

PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN STERILISASI PERALATAN MAKAN RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN ESP32 DAN SENSOR DHT22

Masyita Rahmah¹, Mahardika Prawira Tanjung²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: masyita.rhsya@gmail.com¹, mahardikaabdiprawira@umsu.ac.id²

ABSTRAK

Peralatan makan rumah tangga perlu dijaga kebersihannya agar dapat mengurangi risiko kontaminasi mikroorganisme. Kondisi suhu dan kelembapan pada ruang penyimpanan dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kebersihan peralatan makan, sehingga diperlukan sistem yang mampu melakukan pemantauan dan pengendalian secara lebih praktis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat *prototype* sistem *Internet of Things* (IoT) dua arah untuk pemantauan dan sterilisasi peralatan makan rumah tangga menggunakan ESP32 dan sensor DHT22 yang terhubung dengan web *dashboard*. Sistem dirancang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, relay sebagai pengendali lampu UV-C, serta web *dashboard* sebagai media pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Waterfall* yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *prototype* mampu membaca data suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22, mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi ke server, serta menampilkan data secara *real-time* pada web *dashboard*. Sistem juga mampu menerima perintah dari web *dashboard* untuk mengendalikan kondisi lampu UV-C melalui *relay*. Dengan demikian, *prototype* yang dirancang dapat mengintegrasikan fungsi pemantauan kondisi lingkungan dan pengendalian proses sterilisasi peralatan makan dalam satu sistem IoT dua arah. Pengujian dalam penelitian ini berfokus pada fungsi dan kinerja sistem, sehingga efektivitas penghilangan mikroorganisme secara mikrobiologis tidak diukur secara langsung.

Kata kunci: *Internet of Things*, ESP32, DHT22, UV-C, Web Dashboard, Peralatan Makan.

ABSTRACT

Household eating utensils need to be maintained in a clean condition to reduce the risk of microorganism contamination. Temperature and humidity conditions in the storage area can be factors that affect the cleanliness of eating utensils; therefore, a system capable of monitoring and controlling these conditions in a more practical manner is needed. This study aims to design and develop a two-way *Internet of Things* (IoT) *prototype* system for monitoring and sterilizing household eating utensils using an ESP32 and DHT22 sensor connected to a web dashboard. The system uses the ESP32 as a microcontroller, the DHT22 sensor to measure temperature and humidity, a relay to control the UV-C lamp, and a web dashboard as a medium for remote monitoring and control. The system development method used is the *Waterfall* method, which consists of the stages of requirements analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The results of the study show that the *prototype* is capable of reading temperature and humidity data using the DHT22 sensor, transmitting the data through a Wi-Fi network to the server, and displaying the data on the web dashboard. The system is also capable of receiving commands from the web dashboard to control the UV-C lamp through the relay. Therefore, the developed *prototype* is capable of integrating environmental condition monitoring and UV-C lamp control for eating utensils within a

two-way IoT system. The testing in this study focuses on the functionality and performance of the system, while the effectiveness of UV-C in eliminating microorganisms was not microbiologically tested.

Keywords: Internet of Things, ESP32, DHT22, UV-C, Web Dashboard, Eating Utensils.

PENDAHULUAN

Peralatan makan merupakan salah satu perlengkapan rumah tangga yang digunakan secara rutin setiap hari sehingga kebersihannya menjadi salah satu aspek penting dalam menjaga kesehatan keluarga. Pada umumnya, proses pencucian peralatan makan di lingkungan rumah tangga dilakukan untuk menghilangkan sisa makanan dan kotoran yang dapat terlihat secara langsung. Namun, kondisi peralatan yang telah dicuci tidak selalu menunjukkan bahwa seluruh mikroorganisme pada permukaannya telah hilang. Risiko keberadaan mikroorganisme dapat meningkat ketika proses pengeringan tidak berlangsung secara optimal atau peralatan makan disimpan pada lingkungan dengan tingkat kelembapan yang tinggi. Kondisi lingkungan yang lembap diketahui dapat mendukung pertumbuhan bakteri dan jamur pada berbagai permukaan benda, termasuk peralatan rumah tangga yang digunakan secara berulang (Damayanti Sima Sima Sohilauw, M Fadly Kaliky, & Fitria Tuharea., 2023).

Sejumlah penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa kondisi suhu dan kelembapan lingkungan menjadi salah satu faktor yang berperan terhadap kelangsungan hidup serta pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan padat. Penyimpanan peralatan makan pada ruang tertutup dengan sirkulasi udara yang terbatas dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kontaminasi kembali, meskipun peralatan tersebut sebelumnya telah melalui proses pencucian (Kusumah, R., Islam, H. I., & Sobur, S., 2023). Dengan demikian, upaya mempertahankan higienitas peralatan makan tidak hanya bergantung pada proses pencucian secara manual, tetapi juga perlu didukung oleh pemantauan kondisi lingkungan tempat penyimpanan secara berkelanjutan.

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang untuk menerapkan *Internet of Things (IoT)* sebagai salah satu pendekatan dalam pemantauan kondisi lingkungan. Teknologi *IoT* memungkinkan perangkat fisik yang dilengkapi sensor terhubung melalui jaringan internet sehingga parameter lingkungan, seperti suhu dan kelembapan, dapat dipantau secara otomatis dan *real-time* melalui *web dashboard*. Penerapan teknologi *IoT* untuk pemantauan suhu dan kelembapan telah digunakan pada berbagai lingkungan tertutup dan dilaporkan dapat meningkatkan efisiensi serta ketepatan proses pemantauan dibandingkan dengan pendekatan manual (Satria, B., 2022).

