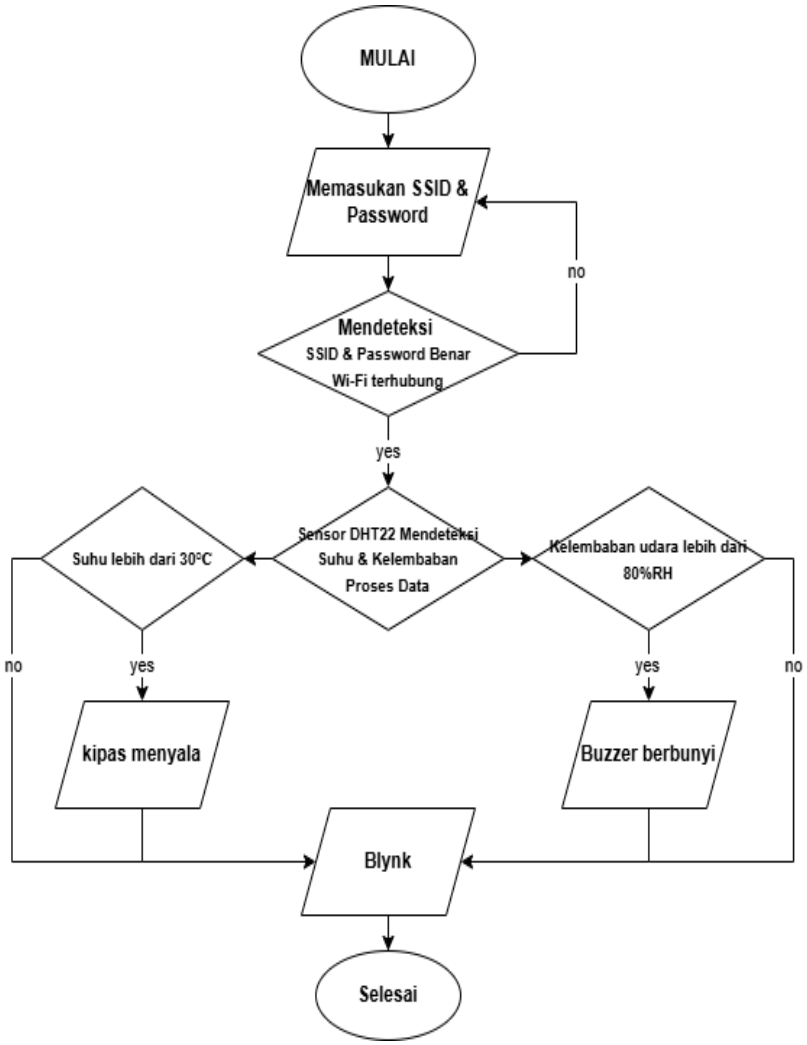


Gambar 2. Rangkaian Sistem

C. Flow Chart

flowchart untuk sistem pemantauan suhu dan kelembaban udara di ruang Etnografi Museum Penataran. Proses dimulai dengan pengguna memasukkan SSID dan password jaringan Wi-Fi ke dalam sistem. Sistem kemudian memverifikasi informasi tersebut, apabila SSID dan password tidak sesuai atau Wi-Fi gagal terhubung, maka pengguna diminta untuk memasukkannya kembali. Jika informasi benar dan koneksi berhasil, sensor DHT22 mulai mendeteksi suhu dan kelembaban udara di lingkungan. Data yang diterima kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32. Sistem memeriksa apakah suhu melebihi ambang batas 30°C. Jika ya, kipas akan menyala secara otomatis untuk menurunkan suhu ruangan. Selanjutnya, sistem mengecek apakah kelembaban udara melebihi 80% RH. Jika iya, maka buzzer akan berbunyi sebagai tanda peringatan. Setelah semua kondisi dicek dan tindakan otomatis dilakukan jika diperlukan, sistem mengirimkan data melalui aplikasi Blynk agar pengguna dapat memantau kondisi secara *real-time* dari jarak jauh. Setelah itu, proses berakhir.

