

SISTEM MONITORING SUHU NIRKABEL PADA COLD ROOM BERBASIS DATA LOGGER DENGAN INTEGRASI PLATFORM TELEGRAM

Evriyan Dandi^{1*}, Gaguk Firasanto², M Syekhurohim³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang; Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Barat, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

Keywords:

Monitoring System;
Cold Room;
Data Logger;
Telegram Platform.

Correspondent Email:

evriyandandi232000@gmail.com

Abstrak. Kestabilan suhu pada cold room merupakan faktor penting dalam menjaga kualitas produk, sehingga dibutuhkan sistem monitoring berbasis Internet of Things yang mampu mencatat data suhu secara berkala serta memberikan notifikasi online melalui integrasi dengan platform Telegram. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembuatan, pengujian dan implementasi dari sistem monitoring suhu nirkabel. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) yang terintegrasi dengan sensor DS18B20, modul microSD sebagai data logger, serta notifikasi online melalui aplikasi Telegram. Berdasarkan hasil penelitian, sistem di menggunakan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) yang terintegrasi dengan sensor suhu DS18B20, modul microSD sebagai media penyimpanan data, serta aplikasi Telegram sebagai sarana notifikasi online. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan suhu secara kontinu dan stabil, dengan nilai rata-rata suhu berada pada kisaran 3,90 °C hingga 4,20 °C serta fluktuasi suhu yang masih dalam batas wajar untuk cold room. Sistem juga mampu mendeteksi anomali suhu di atas ambang batas 10 °C dan mengirimkan notifikasi peringatan secara online melalui Telegram dengan waktu respons kurang dari atau sama dengan 5 detik.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Temperature stability in the cold room is an important factor in maintaining product quality, so an IoT-based monitoring system is needed that is able to record temperature data periodically and provide online notifications through integration with the Telegram platform. This study aims to determine the technical obstacles that could potentially occur in implementing a wireless temperature monitoring system and whether the wireless temperature monitoring system simplifies the routine temperature monitoring process by the maintenance team. The system was built using an ESP8266 microcontroller (NodeMCU) integrated with a DS18B20 sensor, a microSD module as a data logger, and online notifications via the Telegram application. Based on the research results, the system was designed using an ESP8266 microcontroller (NodeMCU) integrated with a DS18B20 temperature sensor, a microSD module for data storage, and the Telegram application for real-time notification. Test results indicate that the system is capable of continuously and stably monitoring temperature, with average temperature values ranging from 3.90 °C to 4.20 °C and temperature fluctuations still within acceptable limits for a cold room. The system is also capable of detecting temperature anomalies above the 10 °C threshold and sending online warning notifications via Telegram with a response time of less than or equal to 5 seconds.

1. PENDAHULUAN

Pengendalian suhu pada cold room merupakan aspek penting dalam menjaga kualitas produk pangan selama proses penyimpanan. Fluktuasi suhu yang terjadi akibat aktivitas operasional dan keterbatasan sistem pemantauan dapat menimbulkan risiko kerusakan produk apabila tidak terdeteksi secara cepat [1]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring suhu yang akurat, kontinu, dan mampu memberikan peringatan dini [2]

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring suhu berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan secara real-time dan pencatatan data suhu. Namun, sebagian sistem tersebut belum dilengkapi dengan mekanisme notifikasi yang efektif serta belum diterapkan secara optimal pada lingkungan cold room industri distribusi [3].

Pemanfaatan platform Telegram melalui Bot API memungkinkan pengiriman notifikasi suhu secara otomatis dan real-time kepada pengguna [4]. Bot API Telegram bekerja menggunakan mekanisme berbasis HTTP yang memungkinkan perangkat seperti mikrokontroler atau single-board computer terhubung langsung dengan server Telegram [5]. Melalui metode seperti sendMessage dan getUpdates, sistem dapat mengirimkan data hasil pembacaan sensor secara berkala maupun berdasarkan kondisi tertentu [6]. Meskipun demikian, integrasi sistem monitoring suhu nirkabel dengan data logger dan notifikasi Telegram dalam satu sistem terintegrasi masih terbatas [7].

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem monitoring suhu nirkabel pada cold room berbasis data logger dengan integrasi Telegram. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan sistem monitoring terintegrasi yang mampu melakukan pemantauan suhu, penyimpanan data historis, dan pengiriman peringatan secara online pada cold room.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Cold Room

Cold room merupakan fasilitas penyimpanan bersuhu rendah yang digunakan untuk menjaga mutu dan keamanan produk yang mudah rusak. Pemantauan suhu secara kontinu terbukti mampu mempertahankan

kesegaran produk serta menekan laju kerusakan akibat perubahan lingkungan [8]. Namun, sistem pemantauan konvensional yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efektif karena tidak mampu mendeteksi perubahan suhu secara real-time. Oleh karena itu, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang efektif karena memungkinkan integrasi sensor suhu untuk pemantauan kondisi cold storage secara real-time dan meningkatkan efisiensi pengelolaan rantai dingin [9]. Selain itu, sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis IoT memungkinkan pemantauan jarak jauh serta pencatatan data historis yang akurat sehingga memudahkan pengambilan keputusan dan meminimalkan risiko kerusakan produk selama penyimpanan [10]. Implementasi sistem ini juga membantu mendeteksi perubahan suhu dengan cepat sehingga kualitas dan keamanan produk yang disimpan tetap terjaga [11].