Dalam implementasinya, mikrokontroler ESP32 banyak dimanfaatkan pada pengembangan sistem *IoT* karena memiliki modul Wi-Fi yang telah terintegrasi, konsumsi daya yang relatif rendah, serta kemampuan pemrosesan yang memadai untuk kebutuhan aplikasi rumah tangga. Penelitian yang dilakukan oleh Ilman, M., Universitas, M., Pasuruan, Y., Faizin, A., & Id, A. A. (2025) menunjukkan bahwa ESP32

mampu melakukan pengiriman data suhu dan kelembapan secara *real-time* menuju platform *IoT* dengan tingkat kestabilan yang baik. ESP32 juga dapat dipadukan dengan sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan dengan tingkat akurasi yang sesuai bagi kebutuhan pemantauan lingkungan rumah tangga (Aosong Electronics Co., L., 2020). Data yang diperoleh dari sensor selanjutnya dapat ditransmisikan melalui jaringan Wi-Fi dan disajikan secara *real-time* pada *web dashboard*. Kehadiran *web dashboard* memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau kondisi lingkungan dari jarak jauh melalui antarmuka berbasis web, sekaligus menyediakan fungsi visualisasi dan pengendalian perangkat *IoT* (Azis, A., & Sujono, S. 2026).

Selain pemantauan kondisi lingkungan, diperlukan pula mekanisme sterilisasi tambahan untuk membantu mempertahankan kebersihan peralatan makan setelah proses penyimpanan. Salah satu metode yang banyak dikaji dalam proses sterilisasi adalah pemanfaatan radiasi ultraviolet jenis UV-C. Radiasi UV-C pada rentang panjang gelombang sekitar 200–280 nm dilaporkan efektif dalam menonaktifkan mikroorganisme melalui mekanisme kerusakan DNA atau RNA, sehingga kemampuan mikroorganisme untuk berkembang biak dapat dihambat (Róžańska, A., Walkowicz, M., Bulanda, M., Kasperski, T., Synowiec, E., Osuch, P., & Chmielarczyk, A., 2023). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa perkembangan teknologi UV-C LED dapat menghasilkan tingkat inaktivasi mikroba yang tinggi pada permukaan benda tanpa menghasilkan residu kimia dan dengan konsumsi energi yang relatif rendah. Karakteristik tersebut menunjukkan adanya potensi penerapan teknologi UV-C LED pada lingkungan rumah tangga (Westerhoff, T., Mally, T., Schlicht, A., Muellner, M., & Zimmermann, H. F., 2023).

Penggabungan teknologi *IoT* dengan mekanisme sterilisasi UV-C memberikan peluang untuk menghasilkan sistem pemantauan sekaligus sterilisasi peralatan makan yang lebih praktis dan terkontrol. Melalui penerapan sistem *IoT* dua arah, pengguna dapat memperoleh informasi mengenai kondisi suhu dan kelembapan ruang penyimpanan secara *real-time* sekaligus mengendalikan proses sterilisasi melalui perangkat *smartphone*. Sistem tersebut juga dapat memberikan informasi apabila kondisi lingkungan penyimpanan berada di luar batas yang diharapkan, sehingga proses sterilisasi dapat dilakukan tanpa mengharuskan pengguna melakukan pengendalian secara langsung pada perangkat (Muhammad, M. A., Panuju, A. Y. T., Prayitno, H., Pradipta, R. A., Martinus, M., & Akbar, G. I., 2021).

Meskipun penelitian mengenai pemanfaatan *IoT* untuk pemantauan suhu dan kelembapan serta penerapan teknologi UV-C untuk sterilisasi telah banyak dilakukan, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan kedua fungsi tersebut dalam sistem *IoT* dua arah untuk pemantauan dan sterilisasi peralatan makan rumah tangga masih relatif terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan prototipe yang mampu mengintegrasikan pemantauan suhu dan kelembapan dengan dukungan proses sterilisasi peralatan makan dalam satu sistem. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan pendekatan yang praktis dan relevan

untuk mendukung pemeliharaan kebersihan peralatan makan sekaligus mendorong penerapan teknologi rumah tangga cerdas yang berorientasi pada kesehatan dan kenyamanan pengguna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa dan pengembangan sistem (*system development*) dengan model *Waterfall* yang dilaksanakan secara sistematis melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Penelitian bertujuan mengembangkan prototipe sistem *Internet of Things* (IoT) dua arah untuk memantau kondisi lingkungan penyimpanan peralatan makan rumah tangga sekaligus menyediakan mekanisme pengendalian lampu UV-C melalui *web dashboard*. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi terhadap lingkungan penyimpanan dan studi literatur untuk mengidentifikasi kebutuhan pemantauan suhu dan kelembapan serta kebutuhan pengendalian sistem secara jarak jauh. Berdasarkan hasil analisis, sistem dirancang dengan mengintegrasikan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor DHT22 sebagai pembaca suhu dan kelembapan, modul *relay* sebagai pengendali aktuator, lampu UV-C sebagai komponen pendukung fungsi sterilisasi, jaringan Wi-Fi sebagai media komunikasi, *web server*, basis data MySQL, dan *web dashboard* sebagai antarmuka pengguna. Perangkat lunak pendukung meliputi Arduino IDE, *library* ESP32 dan DHT22, Draw.io, serta Fritzing.

