



Prototipe Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Ruang Dingin Berbasis IoT

Aulia Valentina Sulistiawati¹, Daffa Septiani, Yulita Apriani, Fatih Aryaseta Maeridzka, Andry Fitriani*

¹ Universitas Indraprasta PGRI

* E-mail: andryakira@gmail.com

Abstract

Delayed detection of temperature and humidity changes in cold rooms due to non-real-time monitoring systems and lack of integrated early warning can reduce the quality of perishable products such as food, pharmaceuticals, and sensitive chemicals. This study aims to design and develop a prototype of an Internet of Things (IoT)-based cold room monitoring and early warning system. The method used is an experimental approach with prototype development, including system design, implementation, and testing stages. The system utilizes a DHT22 temperature and humidity sensor integrated with an Arduino Uno R4 WiFi microcontroller to transmit real-time data to a cloud platform and send notifications via WhatsApp when thresholds are exceeded. The results show that the system achieves measurement errors below 5% and delivers notifications with an average response time of 20 seconds. Therefore, the proposed prototype has the potential to provide an efficient solution for maintaining stable storage conditions.

Keywords: Internet of Things, Temperature Monitoring, Cold Room, Early Warning System.

Abstrak

Keterlambatan deteksi perubahan suhu dan kelembapan pada ruang dingin akibat sistem pemantauan yang belum *real-time* dan tidak terintegrasi peringatan dini dapat menurunkan kualitas produk yang mudah rusak seperti bahan makanan, obat-obatan, dan bahan kimia sensitif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem pemantauan dan peringatan dini ruang dingin berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pendekatan pengembangan prototipe (*prototype development*) yang meliputi tahap perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Sistem menggunakan sensor suhu dan kelembapan DHT22 yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi untuk mengirimkan data secara *real-time* ke platform *cloud* serta notifikasi melalui WhatsApp. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau kondisi ruang dingin dengan tingkat kesalahan di bawah 5% serta memberikan notifikasi dengan waktu rata-rata 20 detik. Dengan demikian, prototipe ini berpotensi menjadi solusi efisien dalam menjaga kestabilan lingkungan penyimpanan berbasis IoT.

Kata kunci: Internet of Things, Pemantauan Suhu, Ruang Dingin, Sistem Peringatan Dini.

How to Cite: Sulistiawati, A.V., Septiani, D., Apriani, Y., Maeridzka, F.A., & Fitriani, A. (2026). Prototipe Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Ruang Dingin Berbasis IoT. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 7 (1), 9-18.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi digital dan *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang besar dalam berbagai bidang, termasuk sistem pemantauan pada lingkungan. *Internet of*

Things (IoT) merupakan suatu jaringan yang menghubungkan berbagai objek yang memiliki identitas pengenalan serta alamat IP, sehingga dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi mengenai dirinya maupun lingkungan yang diindera (Silalahi & Dian, 2021). Penerapan teknologi IoT memungkinkan pengawasan kondisi fisik seperti suhu, kelembapan, dan tekanan udara dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh (Zakaria, 2024). Hal ini memberikan kemudahan dalam proses pengendalian dan pengambilan keputusan berbasis data secara cepat serta efisien. Dalam konteks industri dan penyimpanan produk sensitif, kemampuan sistem untuk memantau dan merespons perubahan kondisi lingkungan secara otomatis menjadi kebutuhan yang semakin penting.

Kebutuhan akan sistem penyimpanan yang mampu menjaga kestabilan suhu dan kelembapan menjadi semakin penting di berbagai sektor, seperti industri makanan, farmasi, dan kimia. Produk-produk yang bersifat mudah rusak (*perishable goods*) memerlukan kondisi lingkungan yang terkontrol agar kualitas dan masa simpannya dapat dipertahankan (Prasetya et al., 2020). Ketidakstabilan suhu maupun kelembapan dapat menyebabkan penurunan mutu produk, kontaminasi, bahkan kerugian ekonomi yang signifikan (Izzati, 2024). Oleh karena itu, pengawasan terhadap kondisi ruang dingin secara kontinu menjadi aspek yang sangat krusial dalam rantai penyimpanan dan distribusi produk sensitif tersebut.