Gambar 1. Cold Room

Gambar 1. memperlihatkan unit cold storage yang terintegrasi dengan sistem pendingin eksternal dan ruang berinsulasi sehingga mampu menjaga suhu sesuai kebutuhan produk. Sistem kontrol suhu otomatis memungkinkan operator melakukan pemantauan dan pengaturan suhu secara online sehingga perubahan suhu dapat segera dideteksi dan dikoreksi.

2. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang banyak digunakan karena memiliki akurasi tinggi dan mampu bekerja pada rentang suhu luas, yaitu -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. Sensor ini mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler sehingga sering digunakan dalam sistem monitoring suhu seperti pada cold room, laboratorium, dan perangkat yang memerlukan pengendalian suhu stabil [12].



Gambar 2. Sensor Suhu DS18B20

Secara fisik, DS18B20 umumnya tersedia dalam paket TO-92 atau dalam bentuk probe tahan air dengan tiga pin utama, yaitu GND sebagai ground, DQ (Data) sebagai jalur komunikasi 1-Wire untuk pengiriman data suhu, dan VCC sebagai sumber tegangan dengan rentang operasi sekitar 3,0–5,5 V [13]. Secara teknis, DS18B20 memiliki beberapa fitur utama, antara lain menggunakan komunikasi 1-Wire, menghasilkan pembacaan suhu digital dengan akurasi sekitar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, memiliki waktu konversi maksimal sekitar 750 ms, serta setiap sensor dilengkapi alamat ROM unik 64-bit sehingga banyak sensor dapat dihubungkan dalam satu jalur data tanpa terjadi konflik identitas [14]. Pada proses interfacing dengan mikrokontroler, biasanya digunakan resistor pull-up sekitar 4,7 k Ω antara jalur data (DQ) dan VCC untuk menjaga kondisi logika tinggi pada jalur komunikasi saat tidak aktif [15].

3. Mikrokontroler dan Data Logger

Mikrokontroler merupakan komponen penting dalam sistem monitoring suhu, salah satunya ESP8266 yang memiliki kemampuan komunikasi nirkabel melalui jaringan Wi-Fi. Perangkat ini mampu mengirimkan data sensor ke server atau cloud untuk proses pemantauan dan analisis lebih lanjut. Mikrokontroler ini juga mendukung akses jarak jauh sehingga operator dapat memantau kondisi suhu dan kelembaban secara online dari berbagai lokasi. Kombinasi komunikasi nirkabel, penyimpanan data lokal, serta kemampuan akses jarak jauh menjadikan ESP8266 sangat efektif digunakan dalam sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), khususnya untuk pengawasan cold room yang memerlukan kestabilan suhu dan kelembaban guna menjaga kualitas produk [16].



Gambar 3. ESP8266

Dalam penerapannya, modul ESP8266 banyak digunakan pada berbagai aplikasi berbasis IoT dan sistem kendali jarak jauh.

4. Modul MicroSD

Modul MicroSD berfungsi sebagai media penyimpanan data sehingga hasil pengukuran sensor atau proses logging dapat disimpan secara aman dan dianalisis kembali di kemudian hari.



Gambar 4. Modul MicroSD

Dalam sistem monitoring berbasis IoT, keberadaan modul MicroSD sangat penting karena memungkinkan pencatatan data secara lokal sebelum data dikirim ke platform cloud atau aplikasi pemantauan jarak jauh, sehingga meningkatkan keandalan dan kontinuitas pengumpulan data [17].

5. MicroSD Card

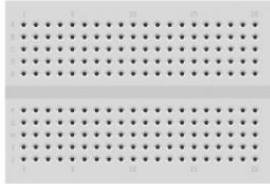
MicroSD Card bersifat non-volatile, artinya data yang tersimpan tetap aman meskipun perangkat tidak mendapatkan suplai listrik. MicroSD Card banyak digunakan pada berbagai perangkat seperti ponsel, kamera digital, sistem penyimpanan data, hingga perangkat berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memerlukan pencatatan data secara kontinu [18].



Gambar 5. MicroSD Card.

6. Breadboard

Breadboard merupakan media yang digunakan untuk merakit rangkaian elektronik pada tahap prototyping, sehingga memungkinkan perancangan dan pengujian sistem tanpa perlu melakukan penyolderan permanen.