Tahap perancangan dilakukan dengan membangun arsitektur IoT dua arah yang menghubungkan sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, *web server*, basis data, *web dashboard*, dan aktuator. Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan secara berkala, kemudian data diproses oleh ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menuju *web server* menggunakan API berbasis PHP untuk selanjutnya disimpan dalam basis data MySQL. Data yang tersimpan ditampilkan melalui *web dashboard* sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan penyimpanan secara *real-time* sekaligus melihat riwayat pemantauan. Pada sisi pengendalian, pengguna dapat memberikan perintah ON atau OFF melalui *web dashboard*, kemudian perintah tersebut diteruskan melalui API dan dibaca oleh ESP32 untuk mengendalikan modul *relay* yang terhubung dengan lampu UV-C. Implementasi dilakukan dengan merakit perangkat keras sesuai rancangan dan mengembangkan program menggunakan Arduino IDE. Konfigurasi perangkat keras mencakup penggunaan GPIO 4 ESP32 untuk komunikasi data sensor DHT22 dan GPIO 26 untuk pengendalian modul *relay*.

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi ketercapaian fungsi utama sistem, meliputi pembacaan suhu dan kelembapan oleh sensor DHT22, pengiriman data dari ESP32 ke *web server*, penyimpanan dan penyajian data pada *web dashboard*, serta respons modul *relay* terhadap perintah kendali lampu UV-C. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian untuk mengidentifikasi keberhasilan fungsi pemantauan, komunikasi data, penyajian informasi, dan pengendalian aktuator serta mengidentifikasi keterbatasan prototipe. Secara operasional, sistem diawali dengan

pemberian catu daya dan inisialisasi perangkat, dilanjutkan dengan koneksi Wi-Fi, pembacaan suhu dan kelembapan, pemrosesan dan pengiriman data ke *web server*, penyimpanan pada basis data, serta visualisasi data pada *web dashboard*. Perintah kendali dari pengguna diproses melalui API dan diteruskan kepada ESP32 untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *relay* dan lampu UV-C. Seluruh proses berlangsung secara berulang selama sistem memperoleh catu daya dan koneksi jaringan, sehingga menghasilkan prototipe IoT dua arah yang mengintegrasikan pemantauan kondisi lingkungan, transmisi dan penyimpanan data, visualisasi informasi, serta pengendalian aktuator melalui antarmuka berbasis web.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perancangan Alat

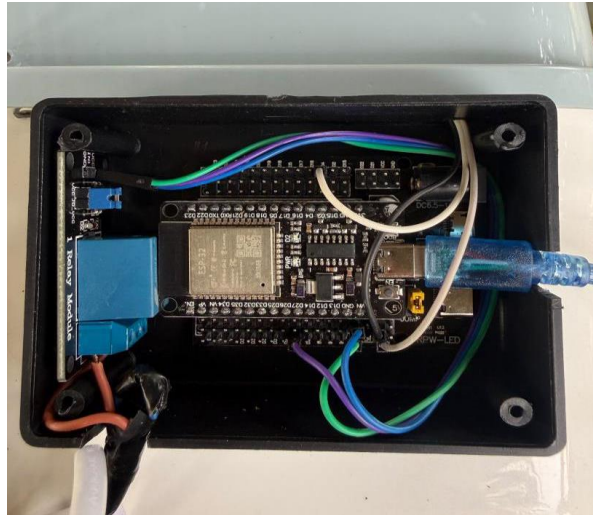
Berdasarkan tahapan perancangan yang telah dijelaskan pada Bab III, penelitian ini berhasil merealisasikan sebuah prototipe sistem *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan dan sterilisasi peralatan makan rumah tangga. *Prototype* dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem yang terintegrasi dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan serta modul *relay* untuk mengendalikan lampu ultraviolet (UV) sebagai media sterilisasi peralatan makan.

Sistem dirancang agar mampu melakukan pembacaan data sensor secara berkala setiap 2 detik, kemudian mengirimkan hasil pengukuran melalui jaringan *Wi-Fi*. Data yang diperoleh selanjutnya ditampilkan secara *real-time* pada *dashboard* berbasis web sehingga pengguna dapat memantau kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan peralatan makan. Selain melakukan pemantauan, sistem juga dilengkapi dengan modul *relay* yang digunakan untuk mengendalikan lampu ultraviolet (UV) sebagai media sterilisasi peralatan makan. Pengguna dapat mengaktifkan dan menonaktifkan proses sterilisasi melalui sistem yang telah dirancang, sehingga proses pemantauan dan sterilisasi dapat dilakukan dalam satu sistem yang terintegrasi.



Gambar 1 Tampak depan *prototype* alat

Gambar 1 menunjukkan bentuk keseluruhan *prototype* yang telah direalisasikan. Pada bagian dalam *prototype* terdapat sensor *DHT22* yang ditempatkan pada area ruang penyimpanan untuk melakukan pembacaan suhu dan kelembapan lingkungan. Selain itu, lampu ultraviolet (UV) dipasang pada bagian atas ruang penyimpanan dan digunakan sebagai media sterilisasi peralatan makan.



Gambar 1 Tampak belakang rangkaian komponen

Gambar 2 menunjukkan susunan rangkaian komponen elektronik yang digunakan pada *prototype*. Rangkaian terdiri dari mikrokontroler *ESP32*, modul *relay*, serta kabel penghubung yang digunakan untuk menghubungkan setiap komponen sesuai dengan rancangan sistem. Seluruh rangkaian ditempatkan pada bagian belakang *prototype* untuk menjaga kerapian dan memudahkan proses pengoperasian sistem.