Cold room (Ruang Dingin) merupakan salah satu fasilitas penting untuk menyimpan produk yang peka terhadap suhu, seperti makanan, obat-obatan, dan bahan kimia. Suhu di dalam *cold room* harus dipantau secara ketat untuk menjaga kualitas produk (Azizah et al., 2025). Ini meningkatkan efisiensi pemeliharaan *cold room* di berbagai industri, termasuk rumah sakit, laboratorium, dan restoran. Namun, pada praktiknya masih ditemukan berbagai kendala dalam pengelolaannya, terutama pada sistem pemantauan yang masih bersifat manual atau belum terintegrasi dengan sistem peringatan dini. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan suhu dan kelembapan, sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan produk sebelum tindakan penanganan dilakukan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan suhu berbasis IoT dengan memanfaatkan berbagai jenis sensor dan platform komunikasi. Namun, sebagian besar masih memiliki keterbatasan pada aspek kepraktisan, kecepatan notifikasi, serta integrasi dengan layanan pesan instan yang lebih mudah diakses pengguna. Seperti penelitian oleh Maulana dkk. (2023) dengan judul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IoT: Studi Kasus Ruang IT Telkom Surabaya" mendapatkan kesimpulan sistem tersebut hanya mampu melacak suhu dalam rentang 16 hingga 27 derajat Celsius, dan kelembapan antara 40 hingga 60 persen, juga menggunakan bot telegram untuk notifikasinya. Penelitian lain dari Santosa dkk. (2023) berjudul "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IoT pada Gudang Penyimpanan PT Sakafarma Laboratories" yang mendapatkan hasil pada *User* hanya mampu mengimplementasikan sistem dalam waktu 1 menit dan kurangnya daya listrik perangkat. Selain itu, banyak sistem yang dikembangkan hanya menampilkan data pada antarmuka *web* tanpa adanya peringatan otomatis yang responsif terhadap kondisi kritis. Hal ini menunjukkan perlunya inovasi yang dapat menggabungkan kemudahan pemantauan, akurasi sensor, serta sistem peringatan dini yang terintegrasi dengan aplikasi pesan populer.



Gambar 1. *Cold Room* yang dijual PT. XXX

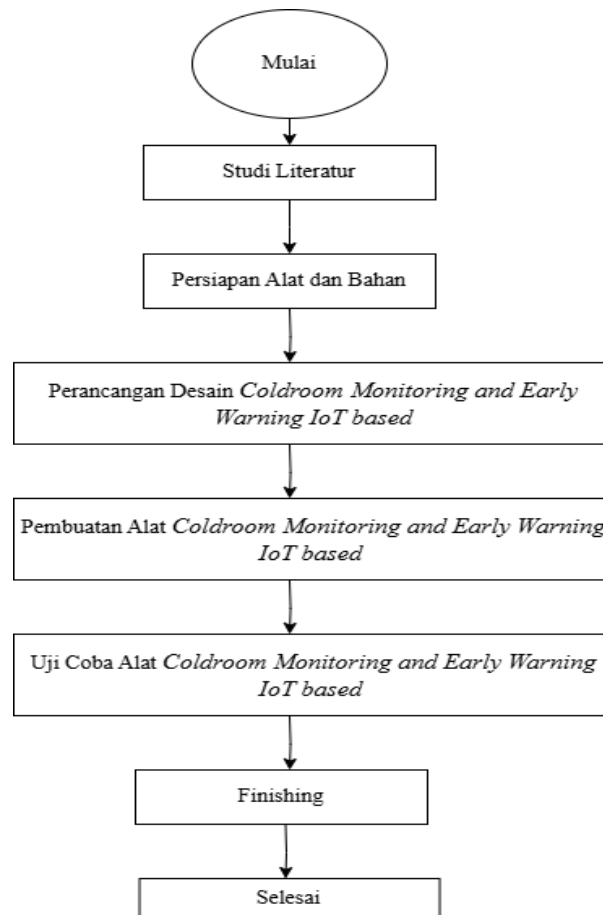
Selain itu, berdasarkan pengamatan terhadap produk yang tersedia di pasaran, sistem *cold room* yang ada umumnya masih memiliki keterbatasan. Sebagai contoh, sistem dari PT. XXX hanya mampu memberikan notifikasi melalui SMS jika terjadi gangguan. Notifikasi yang diberikan berisi informasi nomor *cold room* yang mengalami masalah tanpa adanya informasi detail bagian mana yang mengalami masalah dan tidak adanya pemantauan suhu secara *real-time* kemudian juga tidak ada data suhu yang terekam. Maka dibutuhkan produk *cold room* yang lebih berkembang, salah satunya memakai sistem *Internet of Things* (IoT).