Gambar 6. BreadBoard

Dengan breadboard, berbagai komponen seperti mikrokontroler (misalnya Arduino atau ESP), sensor suhu, modul komunikasi nirkabel, serta modul penyimpanan data dapat dipasang dan diuji secara sementara. Hal ini memudahkan proses penyesuaian konfigurasi rangkaian, pemeriksaan koneksi, serta pengujian fungsi perangkat sebelum rangkaian dibuat dalam bentuk permanen seperti *Printed Circuit Board (PCB)* [19].

7. Power Supply 5V

Power supply 5V 2A berfungsi sebagai sumber daya utama bagi seluruh rangkaian elektronik dalam sistem monitoring. Komponen ini mengubah tegangan listrik AC dari jaringan listrik menjadi tegangan DC yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik.



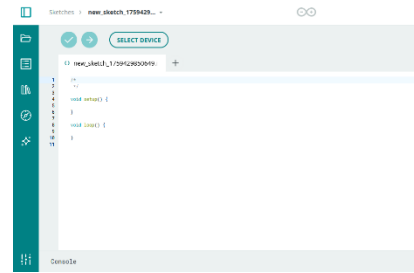
Gambar 7. Power Supply 5V

Dengan keluaran sebesar 5 volt dan kemampuan arus hingga 2 ampere, power supply ini mampu menyuplai daya untuk mikrokontroler, sensor, modul komunikasi nirkabel, serta modul penyimpanan data secara bersamaan tanpa mengalami fluktuasi daya yang signifikan [20]

8. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak *open-source* yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah

kode program ke papan mikrokontroler Arduino.



Gambar 8. Tampilan Arduino IDE

Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna, termasuk pemula, untuk memprogram mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++. Dalam sistem monitoring suhu berbasis IoT, Arduino IDE digunakan untuk membuat program yang mengatur pembacaan sensor suhu, penyimpanan data ke data logger, komunikasi nirkabel, serta pengiriman notifikasi melalui Telegram [21].

9. Komunikasi Nirkabel dan Integrasi IoT

Komunikasi nirkabel, khususnya Wi-Fi, memungkinkan sistem monitoring suhu mengirimkan data dari sensor ke server atau platform cloud secara online tanpa menggunakan kabel. Dalam sistem berbasis *Internet of Things (IoT)*, data suhu dan kelembaban dapat dikumpulkan dari berbagai perangkat secara simultan, kemudian ditransmisikan menggunakan protokol komunikasi seperti MQTT ke database cloud untuk disimpan, dianalisis, dan divisualisasikan secara terpusat [22].

Integrasi IoT menghubungkan perangkat fisik seperti sensor dan aktuator ke internet sehingga mampu mengumpulkan, mengirim, dan memproses data secara otomatis. Sistem IoT umumnya terdiri dari perangkat sensor, jaringan komunikasi, platform cloud atau data logger, serta aplikasi antarmuka seperti dashboard web, aplikasi mobile, atau bot Telegram [23].

10. Integrasi Platform Telegram

Pada penelitian ini, sistem monitoring suhu nirkabel pada cold room tidak hanya berfungsi sebagai data logger, tetapi juga dilengkapi dengan fitur notifikasi melalui aplikasi Telegram. Integrasi tersebut memanfaatkan Telegram Bot API yang memungkinkan

perangkat IoT mengirimkan pesan secara otomatis ke pengguna. Dengan sistem ini, informasi mengenai kondisi suhu dapat diterima secara langsung melalui perangkat pengguna, sehingga meningkatkan kecepatan respons terhadap potensi gangguan pada sistem pendinginan. Penggunaan platform pesan instan seperti Telegram juga memberikan kemudahan dalam pemantauan jarak jauh serta meningkatkan efektivitas sistem monitoring suhu pada cold room [24].

3. METODE PENELITIAN

1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk memperoleh data numerik dari hasil pengukuran suhu sebagai dasar analisis kinerja sistem [25]. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Waterfall* yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi.

2. Alur Sistem Monitoring

Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2. dalam diagram alur sebagai berikut:



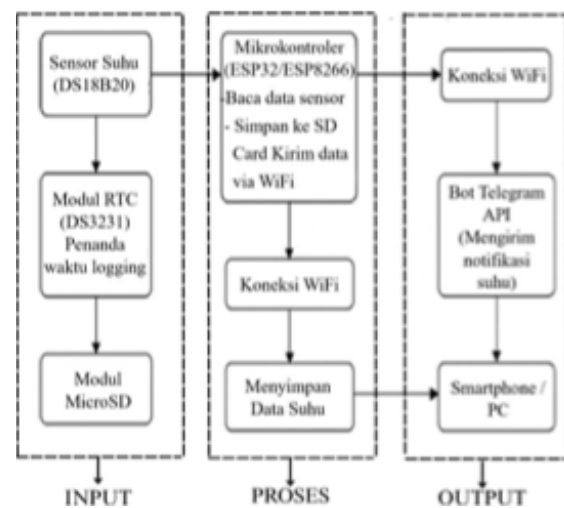
Gambar 9. Flowchart Alur Sistem Monitoring