2. Impelementasi Kode Program

Implementasi kode program dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program pada *ESP32* dirancang untuk menghubungkan perangkat ke jaringan *Wi-Fi* lokal, membaca data suhu dan kelembapan menggunakan sensor *DHT22*, mengirimkan hasil pembacaan sensor ke *web server*, serta menerima informasi status lampu ultraviolet (UV) dari *web server* untuk mengendalikan modul *relay*. Komunikasi antara *ESP32* dan *web server* dilakukan menggunakan protokol *HTTP* sehingga sistem dapat melakukan pemantauan dan pengendalian melalui *web dashboard* yang telah dirancang.

Berdasarkan kode program yang digunakan, proses implementasi dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian, yaitu konfigurasi *library*, konfigurasi jaringan *Wi-Fi* dan alamat *web server*, inisialisasi sensor *DHT22* dan *relay*, proses koneksi jaringan, pembacaan sensor, pengiriman data ke *web server*, serta pengambilan status lampu UV.

Table 1 Keterangan Script Implementasi Program

No	Keterangan Script	Script/Fungsi
1	Memasukkan <i>library</i> yang diperlukan	#include <WiFi.h> #include <HTTPClient.h> #include <DHT.h>
2	Mengatur koneksi Wi-Fi lokal	const char* ssid = "CACA"; const char* password = "...";
3	Menentukan alamat <i>web server</i> untuk pengiriman data dan pengambilan status UV	serverData dan serverStatus
4	Menginisialisasi sensor DHT22 pada GPIO 4	#define DHTPIN 4 #define DHTTYPE DHT22
5	Menginisialisasi <i>relay</i> lampu UV pada GPIO 26	#define RELAY_PIN 26
6	Menginisialisasi komunikasi serial dan perangkat	Serial.begin(115200); dht.begin(); pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
7	Menentukan kondisi awal <i>relay</i>	digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
8	Menghubungkan ESP32 ke jaringan Wi-Fi	WiFi.begin(ssid, password);
9	Membaca suhu dan kelembapan	dht.readTemperature(); dht.readHumidity();
10	Mengirim data sensor ke <i>web server</i>	http.GET();
11	Mengambil status lampu UV dari <i>web server</i>	http2.GET();
12	Mengendalikan <i>relay</i> berdasarkan status UV	digitalWrite(RELAY_PIN, LOW/HIGH);
13	Memberikan jeda sebelum pembacaan berikutnya	delay(2000);

Berdasarkan Tabel 1, program diawali dengan konfigurasi *library* dan pendefinisian pin yang digunakan oleh ESP32 sebagai pengendali sistem. Selanjutnya, pada fungsi *setup()* dilakukan inisialisasi komunikasi serial, sensor DHT22, modul *relay*, serta koneksi Wi-Fi lokal. Pada tahap ini, *relay* juga diatur dalam kondisi awal OFF untuk memastikan lampu ultraviolet (UV) tidak aktif ketika sistem pertama kali dijalankan. Setelah ESP32 berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi, alamat IP perangkat ditampilkan melalui *Serial Monitor* sebagai indikator bahwa koneksi jaringan telah berhasil dilakukan.

Proses utama sistem dijalankan pada fungsi *loop()* dengan melakukan pemeriksaan koneksi Wi-Fi, pembacaan suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22, serta pengiriman hasil pembacaan ke *web server* melalui komunikasi HTTP. Data suhu dan kelembapan dikirimkan ke server untuk disimpan dan selanjutnya ditampilkan pada web *dashboard*. Selain mengirimkan data sensor, ESP32 juga mengambil status lampu UV dari *web server*. Status tersebut digunakan sebagai dasar

untuk mengendalikan modul *relay*, sehingga lampu UV dapat diaktifkan atau dinonaktifkan melalui web *dashboard*. Dengan mekanisme tersebut, sistem dapat melakukan pemantauan kondisi lingkungan sekaligus pengendalian proses sterilisasi secara dua arah.

3. Implementasi Web Dashboard

Web *dashboard* diimplementasikan sebagai antarmuka utama pada sistem untuk menampilkan hasil pemantauan suhu dan kelembapan serta mengendalikan lampu ultraviolet (UV). *Dashboard* dikembangkan berbasis web dan terhubung dengan *web server* melalui jaringan lokal. Data hasil pembacaan sensor *DHT22* yang dikirimkan oleh *ESP32* ditampilkan pada *dashboard* sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan. Selain itu, *dashboard* menyediakan fitur pengendalian lampu UV melalui tombol *ON* dan *OFF* yang terhubung dengan modul *relay* pada *ESP32*.

Pada penelitian ini, *dashboard* dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan (*user-friendly*). Halaman utama menampilkan tiga informasi utama, yaitu nilai suhu, nilai kelembapan, dan status lampu UV. Nilai suhu ditampilkan dalam satuan derajat *Celsius* ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan kelembapan ditampilkan dalam nilai *Relative Humidity* (*RH*). Pada bagian lampu UV terdapat indikator status serta tombol *ON* dan *OFF* yang digunakan untuk memberikan perintah pengendalian proses sterilisasi.



Gambar 2 Tampilan Web Dashboard Sistem

Selain informasi kondisi terkini, *dashboard* juga menyediakan bagian *History Monitoring* yang digunakan untuk menampilkan riwayat data hasil pemantauan. Data yang ditampilkan meliputi nomor data, waktu pembacaan, suhu, kelembapan, dan status UV. Dengan adanya fitur tersebut, pengguna tidak hanya dapat mengetahui kondisi sistem saat ini, tetapi juga dapat melihat data hasil pemantauan yang telah tersimpan pada *database*.