Pengalaman sistem IoT yang terus berkembang dapat digunakan sebagai pembelajaran akan teknologi saat ini yang memudahkan dalam melakukan pekerjaan (Yusuf & Sodik, 2023). Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah belum tersedianya sistem pemantauan *cold room* berbasis IoT yang mampu memberikan data suhu dan kelembapan secara *real-time*, dilengkapi dengan pencatatan data historis, serta sistem peringatan dini yang cepat, informatif, dan mudah diakses oleh pengguna.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantauan dan peringatan dini ruang dingin berbasis IoT dengan menggunakan sensor suhu dan kelembapan DHT22 yang terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi. Sistem ini dirancang untuk mengirimkan data secara *real-time* ke platform *cloud* dan memberikan notifikasi otomatis melalui aplikasi WhatsApp ketika suhu atau kelembapan melampaui ambang batas yang telah ditentukan. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pemantauan dan mempercepat respon terhadap perubahan kondisi lingkungan penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengembangan prototipe (*prototype development method*) yang berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemantauan suhu dan kelembapan ruang dingin berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode prototipe akan menghasilkan prototipe sistem untuk membantu pengembang dan pengguna berinteraksi selama proses pengembangan sistem (Kustanto et al., 2024). Tahapan penelitian seperti diagram alir berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

1. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan penelusuran dan analisis mendalam terhadap berbagai literatur ilmiah, jurnal, dan publikasi terkait. Tujuannya adalah untuk memahami landasan teori, teknologi terkini dalam *Internet of Things (IoT)*, dan sistem pemantauan suhu. Hasil dari studi ini menjadi landasan kuat untuk perancangan sistem yang lebih canggih, terutama dalam hal pemantauan *real time* dan notifikasi detail.

2. Tahap Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini melibatkan proses identifikasi dan mengamankan semua komponen yang dibutuhkan. Pemilihan sensor suhu akurat (DHT22), mikrokontroler (Arduino Uno R4 WiFi) yang memiliki kemampuan pemrosesan data mumpuni dan untuk konektivitas dengan *cloud*.

3. Tahap Perancangan Desain Alat

Tahap ini untuk merancang skema rangkaian elektronik dan antarmuka pengguna (*user interface*) untuk sistem pemantauan. Desain ini dibuat dengan mempertimbangkan efisiensi daya, kemudahan instalasi, dan skalabilitas sistem agar prototipe ini dapat dikembangkan lebih lanjut di masa depan.

4. Tahap Pembuatan Alat

Berdasarkan desain yang telah disiapkan, mikrokontroler diprogram untuk membaca data sensor dan mengendalikan *relay*, serta fungsionalitas setiap bagian diuji secara parsial. Membuat koneksi ke aplikasi WhatsApp dan pembuatan sistem pengiriman pesan otomatis ke pengguna. Tahap ini merupakan realisasi fisik dari rancangan, mengubah ide menjadi prototipe yang nyata.

5. Tahap Uji Coba

Prototipe yang sudah dibuat kemudian melalui serangkaian uji coba. Pengujian dilakukan untuk memvalidasi akurasi pembacaan sensor suhu dan kelembapan kemudian menguji respons *relay* terhadap perubahan suhu, dan memastikan konektivitas nirkabel berjalan stabil. Uji coba ini juga mencakup verifikasi kemampuan sistem untuk mengirimkan peringatan dini yang akurat saat suhu melebihi ambang batas. Suhu adalah besaran derajat yang menentukan panas dan dingin terhadap suatu benda dan alat dengan energi dari suatu benda (Raharjo et al., 2019). Kelembapan adalah kandungan dari uap air yang berada dalam udara, makin tinggi suhu maka banyak kandungan uap air (Waworundeng et al., 2021). Pada penelitian ini, pengukuran suhu menggunakan skala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan menggunakan persen (%). Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan beberapa teknik, yaitu observasi langsung, pencatatan data otomatis, pengukuran pembanding (kalibrasi) dan dokumentasi sistem. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi: 1) sensor suhu dan kelembapan DHT22; 2) Mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi; 3) Termometer dan hygrometer digital sebagai alat validasi; 4) Aplikasi monitoring berbasis *cloud*; 5) Sistem notifikasi WhatsApp.