3. Alat dan Bahan

Dalam pembuatan sistem monitoring suhu pada penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan yang terdiri dari perangkat keras dan

perangkat lunak. Komponen utama yang digunakan adalah ESP8266 (NodeMCU) sebagai mikrokontroler yang memiliki modul WiFi bawaan sehingga dapat terhubung langsung dengan jaringan internet. Sensor yang digunakan adalah DS18B20 yang mampu mengukur suhu pada rentang -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Untuk penyimpanan data digunakan modul MicroSD dan MicroSD Card yang berfungsi sebagai media data logger untuk menyimpan hasil pengukuran suhu secara berkala. Kemudian breadboard sebagai media perakitan sementara rangkaian elektronik serta power supply 5V sebagai sumber daya utama sistem. Dalam proses pemrograman dan pengunggahan program ke mikrokontroler digunakan laptop yang telah terpasang perangkat lunak Arduino IDE. Seluruh komponen tersebut bekerja secara terintegrasi untuk membaca data suhu, menyimpan data pengukuran, serta mengirimkan informasi suhu secara online melalui jaringan WiFi.

4. Diagram Blok Rangkaian



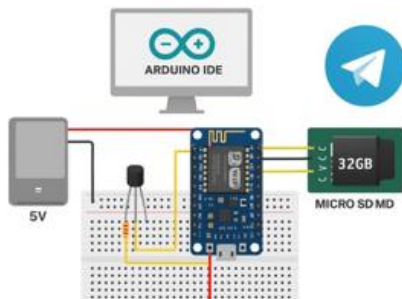
Gambar 10. Diagram Blok Rangkaian

Gambar 10. Diagram blok rangkaian sistem monitoring suhu nirkabel ini menggunakan ESP8266 (NodeMCU) sebagai pengendali utama yang mengelola komunikasi antar komponen. Sensor DS18B20 melakukan pengukuran suhu di dalam cold room dengan tingkat akurasi tinggi. Data yang diperoleh kemudian disimpan pada MicroSD dalam format CSV untuk pencatatan jangka panjang

dan analisis historis. Selain itu, data suhu juga dikirimkan ke Telegram melalui integrasi bot sehingga operator dapat memantau kondisi cold room secara online. Sistem ini mendukung pengawasan suhu yang lebih efisien serta mempercepat respons terhadap perubahan suhu yang berpotensi memengaruhi kualitas produk.

5. Skema Rangkaian

Pada perancangan sistem monitoring suhu nirkabel berbasis data logger ini digunakan beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk menjalankan fungsi sistem secara keseluruhan. Setiap komponen dipilih sesuai kebutuhan agar sistem mampu bekerja secara optimal dalam melakukan pemantauan suhu cold room.



Gambar 11. Skematik Rangkaian Sistem Monitoring Suhu Cold Room.

Secara keseluruhan, sistem bekerja dengan membaca data suhu dari sensor DS18B20 yang kemudian diproses oleh NodeMCU. Data tersebut disimpan pada microSD untuk pencatatan historis dan dikirimkan melalui jaringan internet ke Telegram sebagai notifikasi apabila terjadi penyimpangan suhu.

6. Flowchart Cara Kerja

Flowchart cara kerja sistem monitoring suhu nirkabel pada cold room ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 12. Flowchart Cara Kerja Sistem Monitoring Suhu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU)

Pengujian mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) dilakukan untuk memastikan kemampuan sistem dalam melakukan komunikasi data dan koneksi ke platform Telegram melalui jaringan WiFi. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan NodeMCU ke jaringan WiFi perusahaan serta memantau status koneksi ke server Telegram pada beberapa waktu berbeda guna mengetahui kestabilan jaringan dan keandalan sistem dalam mengirimkan data suhu secara nirkabel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu terhubung dengan Telegram pada sebagian besar waktu pengujian ketika kondisi jaringan stabil. Hal ini menunjukkan bahwa komunikasi antara NodeMCU, jaringan WiFi, dan server Telegram dapat berjalan dengan baik sehingga sistem mampu mengirimkan data monitoring suhu secara online.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian koneksi mikrokontroler ESP8266 terhadap jaringan WiFi dan Telegram.