Table 2 Implementasi Web Dashboard

No	Widget	Fungsi
1	Suhu	Menampilkan nilai suhu hasil pembacaan sensor <i>DHT22</i> dalam satuan °C.
2	Kelembapan	Menampilkan nilai kelembapan hasil pembacaan sensor <i>DHT22</i> dalam satuan <i>RH</i> .
3	Status Lampu UV	Menampilkan kondisi lampu UV dalam keadaan <i>ON</i> atau <i>OFF</i>
4	Tombol <i>ON</i>	Memberikan perintah untuk mengaktifkan lampu UV melalui modul <i>relay</i> .
5	Tombol <i>OFF</i>	Memberikan perintah untuk menonaktifkan lampu UV melalui modul <i>relay</i> .
6	<i>History Monitoring</i>	Menampilkan riwayat data suhu, kelembapan, waktu pembacaan, dan status UV.

Berdasarkan Tabel 2, web *dashboard* terdiri dari beberapa komponen yang saling terintegrasi dengan sistem pemantauan dan pengendalian. Komponen suhu dan kelembapan digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor *DHT22*, sedangkan status lampu UV menunjukkan kondisi proses sterilisasi. Tombol *ON* dan *OFF* berfungsi sebagai antarmuka pengendalian lampu UV melalui modul *relay* yang terhubung dengan *ESP32*.

Bagian *history monitoring* menampilkan data hasil pemantauan yang terdiri dari waktu, suhu, kelembapan, dan status UV. Data tersebut diperoleh dari *database* sehingga pengguna dapat melihat riwayat kondisi sistem. Dengan demikian, web *dashboard* berfungsi sebagai antarmuka yang mengintegrasikan fungsi pemantauan dan pengendalian dalam satu sistem.

2. Pengujian Seluruh Komponen Sistem

a. Pengujian Koneksi *ESP32* dan *Web Server*

Pengujian koneksi dilakukan untuk mengetahui kemampuan *ESP32* dalam terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* lokal dan melakukan komunikasi dengan *web server*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pengiriman data hasil pembacaan sensor *DHT22* dan pengambilan status lampu ultraviolet (UV) dapat dilakukan dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan *ESP32* ke jaringan *Wi-Fi* lokal yang telah dikonfigurasi pada program. Setelah koneksi berhasil, *ESP32* melakukan komunikasi dengan *web server* melalui protokol *HTTP* untuk mengirimkan data suhu dan kelembapan ke server. Selain itu, *ESP32* melakukan permintaan kepada server untuk memperoleh status lampu UV yang digunakan sebagai dasar pengendalian modul *relay*.

Keberhasilan pengujian ditandai dengan *ESP32* berhasil terhubung ke jaringan *Wi-Fi*, memperoleh alamat *IP*, dapat mengakses alamat *web server*, serta mampu mengirim dan menerima data melalui komunikasi *HTTP*. Hasil komunikasi juga dapat diamati melalui *serial monitor* dan perubahan data pada web *dashboard*.

Table 3 Hasil Pengujian Koneksi ESP32 dan Web Server

No	Parameter Pengujian	Hasil
1	ESP32 terhubung ke jaringan <i>Wi-Fi</i> lokal	Berhasil
2	ESP32 memperoleh alamat <i>IP</i>	Berhasil
3	ESP32 terhubung dengan <i>web server</i>	Berhasil
4	Pengiriman data suhu ke <i>web server</i>	Berhasil
5	Pengiriman data kelembapan ke <i>web server</i>	Berhasil
6	Pengambilan status lampu UV dari <i>web server</i>	Berhasil
7	Data ditampilkan pada <i>web dashboard</i>	Berhasil

Berdasarkan Tabel 3, ESP32 berhasil terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* lokal dan memperoleh alamat *IP* sebagai identitas perangkat dalam jaringan. Setelah koneksi jaringan berhasil, ESP32 dapat melakukan komunikasi dengan *web server* menggunakan protokol *HTTP*.

Proses pengiriman data dilakukan melalui alamat *web server* yang telah ditentukan pada program. Data suhu dan kelembapan hasil pembacaan sensor DHT22 dikirimkan melalui parameter pada alamat *kirim_data.php*. Data yang diterima oleh server selanjutnya disimpan pada *database MySQL* dan digunakan sebagai sumber data pada *web dashboard*.

Selain melakukan pengiriman data, ESP32 juga melakukan permintaan kepada *status_uv.php* untuk memperoleh informasi kondisi lampu UV. Status yang diterima digunakan oleh ESP32 untuk menentukan kondisi modul *relay*. Apabila server memberikan status *ON*, *relay* diaktifkan sehingga lampu UV menyala. Sebaliknya, apabila status yang diterima menunjukkan *OFF*, *relay* dinonaktifkan sehingga lampu UV dalam kondisi mati.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32, *web server*, *database*, dan *web dashboard* telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem. Hal tersebut ditunjukkan dengan data suhu dan kelembapan yang dapat ditampilkan pada *dashboard* serta status lampu UV yang dapat dikendalikan melalui antarmuka web. Dengan demikian, koneksi antara perangkat keras dan sistem web telah mendukung mekanisme komunikasi dua arah pada *prototype*.

b. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan peralatan makan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor DHT22 dapat melakukan pembacaan suhu dan kelembapan dengan baik serta mengirimkan hasil pembacaan ke *web server* untuk ditampilkan pada *web dashboard*.