6. Tahap Evaluasi

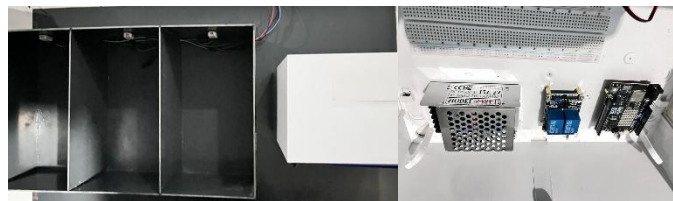
Sebagai tahap terakhir, dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap hasil uji coba. Data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengidentifikasi setiap potensi masalah atau kekurangan dalam desain. Hasil evaluasi ini akan menjadi dasar untuk perbaikan dan penyempurnaan sistem, memastikan bahwa prototipe *cold room* monitoring berfungsi dengan optimal dan memenuhi tujuan yang diharapkan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Teknik analisis yang digunakan meliputi analisis akurasi sensor, analisis kestabilan sistem, dan analisis respon sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Prototipe sistem pemantauan dan peringatan dini ruang dingin berbasis IoT ini dirancang dengan tiga komponen utama, yaitu sensor DHT22, mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi, dan platform *cloud* yang berfungsi sebagai media pengiriman data dan notifikasi. Sensor DHT22 berperan dalam mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan secara kontinu (Islam et al., 2016). Sedangkan Arduino Uno R4 WiFi berfungsi sebagai pengolah data dan pengirim informasi ke platform *cloud* melalui koneksi WiFi (Lukman et al., 2024). Data yang diterima kemudian dikirimkan secara otomatis ke aplikasi WhatsApp pengguna melalui layanan API (*Application Programming Interface*) ketika parameter lingkungan melampaui ambang batas yang telah ditentukan.

Sensor suhu dan kelembapan DHT22 dihubungkan dengan mikrokontroler menggunakan kabel jumper, yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi suhu *cold room* secara *real-time*. Data suhu dan kelembapan yang terbaca kemudian dikirim dan dimonitor secara langsung melalui platform *web ThingSpeak* dalam bentuk grafik, sehingga memudahkan pemantauan kondisi *cold room* (ruang dingin) dari jarak jauh. Sistem ini juga dilengkapi dengan *relay* 5V dan *relay* 220VAC.



Gambar 3. Pemasangan DHT22 dan komponen pada *coldroom*

Pada rancangan prototipe ini, digunakan *buzzer alarm* 12V untuk mengeluarkan sinyal peringatan audio apabila suhu *coldroom* melewati batas ambang yang telah ditentukan atau terjadi trip pada kompresor, blower, maupun listrik mati secara keseluruhan di gedung tempat *coldroom* berada. Selain itu, alat ini terintegrasi dengan layanan *cloud Text Me Bot* yang memungkinkan notifikasi alarm dan kondisi trip tersebut dikirim secara otomatis melalui WhatsApp ke teknisi yang telah didaftarkan. Dengan adanya notifikasi ini, teknisi dapat merespon secara cepat meskipun tidak sedang berada di lokasi, sehingga meminimalisasi kerusakan dan kerugian akibat gangguan operasional *coldroom*. Selain itu, pada panel *cold room* terdapat tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*) dengan ukuran 20x4 yang terintegrasi sebagai antarmuka visual. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama (Supegina & Sukindar, 2014). LCD ini menampilkan data suhu serta lokasi *cold room* secara *real-time* sehingga operator juga dapat memantau kondisi *cold room* secara langsung.



Gambar 4. Integrasi komponen-komponen dengan LCD pada panel *coldroom*

Sebagai sumber daya, alat ini menggunakan power supply 12V yang mendukung kestabilan perangkat dan efisiensi energi. Seluruh komponen perangkat seperti *relay*, sensor, *buzzer*, dan mikrokontroler dirakit menjadi satu kesatuan yang kokoh dengan dukungan kabel penghubung dan rangkaian proteksi. Pengujian dilakukan secara berulang di laboratorium guna memastikan ketepatan pengukuran suhu, respons alarm, dan kehandalan pengiriman notifikasi.



