

Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Penyimpanan Obat Dan Vaksin

Lenta Sihite¹, Puji Sari Ramadhan², Sri Kusnasari³

¹Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,3}Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹lentasihite12@gmail.com, ²pujisariramadhan@gmail.com, ³kusnasari@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: lentasihite12@gmail.com

Abstrak

Ruang penyimpanan obat dan vaksin merupakan lingkungan yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembapan. Ketidaksihite12@gmail.com, ²pujisariramadhan@gmail.com, ³kusnasari@gmail.com

Abstract

Drug and vaccine storage areas are highly sensitive to changes in temperature and humidity. Unsuitable environmental conditions can lead to quality degradation and even damage to pharmaceutical products. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based temperature and humidity monitoring system as an automated, real-time monitoring solution for drug and vaccine storage areas. The system was built using a DHT11 sensor to read temperature and humidity, a NodeMCU ESP8266 microcontroller with WiFi connectivity, a buzzer as a warning indicator, and the ThingSpeak platform to display data online. The system was designed as a prototype, capable of providing alerts when temperature values exceed certain limits and periodically sending data to the cloud. Implementation results demonstrated that the system performed effectively and stably in reading temperature and humidity, sending data to ThingSpeak, and providing alerts via the buzzer. Although the system still has limitations, such as the accuracy of the DHT11 sensor and its dependence on an internet connection, this research demonstrates the feasibility of this IoT-based monitoring system and its potential for further development to improve the quality of drug and vaccine storage efficiently and reliably.

Keywords: Temperature, Humidity, IoT, DHT11, NodeMCU ESP8266, ThingSpeak, Vaccine Monitoring.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia kesehatan, keberhasilan suatu pengobatan tidak hanya ditentukan oleh jenis obat yang diberikan, tetapi juga oleh bagaimana obat tersebut disimpan sebelum digunakan. Hal yang sama berlaku untuk vaksin, yang memainkan peran penting dalam mencegah penyebaran penyakit menular. Ketika saya mengamati sistem penyimpanan obat dan vaksin di beberapa fasilitas kesehatan, saya menemukan bahwa masih banyak ruang penyimpanan yang belum dilengkapi dengan sistem pemantauan kondisi lingkungan yang memadai. Hal ini memicu ketertarikan saya untuk menggali lebih dalam mengenai pentingnya menjaga kestabilan suhu dan kelembapan dalam penyimpanan obat dan vaksin.

Ruang penyimpanan obat dan vaksin merupakan lingkungan yang sangat kritis dan perlu diperhatikan, terutama dalam menjaga suhu dan kelembapan udara. Obat dan vaksin sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembapan. Jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, kualitas obat dan vaksin dapat menurun, bahkan menjadi tidak efektif atau berbahaya bagi pengguna. Selain itu, kelembapan udara yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan kemasan obat, pertumbuhan mikroorganisme, atau perubahan komposisi kimia pada obat dan vaksin. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat memonitor kondisi lingkungan ruang penyimpanan obat dan vaksin secara real-time agar kualitasnya tetap terjaga [1].

Suhu ruang penyimpanan obat dan vaksin yang ideal umumnya berkisar antara 2°C hingga 8°C untuk penyimpanan dingin (seperti vaksin) dan 15°C hingga 25°C untuk penyimpanan suhu ruang, tergantung jenis obat. Sedangkan kelembapan udara yang direkomendasikan berada dalam rentang 30% hingga 60% [2]. Jika suhu ruangan melebihi batas optimal, obat dan vaksin dapat mengalami degradasi, mengurangi efektivitasnya, atau bahkan menjadi berbahaya. Sebaliknya, jika suhu terlalu rendah

(terutama di bawah 2°C), beberapa vaksin dapat membeku dan kehilangan potensinya. Kelembapan yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan kemasan dan kontaminasi mikroba. Dalam praktiknya, pemantauan suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin masih sering dilakukan secara manual. Petugas apotek atau tenaga medis mengandalkan termometer dan higrometer konvensional tanpa sistem otomatis yang memberikan peringatan saat kondisi lingkungan tidak sesuai. Hal ini berisiko menyebabkan keterlambatan penanganan jika terjadi fluktuasi suhu atau kelembapan yang membahayakan kualitas obat [3]. Sebagai solusi, sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini. Dengan menggunakan sensor DHT11 (suhu & kelembapan) yang terhubung ke Mikrokontroler ESP8266, sistem ini dapat mengirimkan data secara real-time ke platform ThingSpeak dan memberikan notifikasi jika terjadi penyimpangan. Pengguna dapat memantau kondisi ruangan secara real-time melalui dashboard ThingSpeak.