Tabel 1. Hasil Pengujian Mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU)

No	Waktu Pengujian	Kondisi Jaringan	Status Koneksi Telegram
1	08:00	Stabil	Terkoneksi
2	10:00	Stabil	Terkoneksi
3	12:00	Tidak Stabil	Tidak Terkoneksi

No	Waktu Pengujian	Kondisi Jaringan	Status Koneksi Telegram
4	14:00	Stabil	Terkoneksi
5	16:00	Stabil	Terkoneksi
6	18:00	Stabil	Terkoneksi

Berdasarkan Tabel 1, sistem berhasil terkoneksi pada sebagian besar waktu pengujian, yaitu pukul 08.00, 10.00, 14.00, 16.00, dan 18.00 saat kondisi jaringan stabil. Gangguan koneksi terjadi pada pukul 12.00 akibat ketidakstabilan jaringan yang kemungkinan disebabkan oleh tingginya penggunaan WiFi pada jam istirahat serta jarak perangkat dari access point yang cukup jauh. Selain itu, keberadaan dinding logam dan perangkat pendingin pada area cold room juga berpotensi menimbulkan interferensi sinyal. Meskipun terjadi gangguan sementara, sistem mampu melakukan reconnecting otomatis ketika jaringan kembali stabil. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme auto reconnect pada perangkat lunak NodeMCU bekerja dengan baik sehingga sistem dapat kembali melanjutkan proses monitoring dan pengiriman notifikasi tanpa intervensi manual. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP8266 (NodeMCU) memiliki kemampuan yang cukup handal dalam mendukung komunikasi data nirkabel dan integrasi sistem monitoring suhu berbasis Telegram selama kondisi jaringan berada dalam jangkauan yang stabil.

2. Hasil Pengujian Program Arduino IDE

Pengujian program dilakukan untuk memastikan bahwa kode yang dibuat pada Arduino IDE dapat menjalankan sistem monitoring suhu dengan baik pada mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU). Program ini berfungsi untuk membaca data suhu dari sensor DS18B20, memproses nilai suhu yang diperoleh, serta membandingkannya dengan ambang batas yang telah ditentukan. Gambar 4.1 menampilkan implementasi program sistem monitoring suhu yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 13. Implementasi Program Sistem Monitoring Suhu Nirkabel pada Cold Room Berbasis Data Logger dengan Integrasi Platform Telegram.

Program yang ditulis pada Arduino IDE memungkinkan NodeMCU membaca data suhu melalui protokol OneWire, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke platform Telegram menggunakan bot yang telah dikonfigurasi. Apabila suhu melebihi ambang batas yang ditentukan, sistem secara otomatis mengirimkan pesan peringatan (alert) kepada pengguna. Selain itu, data suhu juga ditampilkan pada Serial Monitor sebagai referensi pemantauan langsung. Dengan implementasi program ini, sistem mampu melakukan monitoring suhu secara otomatis, mendukung pemantauan jarak jauh, serta menyediakan pencatatan data suhu secara berkelanjutan untuk kebutuhan analisis dan dokumentasi.

3. Hasil Pengujian Integrasi Platform Telegram melalui BotFather

Pengujian integrasi platform Telegram dilakukan untuk memastikan bahwa sistem monitoring suhu nirkabel dapat mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada pengguna melalui aplikasi Telegram. Integrasi ini dilakukan menggunakan layanan BotFather yang berfungsi untuk membuat dan mengelola bot Telegram sebagai media komunikasi antara sistem dan pengguna. Gambar 4.2 menunjukkan proses pembuatan bot Telegram melalui BotFather yang digunakan dalam sistem monitoring suhu cold room.



Gambar 14. Integrasi Platform Telegram melalui BotFather untuk Pembuatan Bot.

Pada penelitian ini, bot yang dibuat diberi nama `IndomarcoColdRoom_Bot` dan berfungsi sebagai media pengiriman informasi suhu secara online. Setelah bot berhasil dibuat, BotFather memberikan token API yang digunakan sebagai kunci autentikasi untuk menghubungkan sistem data logger dengan platform Telegram. Token ini memungkinkan NodeMCU mengirimkan data suhu hasil pembacaan sensor secara otomatis kepada pengguna melalui aplikasi Telegram. Integrasi ini mendukung implementasi konsep Internet of Things (IoT) dalam sistem monitoring suhu, sehingga operator dapat memantau kondisi cold room secara jarak jauh.

Untuk mengevaluasi kinerja sistem, dilakukan simulasi pengukuran suhu menggunakan tiga sensor DS18B20 yang ditempatkan pada posisi berbeda di dalam cold room. Penempatan sensor pada beberapa titik bertujuan memperoleh data distribusi suhu yang lebih representatif serta menilai konsistensi pembacaan antar sensor. Gambar 4.3 menampilkan contoh notifikasi yang dikirimkan oleh sistem ke aplikasi Telegram ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan.



Gambar 15. Notifikasi Aplikasi Telegram Saat Suhu Melebihi Ambang Batas (10°C).

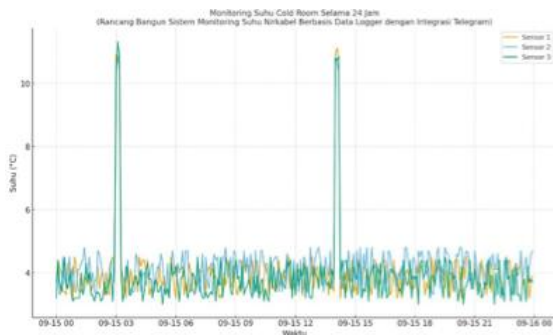
Notifikasi yang dikirimkan memiliki format pesan peringatan dengan judul **ALERT**, disertai informasi suhu yang terukur dan waktu pengiriman pesan secara real-time. Pada contoh tersebut, sistem mendeteksi suhu sebesar $10,8^{\circ}\text{C}$, $10,8^{\circ}\text{C}$, dan $10,6^{\circ}\text{C}$ pada waktu 14:00, 14:05, dan 14:10, yang menunjukkan bahwa suhu telah melampaui ambang batas 10°C . Ketika kondisi ini terjadi, sistem secara otomatis mengirimkan pesan peringatan kepada pengguna melalui Telegram.