No	Waktu	Suhu	Kelembapan
1	2026-08-25 22:50:39	30.0 °C	RH 79.3
2	2026-08-25 22:50:36	30.0 °C	RH 79.3
3	2026-08-25 22:50:33	30.0 °C	RH 79.3
4	2026-08-25 22:50:30	30.0 °C	RH 79.3
5	2026-08-25 22:50:27	29.9 °C	RH 79.3
6	2026-08-25 22:50:24	30.0 °C	RH 79.3

Gambar 4 Riwayat Pemantauan

Pengujian dilakukan dengan memasang sensor *DHT22* pada bagian dalam ruang penyimpanan *prototype*. *ESP32* kemudian dihubungkan dengan jaringan *Wi-Fi* lokal dan sistem dijalankan untuk melakukan pembacaan suhu dan kelembapan. Nilai hasil pembacaan diamati melalui *serial monitor* dan web *dashboard*. Data hasil pengukuran juga disimpan pada database sebagai bagian dari riwayat *monitoring*.

Pengambilan data dilakukan secara berkala selama sistem beroperasi. Setiap hasil pembacaan sensor menghasilkan nilai suhu dalam satuan derajat *Celsius* (°C) dan kelembapan dalam satuan *Relative Humidity* (RH).

c. Pengujian Modul *Relay* dan Lampu Ultraviolet (UV)

Pengujian modul *relay* dan lampu ultraviolet (UV) dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengendalikan lampu UV berdasarkan perintah yang diberikan melalui web *dashboard*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa perubahan status lampu UV yang diberikan melalui web *dashboard* dapat diterima oleh *ESP32* dan diterapkan pada modul *relay*.

Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah *ON* dan *OFF* melalui web *dashboard*. *ESP32* kemudian mengambil status UV dari *web server* melalui komunikasi *HTTP*. Status yang diterima digunakan sebagai dasar untuk mengendalikan modul *relay* yang terhubung dengan lampu UV. Modul *relay* yang digunakan memiliki konfigurasi aktif *LOW*, sehingga status *ON* menyebabkan *relay* aktif dan status *OFF* menyebabkan *relay* tidak aktif.

Table 4 Hasil Pengujian Status Lampu UV

No	Waktu Pengamatan	Status
1	23.11.04	OFF
2	23.11.12	ON
3	23.11.09	OFF
4	23.11.06	ON

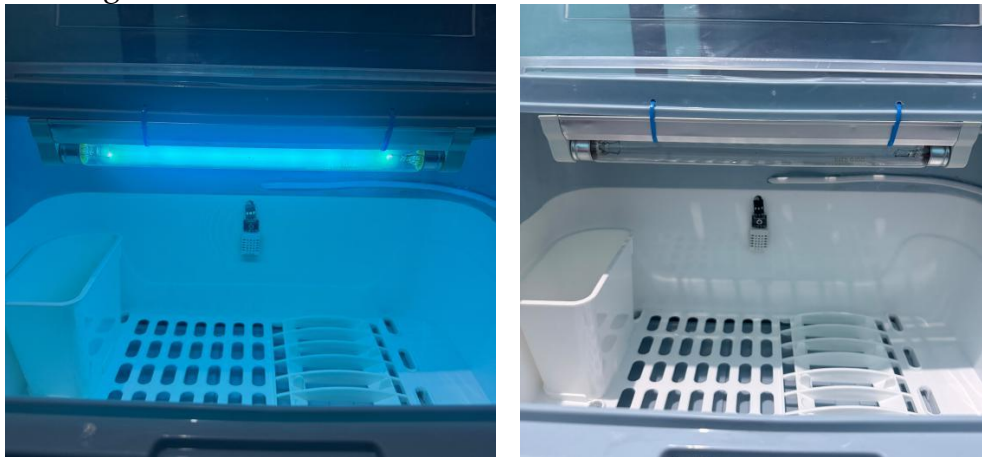
Berdasarkan Tabel 4 Perubahan status tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat menerima perintah pengendalian lampu UV melalui web *dashboard*. Ketika status UV bernilai *ON*, *ESP32* mengaktifkan modul *relay* sehingga lampu UV menyala.

Sebaliknya, ketika status UV bernilai *OFF*, *ESP32* menonaktifkan modul *relay* sehingga lampu UV mati.

Waktu	Status UV
2026-08-25 23:11:14	OFF
2026-08-25 23:11:12	ON
2026-08-25 23:11:09	OFF
2026-08-25 23:11:06	ON

Gambar 5 Hasil Pengujian Status Lampu UV pada Web Dashboard

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan status lampu UV dapat diterima dan diterapkan oleh sistem sesuai dengan perintah yang diberikan. Dengan demikian, fungsi pengendalian lampu UV melalui web *dashboard* telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem.



Gambar 6 Hasil Pengujian Aktivasi Lampu UV

d. Database dan History Monitoring

Pengujian *database* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menyimpan data hasil pembacaan sensor dan status lampu ultraviolet (UV) ke dalam *database*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan oleh *ESP32* dapat diterima dan disimpan oleh *web server* serta dapat ditampilkan kembali pada bagian *history monitoring* di web *dashboard*.