Journal Purifikasi
DOI: https://doi.org/10.12962/purifikasi.v24i2.470



Gambar 3. Flowchart

D. Hasil Akhir

Setelah merancang ilustrasi produk, tahapan selanjutnya ialah pengujian komponen dan pembuatan prototipe serta penguji an produk. Pengujian komponen meliputi mikrokontroler ESP32, DHT22, *buzzer*, kipas DC, dan *relay*

Tabel 1. Hasil Pengujian Komponen

Nama Alat	Bekerja	Tidak
Sensor DHT 22	✓	
Mikrokontroler ESP32	✓	
Kipas Dc	✓	
Buzzer	✓	
Relay	✓	

This journal is © Mi'rajtania et al., 2025

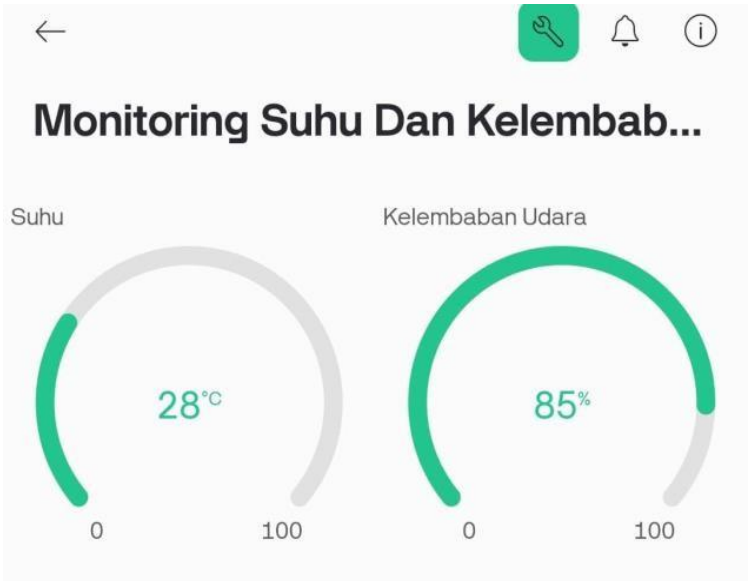
Hasil pengujian komponen menunjukan bahwa semua komponen dapat bekerja seusai dengan fungsi nya. Sensor DHT 22 dapat mendeteksi suhu dan kelembaban udara dengan tepat. Mikrokontroller ESP32 dapat terhubung ke semua komponen dan dapat mengirim data dengan baik. Kipas DC menyala, Buzzer berbunyi, dan relay dapat berfungsi sebagai saklar pengendali arus listrik. Perakitan dilakukan dengan mengacu pada rancangan yang telah dibuat sebelumnya, yang melibatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor DHT22 sebagai alat ukur suhu dan kelembaban, serta aktuator berupa kipas DC dan buzzer sebagai respon otomatis. Sensor DHT22 dipasang dengan benar pada jalur input ESP32 untuk mengirimkan data suhu dan kelembaban secara real time. Relay dihubungkan ke salah satu pin digital ESP32 untuk mengendalikan kipas DC, sedangkan buzzer disambungkan pada pin terpisah agar dapat menyala saat kelembaban melebihi batas aman. Menggunakan modul stepdown yang menurunkan tegangan dari power supply ke tingkat yang sesuai bagi ESP32.

Secara keseluruhan, hasil perakitan menunjukkan bahwa semua komponen terhubung dengan baik dan sistem mampu merespons kondisi lingkungan sesuai dengan skenario yang dirancang. Perangkat dapat menyalakan kipas secara otomatis saat suhu melewati batas tertentu, dan membunyikan buzzer saat kelembaban terlalu tinggi. Hal ini membuktikan bahwa rangkaian dan program yang dibuat telah berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 4. Hasil Prototipe

Hasil prototipe pada alat monitoring suhu dan kelembaban udara pada ruang Etnografi dapat dilihat pada gambar. Perakitan alat menggunakan project box hitam yang berukuran Panjang 18 cm lebar 12 cm, dan tinggi 5 cm. Dalam kotak terdapat rangkaian komponen yang sudah dirakit dan pada bagian luar terdapat sensor DHT22, kipas DC, dan buzzer. kotak ini akan digunakan sebagai pengendali alat untuk mengontrol dan melindungi alat secara menyeluruh, karena otak system pada alat berada di kotak kendali tersebut. Berikut gambar hasil perakitaan prototipe alat monitoring suhu dan kelembaban udara pada ruang Etnografi.