Hasil implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan manfaat besar bagi apoteker, tenaga medis, atau pengelola fasilitas kesehatan dalam menjaga kualitas obat dan vaksin. Dengan pemantauan otomatis, petugas dapat segera mengambil tindakan jika terjadi ketidaksesuaian suhu atau kelembapan. Sistem ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan fitur seperti log data historis, analisis tren, atau integrasi dengan pendingin/AC otomatis untuk meningkatkan efektivitas penyimpanan. Dengan demikian, sistem monitoring ini menjadi solusi inovatif yang mendukung pengelolaan obat dan vaksin yang lebih aman dan terjamin kualitasnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Pada penelitian sistem monitoring ruang penyimpanan obat dan vaksin ini dibutuhkan adanya metodologi penelitian yang akan membantu dalam melakukan penelitian dan pengujian dari sistem yang akan dibangun[4]. Pada penelitian ini terdapat beberapa metodologi yang akan dibahas. Ada pun beberapa metode pengumpulan data antara lain:

1. Studi Literatur
Studi literatur merupakan langkah awal dalam menyelesaikan masalah dengan mengumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber referensi, seperti jurnal, artikel ilmiah dan website[5]. Tahap ini bertujuan untuk memahami konsep, teori, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin[6].
2. Studi Eksperimen
Studi eksperimen adalah langkah praktis yang dilakukan secara langsung untuk menguji dan mengimplementasikan Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IoT[7]. Tahap ini melibatkan perancangan pengujian, dan evaluasi perancangan, pengujian, dan evaluasi sistem dalam kondisi nyata untuk memastikan fungsi dan keandalannya[8].
3. Pengamatan Langsung
Pada metode ini, akan dilakukan pengamatan langsung terhadap sistem yang telah diimplementasikan untuk mengevaluasi kinerjanya. Selain itu, pengukuran dan perhitungan langsung pada objek yang diteliti juga akan dilakukan[9]. Hasil pengamatan dan perhitungan ini akan digunakan untuk menarik kesimpulan. Jika ditemukan kekurangan, perbaikan pada sistem akan segera dilakukan guna meningkatkan performa dan keandalannya[10].

2.2 Tahapan Penelitian

Kerangka kerja merupakan langkah-langkah yang harus dilalui sehingga penelitian akan berjalan dengan baik. Kerangka kerja biasanya diawali dengan melakukan pengamatan tentang objek yang akan diteliti dan merumuskan masalah dan tujuan yang akan dicapai, kemudian dilanjutkan dengan mencari solusi yang sesuai, dilanjutkan dengan mengimplementasikan metode yang sesuai untuk menyelesaikan masalah yang ditemui, dan setelah semua proses dikerjakan maka akan diakhiri dengan analisa kembali sistem yang dibuat untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan[11]. Gambaran kerja yang dibutuhkan dalam pembuatan penelitian ini adalah sebagai berikut:



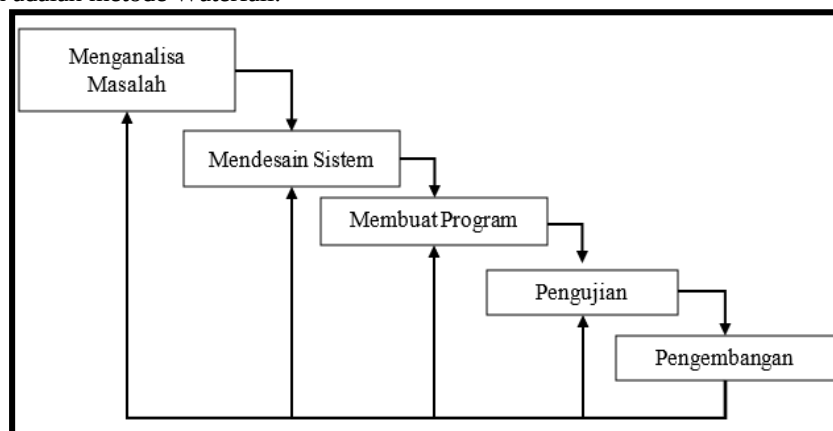
Gambar 1. Tahapan Kerja

Adapun penjelasan kerangka kerja diatas dapat diuraikan dalam beberapa langkah yang akan dilakukan, antara lain sebagai berikut :