Fitur notifikasi real-time ini memungkinkan tim maintenance memperoleh informasi secara cepat tanpa harus melakukan pengecekan langsung ke dalam cold room. Dengan demikian, sistem monitoring yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi pengawasan, memberikan peringatan dini terhadap perubahan suhu, serta mendukung pengambilan tindakan korektif secara lebih cepat untuk menjaga kestabilan suhu dan kualitas produk yang disimpan.

4. Hasil Keseluruhan Monitoring Suhu Cold Room Berbasis Data Logger Selama 24 Jam

Pengujian sistem monitoring suhu nirkabel berbasis data logger dilakukan dengan merekam suhu di dalam cold room selama 24 jam penuh dengan interval pencatatan setiap 5 menit. Data diperoleh dari tiga sensor suhu DS18B20 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) dan disimpan secara otomatis pada microSD.

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kestabilan suhu cold room serta kemampuan sistem dalam melakukan pencatatan data secara kontinu. Selama periode pengujian, sistem berhasil merekam sebanyak 288 data suhu yang kemudian digunakan untuk analisis tren suhu dan evaluasi kinerja sistem monitoring.



Gambar 16. Grafik Hasil Monitoring Suhu Cold Room Berbasis Data Logger Selama 24 Jam.

Grafik pada Gambar 16. menunjukkan tren perubahan suhu yang dicatat oleh ketiga sensor selama periode pengujian. Secara umum, suhu cold room berada pada rentang 3°C hingga 5°C yang merupakan kondisi normal untuk penyimpanan produk. Pola grafik yang hampir seragam pada ketiga sensor menunjukkan bahwa sistem monitoring mampu bekerja secara konsisten dalam merekam kondisi suhu ruang penyimpanan.

Pada beberapa waktu tertentu, grafik menunjukkan adanya lonjakan suhu yang cukup signifikan. Lonjakan tersebut terjadi pada pukul 03.00–03.10 dan 14.00–14.10, di mana suhu yang terbaca oleh ketiga sensor meningkat hingga sekitar 10–11°C. Kondisi ini menyebabkan sistem mendeteksi status ALARM, karena suhu telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan. Namun, kenaikan suhu tersebut hanya berlangsung dalam waktu singkat dan setelahnya suhu kembali stabil pada rentang normal. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pendingin masih mampu mengembalikan suhu ke kondisi yang sesuai dengan standar operasional cold room. Untuk memberikan gambaran statistik terhadap data hasil monitoring, dilakukan analisis deskriptif terhadap nilai suhu yang tercatat selama 24 jam. Hasil perhitungan statistik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Statistik Monitoring Suhu Cold Room Selama 24 Jam

Statistik	Sensor 1 (°C)	Sensor 2 (°C)	Sensor 3 (°C)
Count	288	288	288
Mean	4.00	4.21	3.86
Std	1.07	1.04	1.10
Min	3.20	3.30	3.00
25%	3.50	3.70	3.30
50%	3.90	4.10	3.70
75%	4.20	4.50	4.10
Max	11.12	10.89	11.32

Berdasarkan hasil analisis statistik, nilai rata-rata suhu yang tercatat pada Sensor 1 adalah 4,00°C, Sensor 2 sebesar 4,21°C, dan Sensor 3 sebesar 3,86°C. Nilai minimum yang tercatat berkisar antara 3,00°C hingga 3,30°C, sedangkan suhu maksimum mencapai lebih dari 10°C pada saat terjadi lonjakan suhu. Nilai standar deviasi ketiga sensor berada pada kisaran ±1°C yang menunjukkan bahwa fluktuasi suhu masih relatif kecil dan stabil untuk kondisi ruang pendingin.

5. Hasil Pengujian LCD12C 16x2

Pengujian LCD I2C 16x2 dilakukan untuk memastikan bahwa sistem monitoring suhu mampu menampilkan informasi kondisi suhu secara langsung kepada pengguna. Contoh hasil tampilan LCD pada kondisi suhu normal dan tidak normal ditunjukkan pada Gambar 17 dan Gambar 18.



Gambar 17 Tampilan LCD Monitoring Suhu pada Kondisi Normal (4,4 °C).