Gambar 5. Tampilan Blynk

E. Prosedur Penggunaan Alat

Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menjalankan sistem monitoring suhu dan kelembaban udara berbasis IoT:

a. Tempatkan alat pada area kotak vitrin.
b. Sambungkan alat ke sumber listrik melalui adaptor yang sudah disiapkan.
c. Setelah alat menyala tunggu beberapa detik untuk tersambung ke koneksi Wifi. Pastikan alat sudah terkoneksi dengan koneksi Wifi.
d. Buka aplikasi Blynk di Smartphone. Pastikan sudah login dengan akun dan token yang sesuai.
e. Perhatikan data yang tampil di aplikasi. Jika suhu melebihi rentan aman, kipas akan menyala otomatis. Jika kelembaban melebihi rentan aman, buzzer akan berbunyi selama 5 detik.
f. Uji alat dengan menaikkan suhu atau kelembaban secara buatan, untuk memastikan kipas dan buzzer merespons dengan benar.
g. Buka aplikasi Blynk secara berkala untuk melihat riwayat suhu dan kelembaban.
h. Jika alat tidak digunakan, cabut kabel dari sumber daya untuk mematikan sistem secara aman

4. KESIMPULAN

Perancangan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things* (IoT) ini menunjukkan potensi signifikan dalam pengendalian kualitas lingkungan mikro pada ruang tertutup berisiko tinggi, seperti ruang koleksi museum. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kendali utama dan sensor DHT22 untuk mengukur parameter suhu dan kelembaban udara. Data lingkungan dikirim secara real-time ke platform *Blynk*, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara kontinu. Pengendalian otomatis dilakukan melalui aktivasi kipas ketika suhu mencapai 30°C dan pemicu *buzzer* sebagai peringatan saat kelembaban udara melebihi 80%. Mekanisme ini berfungsi secara berulang dengan jeda tertentu hingga kelembaban turun ke rentang yang aman. Implementasi sistem ini mendukung upaya dalam teknik lingkungan untuk menjaga stabilitas kondisi mikroklimat, mencegah degradasi material akibat stres termal dan kelembaban

berlebih, serta menjadi bagian dari strategi pengelolaan *Indoor Environmental Quality* (IEQ) yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan pada bangunan publik.

REFERENCES

Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian Suhu dan Ruangan Menggunakan Fan dan DHT11 Berbasis Arduino. CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science).

Dwirasa, N. (2022). Evaluasi Sistem Keamanan Museum Siginjei Provinsi Jambi. Jurnal Hamsa, 1(1), 53–61.

Herliana, A. I., Mukramin, M., & Paembonan, S. (2024). Rancang Bangun Penetas Telur Bebek Menggunakan Metode IoT. Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan, 12(3S1).

Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan esp32. Jurnal Media Elektrik, 17(2), 2721–9100.

Junaidi, A. (2015). Internet of things, sejarah, teknologi dan penerapannya. Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan, 1(3).

Murdock, C. (2023). The Museum Handbook Part I: Museum Collections.

Pratama, W. R., Yulianti, B., & Sugiharto, A. (2022). Prototipe Smart Parking Modular Berbasis Internet of Things. Jurnal Teknologi Industri, 11(2).

Pratama Zanofa, A., & Fahrizal, M. (2021). Penerapan Bluetooth untuk Gerbang Otomatis. In Portaldata.org (Vol. 1, Issue 2).

Raihan, T. M., Sains, F., & Teknologi, D. (2022). Sistem pemantauan kualitas air menggunakan Esp32 dengan Fuzzy Logic Sugeno Berbasis Android.

Rostini, A. N., & Junfithrana, A. P. (2020). Aplikasi smart home node mcu iot untuk blynk. Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra, 7(1), 1–7.

Saputra, F., Suchendra, D. R., & Sani, M. I. (2020). Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroller Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan. EProceedings of Applied Science, 6(2).

Syaputra, K. N. K. (2024). Rancang Bangun Trainer Arduino Wemos D1 Sebagai Media Pembelajaran Internet of Things (IoT) pada Mata Kuliah Dasar Pemrograman di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro UNIPMA.

Yanita, S. A., Cardiah, T., & Gunawan, A. N. S. (2018). Perancangan Redesain Museum Etnografi Indonesia Taman Mini Indonesia Indah Jakarta. EProceedings of Art & Design, 5(3).

Yusup, M., Abas Sunarya, P., & Aprilyanto, K. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengukuran Volume Air Berbasis IoT Menggunakan Arduino Wemos. CERITA, 6.

Zarkasyi Muhammad. (2023). Perancangan Trainer dan Modul Internet of Things (IoT) pada Mata Kuliah Praktikum Sensor dan Tranduser.