1. **Merumuskan Masalah**
Langkah pertama dalam penelitian ini adalah merumuskan masalah dari sistem yang akan dibangun. Hal ini bertujuan untuk menentukan permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian, serta menyusun acuan yang jelas untuk pengembangan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin Berbasis IOT.
2. **Menentukan Tujuan**
Penentuan tujuan penelitian dilakukan agar hasil yang dicapai sesuai dengan harapan. Dalam penelitian ini, tujuan utamanya adalah mengimplementasikan teknologi IoT untuk monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin.
3. **Mempelajari Literatur**
Tahap ini melibatkan pengumpulan dan pemahaman literatur yang relevan dengan penelitian, seperti jurnal dan situs web yang membahas mikrokontroler, pengantar elektronika, serta teknologi IoT. Literatur ini menjadi dasar referensi dalam pengembangan sistem.
4. **Mengumpulkan dan Menganalisis Data**
Data mengenai otomatisasi sistem, IoT, dan kebutuhan penelitian dikumpulkan untuk dianalisis. Analisis mencakup konsep dasar IoT, monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin serta prinsip dasar robotika. Tahap ini bertujuan untuk memahami kemampuan setiap komponen sebelum diintegrasikan.
5. **Implementasi IoT**
Pada tahap ini, teknologi IoT diimplementasikan pada sistem monitoring suhu, memungkinkan pengguna dapat melihat nilai suhu secara jarak jauh. Pemantauan suhu dilakukan melalui platform berbasis web, seperti Thingspeak.
6. **Mendesain Sistem**
Desain sistem dibuat menggunakan aplikasi tiga dimensi, seperti Google SketchUp, untuk menghasilkan rancangan prototype yang sesuai dengan sistem yang akan dibangun.
7. **Pengujian pada Prototype**
Setelah desain selesai, pengujian dilakukan pada prototype sistem. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dirancang dan mengidentifikasi kekurangan atau masalah yang perlu diperbaiki.
8. **Menganalisis Hasil**
Hasil dari sistem yang telah diuji dianalisis untuk mengevaluasi efektivitasnya. Jika terdapat kekurangan, perbaikan dilakukan untuk memastikan sistem memenuhi tujuan dan spesifikasi yang diharapkan.

2.3 Metode Perancangan Sistem

Dalam membangun atau mengembangkan sebuah sistem, umumnya terdapat metode yang sering digunakan untuk membantu proses perancangan, yang disebut metode perancangan sistem. Metode perancangan sistem merupakan bagian yang sangat penting dalam pembangunan maupun pengembangan sebuah sistem. Pada penelitian ini, metode perancangan sistem yang digunakan adalah metode Waterfall.



Gambar 2. Perancangan Sistem *Waterfall*

Berikut ini adalah penjelasan dari perancangan sistem yang terdapat pada gambar diatas untuk diuraikan dalam bentuk pengertian, antara lain:

1. **Menganalisis Masalah**
Tahap ini bertujuan untuk menganalisis rumusan masalah yang ada dan mengumpulkan data terkait alat-alat yang akan digunakan. Setelah masalah teridentifikasi, solusi terbaik akan dicari untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti. Proses ini memastikan bahwa pendekatan yang diambil sesuai dengan kebutuhan dan Dapat menghasilkan solusi yang efektif[12].
2. **Mendesain Sistem**
Pada tahap ini, desain sistem dibuat berdasarkan rancangan alat yang akan diterapkan dalam penelitian. Desain dilakukan dengan menggunakan Software Fritzing untuk merancang rangkaian alat elektronik, serta Software SketchUp untuk membuat desain 3D yang menggambarkan sistem secara keseluruhan. Desain ini berfungsi sebagai panduan untuk implementasi alat dan sistem.
3. **Membuat Program**
Tahap ini melibatkan pembuatan program untuk mengimplementasikan sistem yang dirancang. Program dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman C di platform Arduino IDE. Program ini dirancang untuk monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin, sehingga sistem Dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Program mencakup semua aspek, termasuk pengendalian alat, kirim data, monitoring suhu dan kelembapan, dan eksekusi output. Dengan demikian, sistem diharapkan mampu monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin berbasis IoT secara otomatis dan efisien.
4. **Pengujian**
Pada tahap ini, pengujian dilakukan setelah program selesai dibuat dan dijalankan. Pengujian bertujuan untuk mengevaluasi keberhasilan sistem yang telah dikembangkan, termasuk dalam sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin berbasis IoT. Proses pengujian mencakup evaluasi fungsi kirim data hingga eksekusi output. Setiap aspek sistem diuji untuk memastikan semua fungsi berjalan dengan baik sesuai desain. Jika ditemukan masalah atau ketidaksesuaian, perbaikan dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi optimal.
5. **Pengembangan**
Tahap pengembangan dilakukan setelah sistem melewati tahap pengujian. Sistem akan terus dikembangkan untuk memastikan kelangsungan pengoperasian dan untuk memenuhi kebutuhan atau standar yang diharapkan. Apabila ditemukan kekurangan atau kebutuhan perbaikan, penyesuaian dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas sistem. Tahap ini memastikan sistem Dapat terus berkembang sesuai kebutuhan, terutama dalam monitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin ini.

2.4 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah serangkaian langkah-langkah terstruktur yang dirancang untuk menjelaskan tahapan dalam membangun sebuah sistem yang akan diimplementasikan ke dalam program. Tujuannya adalah untuk mencapai hasil yang diinginkan secara efektif. Langkah-langkah ini menjabarkan proses secara terperinci, mencakup instruksi-instruksi yang harus dijalankan, pemrosesan data yang terlibat, serta logika dan kontrol yang diterapkan.



Gambar 3. Algoritma Sistem

Berikut ini adalah penjelasan dari algoritma sistem yang terdapat pada gambar diatas untuk diuraikan dalam bentuk pengertian, antara lain:

1. **Inisialisasi Sistem**
Inisialisasi sistem adalah tahap persiapan yang meliputi pengaturan Software dan Hardware agar sistem Dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini mencakup konfigurasi, instalasi, dan pengujian berbagai komponen untuk memastikan kestabilan dan kinerja yang optimal sebelum digunakan secara aktif.
2. **Kirim Data**
Kirim data merupakan salah satu tahap penting dalam sistem yang bertugas untuk mengirim nilai suhu dan kelembapan yang dibaca secara Hardware lewat IoT. Pada tahap ini, sensor suhu akan mendeteksi nilai suhu dan kelembapan. Hasil pendeteksian tersebut kemudian akan ditampilkan melalui platform ThingSpeak, memungkinkan pengguna untuk memantau suhu kolam secara jarak jauh dengan mudah.

