

Monitoring Temperatur Ruang Penyimpanan Makanan Menggunakan Modbus RTU dan NodeMCU Berbasis IoT

MASHUTOTUL HOEROT¹, NABIL FEBRI SATRIYO², ANNISA FIRASANTI³,
ANDI HASAD⁴

Universitas Islam 45 Bekasi
Email: Mashutotool@yahoo.com

ABSTRAK

Perusahaan yang bergerak di bidang retail memiliki ruang penyimpanan produk Food dan Non Food yang harus memenuhi standar keamanan pangan. Salah satunya adalah HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point). Suhu ruang penyimpanan harus disesuaikan dengan jenis produk, seperti produk Chiller pada suhu 0°C sampai 5°C dan produk Frozen pada suhu -18°C sampai -20°C. Monitoring suhu secara manual memiliki kelemahan, yaitu keterlambatan pencatatan yang dapat menyebabkan keterlambatan deteksi saat terjadi penyimpangan suhu. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring suhu secara real-time yang mampu memberikan informasi suhu terkini dan alarm saat terjadi penyimpangan. Penelitian ini menggunakan perbandingan antara pembacaan suhu dari sensor pada termostat Dixell XR60CX dan termometer digital terkalibrasi untuk mengukur akurasi. Pengujian dilakukan sebanyak 11 kali pada masing-masing standar ruang penyimpanan. Hasil menunjukkan bahwa pada suhu 0°C sampai 4°C, diperoleh persentase error sebesar 15,1% dengan selisih rata-rata pengukuran sebesar 0,12°C, sedangkan pada suhu -18°C sampai -20°C persentase error sebesar 1,29% dengan selisih rata-rata setiap pengukuran sebesar 0,25°C. Nilai ini masih dalam batas toleransi alat ukur termogun yaitu sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$. Delay pengiriman data ke platform Thingspeak yang diatur setiap 1 menit sekali sebanyak 11 kali pengujian menunjukkan tidak ada keterlambatan signifikan, dengan rata-rata selisih waktu sebesar 3 detik dalam setiap pengiriman. Pada pengujian sistem alarm sebanyak 14 kali pengujian menunjukkan alarm berfungsi secara akurat dan konsisten saat terjadi penyimpangan suhu, sehingga sistem ini dapat memberikan peringatan dini untuk tindakan korektif.

Kata kunci: Monitoring Suhu, IoT, ThingSpeak, cold storage, thermostat dixell

ABSTRACT

Companies engaged in the retail sector have storage rooms for Food and Non-Food products that must meet food safety standards. One of them is HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point). The temperature of the storage room must be adjusted to the type of product, such as Chiller products at a temperature of 0°C to 5°C and Frozen products at a temperature of -18°C to -20°C. Manual temperature monitoring has a weakness, namely a delay in recording that can cause late detection when temperature deviations occur. Therefore, a real-time temperature monitoring system is needed that is able to

provide up-to-date temperature information and alarms when deviations occur. This study uses a comparison between temperature readings from the sensor on the Dixell XR60CX thermostat and a calibrated digital thermometer to measure accuracy. Testing was carried out 11 times on each standard storage room. The results show that at temperatures of 0°C to 4°C, the error percentage is 15.1% with an average measurement difference of 0.12°C, while at temperatures of -18°C to -20°C, the error percentage is 1.29% with an average measurement difference of 0.25°C. This value is still within the tolerance limit of the thermo gun measuring instrument, which is $\pm 1^\circ\text{C}$. The delay in sending data to the Thingspeak platform, which is set every 1 minute for 11 tests, showed no significant delay, with an average time difference of 3 seconds in each delivery. In the alarm system test, 14 tests showed that the alarm functioned accurately and consistently when a temperature deviation occurred, indicating that this system can provide early warning for corrective action.

Keywords: Temperature Monitoring, IoT, ThingSpeak, cold storage, thermostat dixell

1. PENDAHULUAN

Dalam industri penyimpanan makanan atau *cold storage*, menjaga kualitas dan keamanan produk merupakan aspek yang sangat penting. Produk makanan yang disimpan dalam ruang penyimpanan harus berada pada suhu yang sesuai dengan standar HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*), yaitu 0°C sampai 5°C untuk produk chiller dan -18°C sampai -20°C untuk produk frozen (**Wicaksani & Adriyani, 2018**). Penyimpanan yang tidak sesuai dengan suhu standar dapat menyebabkan penurunan kualitas produk dan mempercepat pertumbuhan mikroba, yang berisiko terhadap keamanan pangan. Oleh karena itu, suhu dalam penyimpanan makanan menjadi *critical control point* yang harus dipantau secara berkala. Saat ini, pencatatan suhu masih dilakukan secara manual oleh operator yang sering kali mengalami keterlambatan dan ketidaktepatan waktu pencatatan, sehingga berpotensi menyebabkan penyimpangan suhu tidak dapat terdeteksi lebih dini.