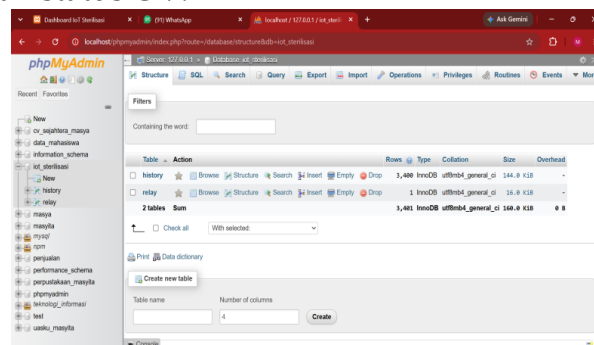
Pengujian *database* dilakukan untuk memastikan data hasil pembacaan sensor dan status lampu ultraviolet (UV) dapat tersimpan dengan baik. *Database* yang digunakan adalah *MySQL* dengan nama *iot_sterilisasi*, yang terdiri dari tabel *history* untuk menyimpan data pemantauan dan tabel *relay* untuk menyimpan status lampu UV. Data yang tersimpan kemudian diperiksa melalui *phpMyAdmin* dan ditampilkan kembali pada bagian *history monitoring* di web *dashboard*.

Table 5 Hasil Pengujian Database dan History Monitoring

No	Parameter Pengujian	Hasil
1	Database <i>iot_sterilisasi</i> dapat diakses	Berhasil
2	Data suhu tersimpan pada tabel <i>history</i>	Berhasil
3	Data kelembapan tersimpan pada tabel <i>history</i>	Berhasil
4	Status UV tersimpan pada sistem	Berhasil
5	Waktu pembacaan tersimpan	Berhasil
6	Data <i>history</i> ditampilkan pada web dashboard	Berhasil
7	Data dapat diperbarui secara berkala	Berhasil

Berdasarkan Tabel 7, database *iot_sterilisasi* dapat digunakan untuk menyimpan data yang dikirimkan oleh *ESP32*. Data hasil pembacaan sensor *DHT22* berupa suhu dan kelembapan tersimpan pada tabel *history* bersama dengan waktu pembacaan dan status lampu UV.

Hasil pengamatan pada *phpMyAdmin* menunjukkan bahwa tabel *history* telah terisi dengan data hasil *monitoring*. Data tersebut kemudian digunakan oleh web *dashboard* untuk menampilkan bagian *history monitoring* yang berisi nomor data, waktu, suhu, kelembapan, dan status UV.

**Gambar 7 Hasil Pengujian Database pada phpMyAdmin**

Selain tabel *history*, database juga memiliki tabel *relay* yang digunakan untuk menyimpan status pengendalian lampu UV. Status tersebut menjadi bagian dari komunikasi antara web *dashboard*, *web server*, dan *ESP32* dalam proses pengendalian lampu UV.

No	Waktu	Suhu	Kelembapan	Status UV
1	2026-08-25 23:11:14	30.0 °C	RH 76.0	OFF
2	2026-08-25 23:11:12	29.9 °C	RH 76.0	ON
3	2026-08-25 23:11:09	29.9 °C	RH 76.1	OFF
4	2026-08-25 23:11:06	29.9 °C	RH 76.0	ON
5	2026-08-25 23:11:03	29.9 °C	RH 76.0	OFF
6	2026-08-25 23:10:17	30.0 °C	RH 75.6	OFF
7	2026-08-25 23:10:14	30.0 °C	RH 75.6	OFF
8	2026-08-25 23:10:11	30.0 °C	RH 75.6	OFF
9	2026-08-25 23:10:08	30.0 °C	RH 75.5	OFF
10	2026-08-25 23:10:05	30.0 °C	RH 75.6	OFF

Gambar 8 Tampilan History Monitoring pada Web Dashboard

Berdasarkan hasil pengujian, proses penyimpanan dan penampilan kembali data dapat berjalan dengan baik. Data yang diterima oleh *web server* dapat disimpan pada *database* dan ditampilkan kembali pada *web dashboard*. Dengan demikian, database telah mampu mendukung fungsi penyimpanan data *monitoring* dan riwayat pengendalian lampu UV pada sistem.

e. Pengujian Web Dashboard

Pengujian web *dashboard* dilakukan untuk mengetahui kemampuan *dashboard* dalam menampilkan informasi hasil pemantauan dan memberikan perintah pengendalian lampu ultraviolet (UV). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikirim oleh *ESP32* dapat ditampilkan pada *dashboard* serta perintah yang diberikan melalui *dashboard* dapat diteruskan ke sistem untuk mengendalikan lampu UV.

Pengujian dilakukan dengan mengakses web *dashboard* melalui browser pada jaringan lokal. Pengamatan dilakukan terhadap tampilan nilai suhu, kelembapan, status lampu UV, tombol *ON* dan *OFF*, serta bagian *history monitoring*. Data yang ditampilkan pada *dashboard* dibandingkan dengan data yang tersimpan pada database untuk mengetahui kesesuaian antara data pada sistem dan tampilan *dashboard*.

Keberhasilan pengujian ditandai dengan *dashboard* mampu menampilkan data suhu dan kelembapan, menampilkan status lampu UV, memberikan pilihan pengendalian *ON* dan *OFF*, serta menampilkan riwayat hasil pemantauan.

Table 6 Hasil Pengujian Web Dashboard

No	Widget	Hasil
1	Suhu	Berhasil
2	Kelembapan	Berhasil
3	Status Lampu UV	Berhasil
4	Tombol <i>ON</i>	Berhasil
5	Tombol <i>OFF</i>	Berhasil
6	<i>History Monitoring</i>	Berhasil

Berdasarkan Tabel 6, seluruh komponen pada web *dashboard* dapat berfungsi dengan baik. *Widget* suhu dan kelembapan berhasil menampilkan data hasil pembacaan sensor *DHT22*. *Widget* status lampu UV berhasil menampilkan kondisi lampu dalam keadaan *ON* atau *OFF* sesuai dengan status yang diterima dari sistem.