3. Implementasi IOT

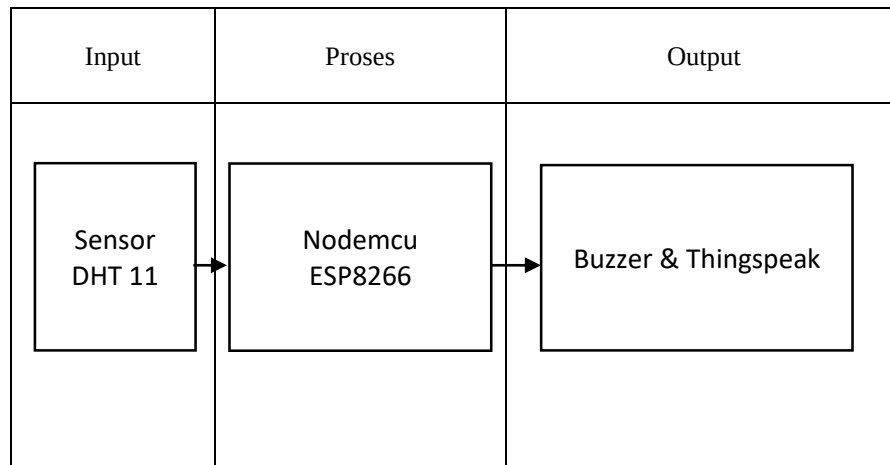
Implementasi IoT adalah bagian dari sistem yang bertugas untuk mengintegrasikan data suhu dan kelembapan yang terdeteksi oleh sensor dengan platform web ThingSpeak. Pada tahap ini, nilai suhu yang terdeteksi oleh sensor secara otomatis akan dikirimkan melalui jaringan Internet of Things ke ThingSpeak dan ditampilkan dalam bentuk angka. Data suhu yang ditampilkan di ThingSpeak hanya berupa angka, tanpa tambahan informasi lain. untuk memastikan tampilan tetap sederhana dan fokus pada informasi utama. Nilai ini diperbarui secara real-time, sehingga pengguna Dapat memantau perubahan suhu dan kelembapan secara langsung melalui perangkat yang terhubung ke internet. Dengan adanya tahap ini, sistem memberikan kemudahan kepada pengguna untuk memastikan suhu dan kelembapan ruang penyimpanan obat dan vaksin tetap sesuai dengan standar yang seharusnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem adalah istilah untuk mendefinisikan komponen-komponen yang lebih khusus secara terstruktur dalam arsitektur sistem. Dalam komputer, terdapat 2 buah komponen perangkat yaitu Hardware (Perangkat Keras) dan Software (Perangkat Lunak). Hardware (Perangkat Keras) adalah kumpulan elemen atau komponen fisik yang menyusun suatu sistem komputer sedangkan Software (Perangkat Lunak) merupakan sebuah data yang dapat diprogram dan disimpan secara digital yang tidak terlihat secara fisik tetapi terdapat dalam sebuah komputer. Dalam arsitektur sistem, akan dijelaskan keterkaitan komponen seperti Input, pemroses dan output yang akan berjalan dalam sebuah arsitektur yang akan dituangkan dalam bentuk Block Diagram.

3.2 Blok Diagram



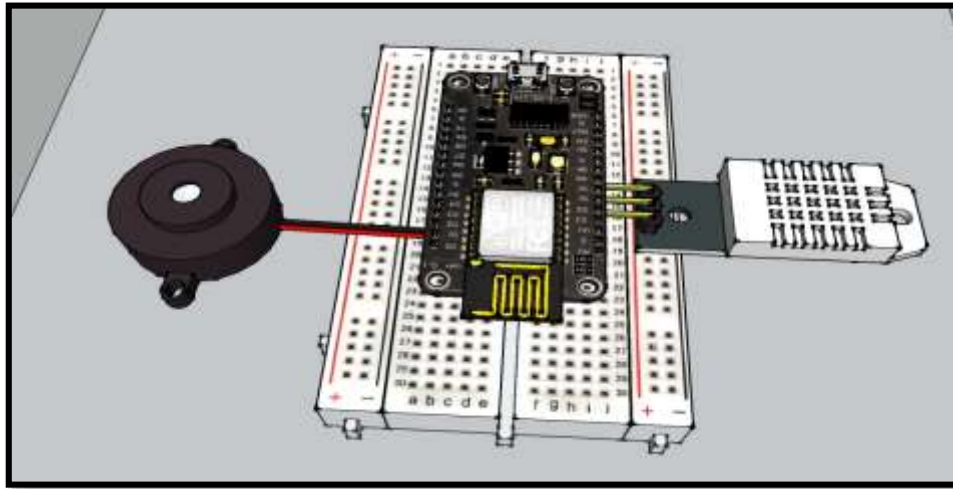
Gambar 4. Blok Diagram

Berdasarkan Block Diagram yang terdapat di atas, Berikut ini adalah penjelasan maksud dan pengertian dari masing-masing komponen seperti Input, pemroses dan output:

1. Input adalah tahapan dalam sebuah komponen yang memberikan masukan terhadap alur kerja sistem.
2. Pemroses adalah tahapan untuk mengendalikan sebuah sistem yang mengatur cara kerja sistem agar antar komponen dapat saling berkomunikasi.
3. Output adalah tahapan dalam sebuah komponen yang memberikan keluaran dari proses dan masukan sehingga menghasilkan keluaran terhadap alur kerja sistem.