Gambar 5. Tampilan Prototipe Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Ruang Dingin Berbasis IoT

Pada hasil pengujian sensor yaitu uji akurasi yang dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DHT22 dengan alat ukur standar thermo-hygrometer digital. Pengujian akurasi sensor dilakukan pada tiga kondisi suhu yang merepresentasikan rentang operasional ruang dingin, yaitu 5°C (normal), 15°C (mendekati batas atas), dan 35°C (kondisi abnormal).

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor DHT22

Kondisi	Suhu (°C)	Suhu DHT22 (°C)	Selisih (%)	Kelembapan (%)	Kelembapan DHT22 (%)	Selisih (%)
1	5	5.1	2.0	75.0	76.2	1.6
2	15	15.2	1.0	78.0	78.5	0.6
3	35	34.6	1.1	82.0	83.0	1.2

Kemudian persentase hasil pengujian akurasi sensor didapatkan dengan menggunakan rumus dasar persentase kesalahan (*error*)/galat persentase eror. Galat persentase memberikan perbedaan antara nilai eksak dan nilai perkiraan, dan membantu untuk melihat seberapa dekat estimasi terhadap nilai riil (Arifin et al., 2020). Dengan persamaannya yaitu:

$$Error(\%) = \frac{|X_s - X_r|}{X_r} \times 100\%$$

Keterangan:

X_s = hasil pembacaan sensor DHT22

X_r = hasil pembacaan dari thermo-hygrometer digital

$|X_s - X_r|$ = selisih absolut (nilai positif dari perbedaan dua angka)

Sehingga dari rumus didapatkan rata-rata *error* pada suhu:

$$Error \text{ suhu pada kondisi } 5^\circ\text{C} = \frac{|5.1 - 5|}{5} \times 100\% = 2\%$$

$$Error \text{ suhu pada kondisi } 15^\circ\text{C} = \frac{|15.2 - 15|}{15} \times 100\% = 1.33\%$$

$$Error \text{ suhu pada kondisi } 35^\circ\text{C} = \frac{|34.6 - 35|}{35} \times 100\% = 1.14\%$$

Kemudian dihitung rata-rata kesalahan suhu dari sensor secara keseluruhan:

$$Error \text{ suhu rata - rata} = \frac{2.0 + 1.33 + 1.14}{3} = 1.49\%$$

Sedangkan dari rumus didapatkan rata-rata *error* pada kelembapan:

$$Error \text{ kelembapan pada kondisi } 75\% = \frac{|76.2 - 75|}{75} \times 100\% = 1.6\%$$

$$Error \text{ kelembapan pada kondisi } 78\% = \frac{|78.5 - 78|}{78} \times 100\% = 0.64\%$$

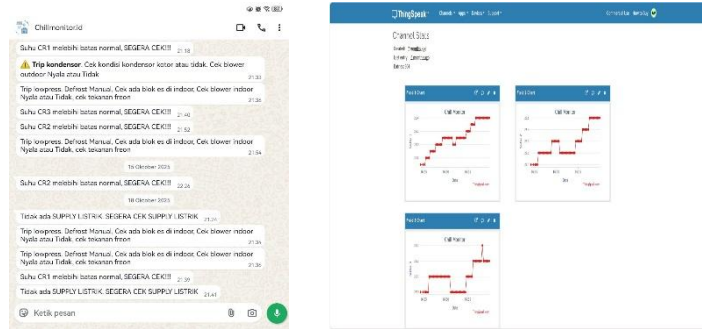
$$Error \text{ kelembapan pada kondisi } 82\% = \frac{|83 - 82|}{82} \times 100\% = 1.21\%$$

Kemudian dihitung rata-rata kesalahan kelembapan dari sensor secara keseluruhan:

$$Error \text{ kelembapan rata - rata} = \frac{1.6 + 0.64 + 1.21}{3} = 1.15\%$$

Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata kesalahan dengan menggunakan rumus dasar persentase kesalahan (*error*) didapatkan pembacaan suhu sebesar 1.49% dan kelembapan sebesar 1.15%. Nilai ini di bawah 5%, sehingga akurasi sangat baik dan layak digunakan dalam sistem pemantauan IoT untuk ruang dingin. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi yang baik untuk digunakan dalam sistem pemantauan suhu dan kelembapan ruang dingin.