Tombol *ON* dan *OFF* juga berhasil digunakan untuk memberikan perintah pengendalian lampu UV melalui web *dashboard*. Selain itu, bagian *history monitoring* berhasil menampilkan data hasil pemantauan yang tersimpan pada sistem.

Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen utama web *dashboard* telah berfungsi sesuai dengan rancangan dan dapat digunakan sebagai antarmuka untuk melakukan pemantauan serta pengendalian sistem.



Gambar 9 Tampilan Web Dashboard Desktop



Gambar 10 Tampilan Web Dashboard Android

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, sistem *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan dan sterilisasi peralatan makan rumah tangga berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan *ESP32*, sensor *DHT22*, modul *relay*, dan lampu ultraviolet (UV). *ESP32* berfungsi sebagai pusat pengendali yang menghubungkan sensor dan modul *relay* dengan *web server* melalui jaringan *Wi-Fi* lokal. Sensor *DHT22* berhasil digunakan untuk memantau suhu dan kelembapan ruang penyimpanan, kemudian data hasil pembacaan dapat dikirimkan oleh *ESP32* ke *web server*, disimpan dalam *database MySQL*, dan ditampilkan melalui *web dashboard* pada bagian *monitoring* dan *history monitoring*. Sistem pengendalian lampu UV juga berhasil diterapkan menggunakan modul *relay*, sehingga perintah ON

dan OFF yang diberikan melalui *web dashboard* dapat diterima oleh ESP32 untuk mengaktifkan atau menonaktifkan lampu UV sesuai dengan status yang diberikan. Selain itu, *web dashboard* berhasil mengintegrasikan fungsi pemantauan dan pengendalian dalam satu antarmuka dengan menampilkan informasi suhu, kelembapan, status lampu UV, tombol kendali ON dan OFF, serta riwayat data hasil pemantauan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi antara ESP32, *web server*, *database MySQL*, dan *web dashboard* dapat berjalan sesuai dengan rancangan, sehingga sistem yang dikembangkan mampu menerapkan mekanisme komunikasi dua arah untuk mendukung proses pemantauan kondisi ruang penyimpanan dan pengendalian lampu UV secara terintegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aosong Electronics Co., L. (2020). DHT22 (AM2302) Digital Temperature and Humidity Sensor Datasheet. Aosong Electronics Co., Ltd. <http://www.aosong.com/en/products-22.html>
- Azis, A., & Sujono, S. (2026). Implementasi Mikrokontroler ESP32 Dan Sensor Kualitas Air Dalam Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi (JMASIF)*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.59431/jmasif.v5i1.716>
- Damayanti Sima Sima Sohilaui, M Fadly Kaliky, & Fitria Tuharea. (2023). Kualitas Fisik Dan Bakteriologi Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan Di Dinas Perpustakaan Dan Kearsipan Provinsi Maluku. *The Journal General Health and Pharmaceutical Sciences Research*, 1(4), 84–94. <https://doi.org/10.57213/tjghpsr.v1i4.146>
- Ilman, M., Universitas, M., Pasuruan, Y., Faizin, A., & Id, A. A. (2025). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN RUANG PRODUKSI OBAT BERBASIS IoT DENGAN MENGGUNAKAN NodeMCU ESP32. *Jurnal Sains Student Research*, 3(6), 408–415. <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i6.6432>
- Kusumah, R., Islam, H. I., & Sobur, S. (2023). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Ruang Data Center. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7(1), 82–88. <https://doi.org/10.30871/jaic.v7i1.5199>
- Muhammad, M. A., Panuju, A. Y. T., Prayitno, H., Pradipta, R. A., Martinus, M., & Akbar, G. I. (2021). Internet of Things Ultraviolet Sterilizer Receiver Box: How to Design and Construct? *International Journal of Electronics and Communications Systems*, 1(2), 69–75. <https://doi.org/10.24042/ijecs.v1i2.10617>
- Muthmainnah, M., Aan Syaifudin, & Ninik Chamidah. (2023). Prototipe Alat monitoring Suhu dan Kelembaban pada Rumah Penyimpan Tembakau Berbasis Internet of Thing (IoT). *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 177–182. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.853>

- Pratama, D., Wijaya, R., & Nugroho, S. A. (2023). Implementasi Sistem Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Breadboard dan Kabel Jumper. *International Journal of Smart Systems Research*, 5(2), 89–96.
- Róžańska, A., Walkowicz, M., Bulanda, M., Kasperski, T., Synowiec, E., Osuch, P., & Chmielarczyk, A. (2023). Evaluation of the Efficacy of UV-C Radiation in Eliminating Microorganisms of Special Epidemiological Importance from Touch Surfaces under Laboratory Conditions and in the Hospital Environment. *Healthcare (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/healthcare11233096>
- Satria, B. (2022). IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(3), 136–144. <https://doi.org/10.56211/sudo.v1i3.95>
- Sutanto, R. R., Fauzan, H. R., & Fathurahman, M. (2025). Analisa Akurasi Pembacaan Suhu oleh Modul DHT22 pada Sistem Monitoring Inkubator Telur Ayam. *Proceedings of SNIV: Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 4(1), 526–534. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sniv/article/view/3915>
- Westerhoff, T., Mally, T., Schlicht, A., Muellner, M., & Zimmermann, H. F. (2023). Evaluation of a tabletop UV-LED device for disinfection of smart devices and tools. *SN Applied Sciences*, 5(6). <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05378-9>