Pada kondisi normal, LCD menampilkan informasi suhu sebesar 4,4 °C dengan pesan “Wireless Temp Monitor : 4.4°C”. Suhu tersebut masih berada dalam rentang aman penyimpanan cold room, sehingga sistem hanya melakukan pencatatan data ke dalam microSD tanpa mengirimkan notifikasi ke Telegram.



Gambar 18. Tampilan LCD Monitoring Suhu pada Kondisi Tidak Normal (10,8 °C).

Sebaliknya, ketika suhu mencapai 10,8 °C, LCD menampilkan pesan peringatan “ALERT! Temp : 10.8°C”. Pada kondisi ini sistem mendeteksi suhu telah melewati ambang batas yang ditetapkan, sehingga selain menyimpan data ke microSD, sistem juga secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan ke platform Telegram untuk memberi informasi kepada tim maintenance.

Dua tampilan tersebut membuktikan bahwa sistem mampu membedakan kondisi suhu normal dan tidak normal secara online serta memberikan respon otomatis sesuai dengan logika pemrograman yang diterapkan. Bukti visual ini memperkuat data hasil pengujian selama 24 jam, di mana sistem terbukti bekerja dengan stabil dan akurat dalam memantau suhu cold room.

Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi monitoring suhu cold room selama 24 jam, diperoleh bahwa ketiga sensor DS18B20 menunjukkan performa pengukuran yang stabil dan konsisten. Sensor 1 mencatat suhu rata-rata sebesar 4,00 °C dengan nilai minimum 3,02 °C dan maksimum 10,15 °C, Sensor 2 memiliki rata-rata 4,20 °C dengan suhu minimum 3,08 °C dan maksimum 11,32 °C, sedangkan Sensor 3 menunjukkan rata-rata 3,90 °C dengan suhu minimum 3,01 °C dan maksimum 10,21 °C. Nilai standar deviasi ketiga sensor berada pada kisaran ± 1 °C, yang mengindikasikan bahwa fluktuasi suhu relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi yang diperkenankan untuk ruang penyimpanan

bersuhu rendah. Namun, pada waktu tertentu terjadi peningkatan suhu hingga melampaui ambang batas 10 °C, yang disimulasikan sebagai kondisi pembukaan pintu cold room. Lonjakan ini berhasil terdeteksi oleh sistem dan secara otomatis memicu status alarm. Sistem juga mampu mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui Telegram dengan waktu respons rata-rata kurang dari 5 detik, yang menegaskan kemampuan sistem dalam melakukan pemantauan dan peringatan secara online.

Analisis per sensor menunjukkan adanya variasi suhu antar titik pengukuran, di mana sensor yang ditempatkan lebih dekat dengan pintu mencatat kenaikan suhu yang lebih cepat dan nilai maksimum yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa distribusi suhu di dalam cold room tidak sepenuhnya homogen, sehingga penggunaan lebih dari satu sensor diperlukan untuk memperoleh gambaran kondisi suhu yang lebih representatif. Setelah kondisi anomali berakhir, suhu terpantau kembali turun secara bertahap ke kondisi normal, yang menunjukkan bahwa sistem mampu memantau proses gangguan dan pemulihan suhu.

Secara keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa sistem monitoring telah berfungsi sesuai dengan perancangan. Sistem mampu mencatat suhu secara akurat, mendeteksi anomali, menyimpan data historis, serta memberikan peringatan dini secara cepat, sehingga efektif diterapkan pada aplikasi cold room yang memerlukan pengendalian suhu ketat.

5. KESIMPULAN

Sistem monitoring suhu nirkabel pada cold room berbasis ESP8266 (NodeMCU) dengan sensor DS18B20, modul microSD sebagai data logger, serta integrasi notifikasi Telegram telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan suhu secara kontinu dan stabil, dengan nilai rata-rata suhu berada pada kisaran 3,90 °C hingga 4,20 °C serta fluktuasi suhu yang masih dalam batas wajar untuk cold room. Sistem juga mampu mendeteksi anomali suhu di atas ambang batas 10 °C dan mengirimkan notifikasi peringatan secara online melalui Telegram dengan waktu