Hasil uji coba pengiriman data dari sensor ke *cloud* berlangsung rata-rata setiap 20 detik dan waktu tanggap (*response time*) sistem dalam mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp juga tercatat rata-rata 20 detik, yang masih berada dalam batas ideal untuk sistem peringatan dini. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi antara Arduino Uno R4 WiFi dan platform *cloud* memberikan performa yang stabil. Sistem mampu melakukan pemantauan secara *real-time* dan memberikan peringatan secara cepat ketika terjadi kondisi abnormal. Kelebihan lain adalah kemudahan akses data melalui antarmuka *web* dan pesan instan, yang menjadikan sistem ini lebih praktis dibandingkan dengan sistem monitoring konvensional yang hanya berbasis tampilan lokal.



Gambar 6. Uji coba peringatan melalui WhatsApp dan pemantauan *real-time* melalui *web ThingSpeak*

Pembahasan

Keunggulan sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini terletak pada integrasi notifikasi WhatsApp, yang lebih efisien dan mudah diakses oleh pengguna dibandingkan penggunaan *e-mail* atau *dashboard web* semata. WhatsApp, sebagai aplikasi pesan yang banyak digunakan dengan tingkat keterbacaan pesan (lebih dari 90%) memiliki potensi besar dalam mendukung sistem pengingat aset secara *real-time* (Setiawan & Suharjo, 2025). Selain itu, pemanfaatan mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi memberikan kemudahan dalam koneksi langsung ke jaringan internet tanpa modul tambahan. Prototipe diimplementasikan dalam sebuah ruang dingin mini dengan dimensi 1×1×1 meter sebagai simulasi kondisi penyimpanan aktual. Sensor DHT22 ditempatkan pada posisi tengah untuk memperoleh representasi suhu dan kelembapan yang stabil. Mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi dihubungkan dengan catu daya dan jaringan WiFi lokal, kemudian dikonfigurasi agar dapat mengirimkan data ke platform *ThingSpeak* sebagai media penyimpanan *cloud*. Selain itu, API WhatsApp digunakan untuk mengirimkan pesan peringatan ke pengguna apabila nilai suhu atau kelembapan berada di luar ambang batas.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu menghasilkan tingkat kesalahan pembacaan di bawah 5%, yang menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup baik untuk kebutuhan monitoring ruang dingin. Waktu respon notifikasi rata-rata sebesar 20 detik menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan peringatan dini secara relatif cepat, meskipun masih dipengaruhi oleh kestabilan jaringan internet. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sistem yang dikembangkan memiliki keunggulan pada aspek kecepatan notifikasi dan kemudahan akses pengguna. Penelitian sebelumnya cenderung menggunakan platform seperti Telegram atau hanya menampilkan data pada *dashboard web*, sedangkan sistem ini mengintegrasikan notifikasi langsung melalui WhatsApp yang lebih umum digunakan.

Namun demikian, sistem ini masih memiliki keterbatasan, di antaranya ketergantungan pada koneksi internet yang dapat mempengaruhi kecepatan pengiriman data dan notifikasi. Selain itu, skala pengujian masih terbatas pada prototipe kecil sehingga perlu pengujian lebih lanjut pada skala industri untuk memastikan keandalan sistem dalam kondisi nyata. Secara keseluruhan, sistem pemantauan dan peringatan dini berbasis IoT ini berpotensi diterapkan pada berbagai sektor seperti rumah sakit, industri farmasi, dan penyimpanan makanan, karena mampu meningkatkan efektivitas pengawasan serta mempercepat respons terhadap perubahan kondisi lingkungan.

PENUTUP

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem pemantauan dan peringatan dini ruang dingin berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai

solusi atas keterbatasan sistem monitoring yang belum *real-time* dan tidak terintegrasi dengan peringatan dini. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor DHT22 dan mikrokontroler Arduino Uno R4 WiFi mampu memantau suhu dan kelembapan secara *real-time* serta mengirimkan notifikasi otomatis melalui platform *cloud* dan aplikasi WhatsApp ketika terjadi penyimpangan dari ambang batas yang ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kesalahan pembacaan di bawah 5% dan waktu respon notifikasi rata-rata 20 detik, yang menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang cukup akurat dan responsif.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi sistem monitoring berbasis IoT dengan notifikasi WhatsApp yang lebih mudah diakses pengguna dibandingkan platform konvensional. Sistem ini berpotensi meningkatkan efektivitas pengawasan serta mempercepat respon terhadap kondisi kritis pada penyimpanan produk sensitif seperti bahan pangan dan farmasi.