Sistem pendingin pada ruang penyimpanan terdiri dari kompresor, kondensor, dan evaporator. Evaporator berperan sebagai komponen utama yang mensuplai udara dingin di dalam ruangan. Pengendalian suhu dilakukan oleh termostat DIXELL XR60CX yang berfungsi sebagai pengontrol sensor untuk membaca suhu ruangan, memantau status kipas pada evaporator (ON atau OFF), status solenoid (ON atau OFF), serta mengatur kinerja sistem pendingin sesuai kebutuhan. Data suhu yang diperoleh dari termostat ini dapat dijadikan acuan dalam pemantauan suhu ruangan agar tetap sesuai dengan standar HACCP. Namun, dengan metode pencatatan manual, potensi keterlambatan dalam mendeteksi penyimpangan suhu masih menjadi tantangan yang perlu diatasi.

Dalam penelitian ini, sistem monitoring suhu berbasis IoT menggunakan termostat DIXELL XR60CX dan NodeMCU yang berkomunikasi melalui Modbus RTU untuk mengirimkan data suhu secara *real-time* ke Thingspeak sebagai platform IoT untuk penyimpanan dan pemantauan data (**Ramdan & Wijaksana, 2017**). Dengan sistem ini, pemantauan suhu ruangan dapat dilakukan secara otomatis dan lebih efisien, serta memungkinkan deteksi dini terhadap penyimpangan suhu agar tindakan korektif (**Koru, Patiran, & Baisa, 2024**) dapat segera dilakukan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Penelitian deskriptif meliputi kegiatan pengumpulan data dengan tujuan untuk menguji hipotesis atau menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan kondisi yang sedang berlangsung dari suatu objek penelitian. Penelitian deskriptif berfokus pada penentuan dan pelaporan keadaan saat ini sebagaimana adanya.

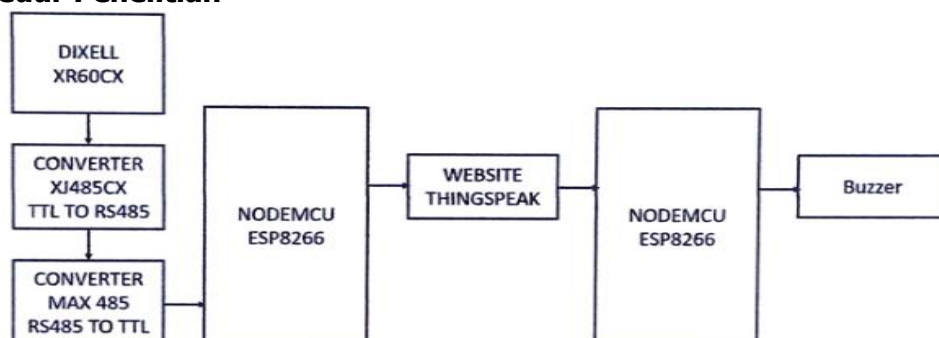
2.1 Studi Literatur

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rico Adrian Nugraha dan Florentinus Budi Setiawan pada jurnalnya yang berjudul "*Perancangan Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring pada Ruang Pendingin dengan Sistem Refrigerasi Berbasis Web Menggunakan Dixell XR75CH dan Cataco*" (Nugraha, dkk., 2024), diperoleh hasil analisis bahwa antarmuka XWEB sebagai media pemantauan mampu menampilkan suhu, serta status perangkat yang sedang beroperasi seperti kompresor dan kipas evaporator. Sistem alarm berfungsi untuk menyalakan sistem refrigerasi lain ketika suhu tidak mencapai *set point*. Namun, pemantauan masih menggunakan jaringan lokal. Pada penelitian ini, web server Thingspeak juga dapat menampilkan suhu dalam bentuk simbol *gauge widget* pada dashboard Thingspeak. Alarm ketika suhu berada di luar *set point* berupa buzzer yang ditempatkan di lokasi ruang *maintenance*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dadan Saepul Ramdhan dan M. Naufal Wijaksana pada jurnalnya yang berjudul "*Sistem Monitoring Suhu Cold Storage Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino dan Visual Basic*" (Ramdan & Wijaksana, 2017), hasil pemantauan suhu dikirim ke aplikasi data logger melalui koneksi USB. Aplikasi data logger ini mempermudah pekerjaan operator *cold storage* dalam melakukan monitoring suhu. Adapun saran yang diberikan adalah bahwa konektivitas antara aplikasi dan perangkat data logger masih terbatas, sehingga diperlukan media transfer data seperti penggunaan *web server* agar pemantauan suhu dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan *web server* Thingspeak.