respons kurang dari atau sama dengan 5 detik. Dengan kemampuan pencatatan data, deteksi gangguan, dan pengiriman peringatan secara cepat, sistem ini dinilai efektif untuk mendukung pengawasan suhu cold room secara online dan berpotensi diterapkan pada lingkungan industri penyimpanan yang memerlukan pengendalian suhu ketat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kelvin M. A, Nugraha E. S, & Budi, N. "Pengaruh Fluktuasi Suhu Penyimpanan Beku terhadap Perubahan Mutu Pre-baked Kroisan dan Produk Akhir". *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*. Vol. 12, no. 1, pp. 57–65, 2025. Doi: 10.29244/jmpi.2025.12.1.57
- [2] Ragel Trisudarmo, "Sensor suhu dan kelembapan Ruangan Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Imagine*, vol. 4, no. 52, pp. 104–108, 2024.
- [3] Risky Via Feriyanti, "Analisis Sistem Monitoring Suhu dengan Sensor LM35 Menggunakan OHP (Over Head Projector) Berbasis Raspberry Pi.," vol. 6, no. 2, pp. 43–47, 2022, doi: <https://doi.org/10.30871/jaee.v6i2.3996>.
- [4] Prasetyo Wibowo, "Bangun Data Logger Multi Kanal Terhubung IoT (Internet Of Things) Sebagai Pengukur Temperatur dengan Sensor Thermocouple," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 87–94, 2021.
- [5] Deni Wijayanto, "Bangun Monitoring Arus dan Tegangan Pada PLTS Sistem On Grid Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram,," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 3, pp. 447–453, 2022.
- [6] Ferdin Permana Putra, "Prototype of Internet of Things-Based Control System Using Telegram with Bot API Method," *Jurnal Syntax Transformation*, vol. 6, no. 2, pp. 1–18, 2025, doi: 10.46799/jst.v6i2.1055.
- [7] A. Maulana, A. Triwiyatno, dan B. Setiyono, "Implementasi Kontrol Jemuran serta Monitoring Suhu Berbasis ESP32 dengan Integrasi Blynk dan Telegram," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 11, no. 2, pp. 1–8, 2023.
- [8] H. , Z. M. , L. P. , L. Y. , & Z. X. Feng, "Evaluation of IoT-Enabled Monitoring and Electronic Nose Spoilage Detection for Salmon Freshness During Cold Storage," *Foods*, vol. 9, no. 11, p. 1579, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/foods9111579>.
- [9] K. , & D. N. Wang, "Real-time monitoring and energy consumption management strategy of cold chain logistics based on the internet of things.," *Energy Informatics*, vol. 8, no. 34, 2025.
- [10] D. A. , & B. B. Harahap, "bangun sistem monitoring suhu, kelembaban, dan gerak pada cold storage berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Wemos D1 R2," *Journal of Innovation Research and Knowledge*, vol. 4, no. 9, pp. 6357–6368, 2025, doi: <https://doi.org/10.53625/jirk.v4i9.9437>.
- [11] GlacierGrid, "How temperature monitoring devices are reshaping the cold chain." Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.glaciergrid.com/resources/research-and-impact/temperature-monitoring-devices-are-reshaping-the-cold-chain>
- [12] A. , & Y. R. Yudhana, "Implementasi dan analisis data logger sensor temperature menggunakan web server berbasis embedded system."
- [13] Datasheet Hub, "Datasheet Hub. (2023) Diakses dari (<https://www.datasheethub.com/ds18b20-temperature-sensor>) pada tanggal 1 Oktober 2025."
- [14] OpenELAB Wiki, "DS18B20 Digital Temperature Sensor."
- [15] Arduino Yard, *DS18B20 Temperature Sensor with Arduino. A Comprehensive Guide.*, 2025. [Online]. Available: (<https://arduinyard.com/ds18b20-temperature-sensor-with-arduino>)
- [16] Techrm, "ESP8266 data logger: Temperature and humidity measurements, SD card storage and remote access with REST API." Accessed: Sep. 23, 2025. [Online]. Available: <https://www.techrm.com/esp8266-data-logger-temperature-and-humidity-measurements-sd-card-storage-and-remote-access-with-rest-api/>
- [17] N. Cameron, "Card Module. In: *Arduino Applied*. Apress," *Berkeley, CA*, pp. 219–236, 2019, doi: 10.1007/978-1-4842-3960-5_12.
- [18] P. , & H. W. Horowitz, *The Art of Electronics (3rd ed.)*. Cambridge University Press. , 2015.
- [19] A. S. , & S. K. Sedra, *Microelectronic Circuits (7th ed.)*. Oxford University Press, , 2016.

- [20] V. K. O'Shaughnessy, "The Arduino integrated development environment (IDE): An open-source tool for making interactive electronics and embedded systems," *Journal of Open Hardware*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [21] M. , & S. M. Banzi, *Getting Started with Arduino (3rd ed.)*. Maker Media, 2014.
- [22] N. , A. M. M. , R. M. M. , & K. M. S. A. Saha, "IoT-driven cloud-based energy and environment monitoring system for manufacturing industry. arXiv preprint arXiv:2404.11771." [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2404.11771>
- [23] O. E. Yudhistira dan I. Suharjo, "Prototype Pendeteksi Kebakaran Multiruang Menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan Notifikasi Bot Telegram," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13, no. 1, 2025
- [24] R. , & H. F. Maulana, "Pemanfaatan Telegram Bot untuk sistem notifikasi suhu ruang pendingin," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikas*, vol. 11, no. 3, pp. 18–25, 2023.
- [25] F. A. , S. M. B. , L. F. A. C. L. F. , L. de V. L. T. , & A. M. O. Belo, "Accuracy and Precision Improvement of Temperature Measurement Using Statistical Analysis/Central Limit Theorem," *Sensors*, vol. 23, no. 6, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/s23063210>.