3.3 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Berikut merupakan rangkaian keseluruhan dari sistem penyimpanan obat dan vaksin. Sebelum *prototype* dibuat maka akan dilakukan menggambaran rangkaian yang dibuat menggunakan *software fritzing*.



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Tabel 1. Rangkaian Komponen

No	Nodemcu ESP8266	DHT11	Buzzer
1	D4	Pin data	
2	3V	VCC	VCC
3	GND	GND	GND

3.4 Rancangan Keseluruhan Sistem

Berikut ini merupakan rancangan keseluruhan sistem yang dirakit berupa *prototype* sistem.



Gambar 6. Rancangan Keseluruhan Sistem

3.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui fungsi dan kinerja dari keseluruhan sistem. Pengujian ini dimulai dengan menghidupkan sistem dengan cara mencolokkan adaptor agar sistem dapat aktif. Setelah itu, aktifkan hotspot atau WiFi agar sistem dapat terhubung ke internet dan pembacaan nilai sensor dapat terkirim ke ThingSpeak. Selain itu, buzzer akan aktif secara otomatis sebagai peringatan apabila nilai suhu yang terbaca oleh sensor mengalami peningkatan melewati ambang batas yang telah ditentukan.

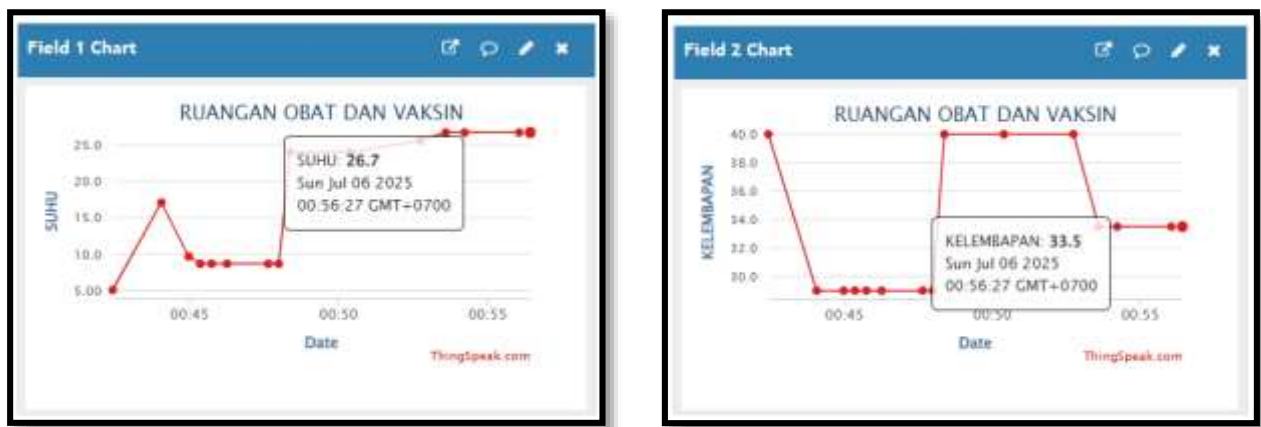
3.5.1 Pengujian Buzzer Aktif

Gambar di bawah ini merupakan hasil dari pengujian sistem monitoring ruangan obat dan vaksin:

```
Suhu: 25.60 °C | Kelembapan: 40.00 %  
BUZZER AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.  
Suhu: 26.70 °C | Kelembapan: 33.50 %  
BUZZER AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.  
Suhu: 26.70 °C | Kelembapan: 33.50 %  
BUZZER AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.  
Suhu: 26.70 °C | Kelembapan: 33.50 %  
BUZZER AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.
```

Gambar 7. Pengujian Buzzer Aktif

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Serial Monitor, diketahui bahwa sensor DHT11 berhasil membaca data suhu sebesar 25.60°C dengan kelembapan 40.00% pada pengukuran pertama. Menariknya, pada kondisi tersebut buzzer sudah dalam keadaan aktif, ditandai dengan pesan "BUZZER AKTIF" yang muncul pada layar Serial Monitor. Setelah itu, sistem kembali mencatat suhu yang konsisten sebesar 26.70°C dengan kelembapan 33.50% sebanyak tiga kali berturut-turut, dan dalam setiap siklus tersebut buzzer tetap aktif. Hal ini menunjukkan bahwa buzzer menyala terus-menerus bahkan ketika suhu belum mencapai nilai ambang batas yang umumnya dianggap tinggi, seperti 30°C.