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan penambahan fitur kendali otomatis (*closed-loop control*) pada perangkat pendingin, integrasi penyimpanan data historis yang lebih komprehensif, serta pengujian pada skala lapangan yang lebih luas untuk mengevaluasi performa sistem dalam kondisi operasional nyata. Selain itu, optimalisasi kestabilan koneksi jaringan juga perlu diperhatikan guna meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Kusuma, W. A., & Syaifuddin, S. (2020). Monitoring jarak tempuh lari menggunakan sensor accelerometer. *Jurnal Repositor*, 2(6), 795-801.
- Azizah, I., Daging, I. K., & Nazaruddin, N. (2025). Optimalisasi Pemantauan Suhu Dan Kelembaban Cold Storage Dengan Data Logger Elitech Rc4 Hc: Analisis Kasus Di PT. Delta Mina Perkasa. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 8(1), 19–23.
- Islam, H. I., Nabilah, N., Atsaurry, S. S., Saputra, D. H., Pradipta, G. M., Kurniawan, A., ... Irzaman, I. (2016). Sistem kendali suhu dan pemantauan kelembaban udara ruangan berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor dht22 dan passive infrared (pir). In *Joint Prosiding IPS dan Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 5, pp. SNF2016-CIP).
- Izzati, A. N. (2024). Evaluasi Teknik Penyimpanan Kacang Kedelai dalam Upaya Peningkatan Kualitas Kacang Kedelai Produksi Dalam Negeri. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1(1), 11-26.
- Kustanto, P., Khalil, R. B., & Noe'man, A. (2024). Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif. *Journal of Students 'Research in Computer Science*, 5(1), 83–94.
- Lukman, M. P., Hamdani, Naim, K., Asri, A., Said, S., Lukman, M. W. P., Imraatusshoalihah, Miratunisa, N., Maryam, S. (2024). *Mikrokontroller Dan Internet Of Things*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Maulana, R. F., Ramadhan, M. A., Maharani, W., & Maulana, M. I. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT Studi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 1(3), 224–231.
- Prasetya, M. C., Rosyida, E. E., & Efendi, I. B. (2020). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Pesediaan Pada Produk Perishable Dengan Menggunakan Metode Single Vendor Multi-Retail. *Bachelor Thesis*. Universitas Islam Majapahit.
- Raharjo, E. B., Marwanto, S., & Romadhona, A. (2019). Rancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Server Berbasis Internet of Things. *Teknika*, 6(2), 61–68.
- Santosa, R., Sari, P. A., & Sasongko, A. T. (2023). Sistem monitoring suhu dan kelembaban

- berbasis IoT (Internet of thing) pada gudang penyimpanan PT Sakafarma Laboratories. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 5(4), 391–400.
- Setiawan, H., & Suharjo, I. (2025). Perancangan Dashboard Sistem Notifikasi Otomatis Aset Berbasis WhatsApp API Dengan Pendekatan Waterfall. *Jurnal Komputer, Informasi Dan Teknologi*, 5(1), 11.
- Silalahi, F. D., & Dian, J. (2021). Implementasi internet of things (IoT) dalam monitoring suhu dan kelembaban ruang produksi obat non steril menggunakan Arduino berbasis web. *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer*, 13(2), 62–68.
- Supegina, F., & Sukindar, D. (2014). Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna Led Rgb Dengan Display Lcd Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(1), 143417.
- Waworundeng, J. M. S., Dumanaw, O., & Rumawouw, T. (2021). Prototipe Detektor Suhu dan Kelembaban Berbasis IoT di Ruang Server Sistem Informasi Universitas Klabat. *CogITO Smart Journal*, 7(1), 193–203.
- Yusuf, M., & Sodik, M. (2023). Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan fasilitas dan infrastruktur lembaga pendidikan Islam. *PROPHETIK: Jurnal Kajian Keislaman*, 1(2), 65–82.
- Zakaria, B. (2024). Monitoring Suhu Kelembapan dan Tekanan Udara Menggunakan Jaringan LoRa di Lingkungan Perkotaan. *Undergraduate Thesis*. Universitas Dinamika.