Gambar 8. Tampilan Thingspeak Buzzer Aktif

Selain itu, dari hasil pengujian juga terlihat bahwa pengiriman data ke ThingSpeak berlangsung dengan lancar. Setelah setiap pembacaan sensor, muncul pesan “Data berhasil dikirim ke ThingSpeak” yang menandakan bahwa Nodemcu ESP8266 telah berhasil terhubung ke internet dan melakukan komunikasi dengan server IoT. Hal ini membuktikan bahwa fitur IoT pada sistem berfungsi dengan baik

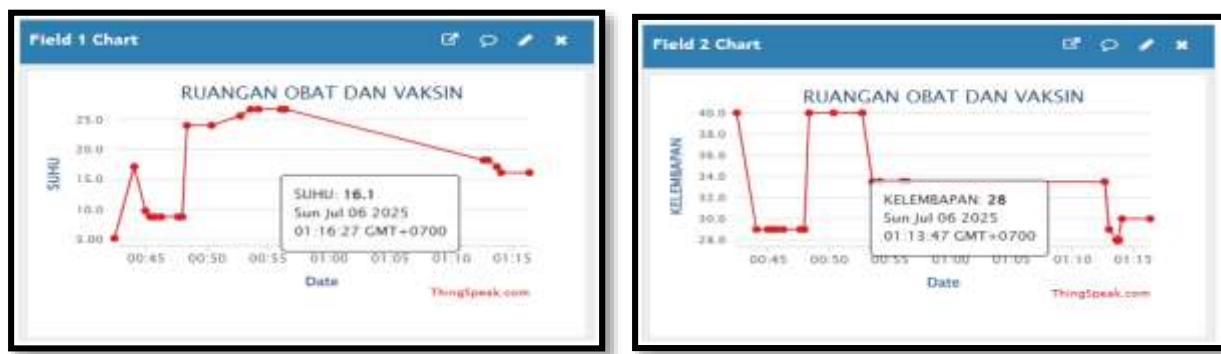
3.5.2 Pengujian Buzzer Tidak Aktif

Gambar di bawah ini merupakan hasil dari pengujian sistem monitoring ruangan obat dan vaksin:

```
Suhu: 18.20 °C | Kelembapan: 29.00 %  
BUZZER TIDAK AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.  
Suhu: 18.20 °C | Kelembapan: 29.00 %  
BUZZER TIDAK AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.  
Suhu: 17.10 °C | Kelembapan: 28.00 %  
BUZZER TIDAK AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.  
Suhu: 16.10 °C | Kelembapan: 30.00 %  
BUZZER TIDAK AKTIF  
Data berhasil dikirim ke ThingSpeak.
```

Gambar 9. Pengujian Buzzer Tidak Aktif

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan, sistem membaca suhu berkisar antara 16.10°C hingga 18.20°C dan kelembapan antara 28.00% hingga 30.00%. Dalam seluruh pembacaan tersebut, sistem secara konsisten menampilkan status "BUZZER TIDAK AKTIF", yang berarti bahwa suhu lingkungan pada saat itu berada di bawah ambang batas suhu yang ditentukan dalam kode program untuk mengaktifkan buzzer. Hal ini menunjukkan bahwa logika pengendalian buzzer berfungsi dengan baik. Buzzer hanya akan aktif ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditetapkan.



Gambar 10. Tampilan *Thingspeak* Buzzer Tidak Aktif

Dari hasil pengujian juga terlihat bahwa pengiriman data ke ThingSpeak berlangsung dengan lancar. Setelah setiap pembacaan sensor, muncul pesan “Data berhasil dikirim ke ThingSpeak” yang menandakan bahwa Nodemcu ESP8266 telah berhasil terhubung ke internet dan melakukan komunikasi dengan server IoT. Hal ini membuktikan bahwa fitur IoT pada sistem berfungsi dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Nodemcu ESP8266, sensor DHT11, buzzer, dan platform ThingSpeak, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Sensor DHT11 mampu membaca suhu dan kelembapan lingkungan secara real-time dengan tingkat kestabilan yang baik. Nilai suhu dan kelembapan berhasil dikirim ke platform ThingSpeak secara berkala dan dapat diakses secara daring sebagai bentuk monitoring jarak jauh. Sistem juga berhasil memberikan peringatan melalui buzzer apabila suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi suhu kritis secara langsung. Selain itu, penggunaan Nodemcu ESP8266 memungkinkan integrasi antara sensor, aktuator (buzzer), dan konektivitas WiFi secara efisien dalam satu mikrokontroler. Keseluruhan sistem menunjukkan potensi untuk digunakan dalam berbagai aplikasi monitoring lingkungan seperti ruang server, rumah kaca, maupun penyimpanan barang sensitif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Puji Sari Ramadhan, S.Kom., M.Kom dan Ibu Dra. Sri Kusnasari, M.Hum., sebagai dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini. Serta semua pihak – pihak terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “IoT Smart Health for Monitoring and Control of Temperature and Humidity of Vaccine and Drug Storage based on Android at Health Center”
<https://jurnal.polines.ac.id/index.php/jaict/article/view/3911> (accessed July 18, 2025).
- [2] Meningkatkan Kualitas Pelayanan Farmasi: Evaluasi Sistem Penyimpanan Obat Berdasarkan Standar Kefarmasian dan Prinsip Syariat Islam di Puskesmas Tlogosari Wetan, Semarang”<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i1.536> (accessed July 18, 2025).
- [3] “evaluasi pengaruh suhu penyimpanan terhadap kadar tablet asam mefenamat dengan spektrofotometri uv-vis
<https://doi.org/10.33024/jaf.v8i1.9742> (accessed July 18, 2025)
- [4] Daria BR Ginting, "Pengaruh Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (AC) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan", 2022.
- [5] Andi Fitra Ariani, " PERANCANGAN SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN INKUBATOR BAYI SERTA UKUR BERAT BADAN BERBASIS IOT", 2021.
- [7] D. Ariani, F. Yuniarti, G. W. Intyanto, and A. S. Pawening, “DGMATH : Media Digital Matematika Berbasis Android untuk Siswa Sekolah Dasar Materi Operasi Bilangan Menggunakan Metode RnD DGMATH : Android-Based Mathematics Digital Media for Elementary School Students Materials on Numbers Operations Using the RnD Method,” vol. 12, no. April, 2022.
- [9] J. Lloret, S. Sendra, L. Garcia, and J. M. Jimenez, “A wireless sensor network deployment for soil moisture monitoring in precision agriculture,” *Sensors*, vol. 21, no. 21, 2021, doi: 10.3390/s21217243.
- [8] Ahmad Royhan, "Simulasi Pendeteksi Kelembapan Pada Tanah Menggunakan Sensor DHT22 Dengan Proteus", 2021.
- [9] A. Taupiko, Z. Azmi, I. Ishak, and M. Dahria, “Alat Penghitung Produksi Kotak Air Menggunakan Teknik Counter Berbasis Mikrokontroler,” *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 2, no. 1, p. 60, 2023, doi: 10.53513/jursik.v2i1.7302.
- [10] N. Nurdiana, “Monitoring Kelembaban Tanah Pada Penyiram Tanaman Otomatis,” *J. TEKNO*, vol. 18, no. 1, p. p-ISSN, 2021.
- [11] Nabil Sarmanda, “Perancangan Antarmuka Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Web Thing Speak sebagai Basis Data dan Notifikasi Pesan melalui Aplikasi WhatsApp”, 2024.
- [12] D. Dzulkifli and F. K. Khansa, “Rancang Bangun Perangkat Nyamuk Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Dan Kelembaban Dht11 Berbasis Arduino Uno,” *Inov. Fis. Indones.*, vol. 11, no. 2, pp. 28–37, 2022, doi: 10.26740/ifi.v11n02.p28-37.