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Yusuf Sofyan dan Sofy Fitriany pada jurnalnya yang berjudul "*Rancang Bangun Konverter Modbus RTU RS485 ke Modbus TCP/IP Berbasis Atmega 2560*" (Sofyan & Fitriany, 2023), digunakan *Modbus Pool* untuk membaca data dari Arduino melalui komunikasi Ethernet. Saran yang diberikan dalam penelitian tersebut adalah agar sistem monitoring dikembangkan lebih lanjut dengan memanfaatkan jaringan internet. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini sistem juga dirancang dengan memanfaatkan jaringan internet yang tersedia di perusahaan sebagai media pengiriman data ke *web* Thingspeak.

2.2 Prosedur Penelitian



Gambar 1. Perancangan Software

a. Penjelasan Alur Kerja Sistem

Pada Gambar 1, Dix.ell sebagai termostat akan menampilkan data suhu, dan mengirim data serial lewat port Hot Key TTL. Modul XJ485CX mengubah sinyal TTL Ke RS485. Konverter Max485 mengubah sinyal RS485 menjadi sinyal TTL agar bisa dibaca oleh NodeMCU. NodeMCU memproses data. Data yang sudah diolah kemudian dikirimkan melalui jaringan internet yang dipancarkan oleh modem. Data akan diterima sesuai dengan alamat database situs Thingspeak sebagai bank data agar lebih mudah dipantau. NodeMCU kedua akan membaca data dari Thingspeak. Jika suhu terbaca lebih dari nilai yang ditentukan maka NodeMCU akan mengaktifkan Buzzer sebagai alarm peringatan (menjorok 1 cm dari margin halaman). Abstrak berbahasa Inggris ditulis setelah abstrak berbahasa Indonesia. Jumlah kata maksimum dalam setiap abstrak adalah maksimum 150 kata. Kata kunci dicantumkan setelah abstrak, berjumlah antara 5 (lima) sampai 6 (enam) buah kata kunci yang ditulis dengan ukuran huruf 11 point miring (*italic*), untuk menunjukkan subyek permasalahan artikel anda, sekaligus untuk keperluan pengindeksan.

b. Cara Kerja Modbus

Modbus bekerja dengan standar komunikasi RS485 dengan skema master-slave, artinya hanya master yang memulai komunikasi dan slave hanya merespons jika diminta oleh master. Pada penelitian ini, NodeMCU berperan sebagai master dan kontroler Dixell XR60CX sebagai slave. NodeMCU mengirimkan permintaan data ke Dixell menggunakan format frame Modbus RTU seperti pada tabel 2.4. Setelah menerima permintaan tersebut, Dixell XR60CX merespons dengan mengirimkan data suhu yang terdapat pada register tertentu. NodeMCU kemudian menerima frame respons tersebut, memprosesnya, dan mengirimkan data suhu ke platform IoT Thingspeak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan *Hardware*

Pengambilan data dilakukan pada suhu ruangan sesuai set point, yaitu ruang chiller dengan suhu 0°C sampai 4°C dan ruang frozen dengan suhu -18°C sampai -20°C. Pengujian dilakukan menggunakan alat pembanding berupa termogun di masing-masing ruangan untuk memastikan nilai pembacaan yang diperoleh sesuai.

Tabel 1. Perbandingan Suhu 0°C Samapau 4°C

No	Suhu Thingspeak	Suhu Thermogun	Selisih	Selesih %
1	0,1	0,2	0,1	50
2	0,3	0,6	0,3	50
3	0,7	0,9	0,2	22,22
4	1,1	1	0,1	10
5	1,5	1,2	0,3	25
6	2	2	0	0
7	2,4	2,4	0	0
8	2,8	2,9	0,1	3,45
9	3,2	3,2	0	0
10	3,5	3,7	0,2	5,41
11	4	4	0	0
Average			0,12	15,1

Tabel 1 memperlihatkan hasil pengujian akurasi sensor pada suhu ruangan chiller 0°C sampai 4°C dilakukan dengan pengambilan data menggunakan termogun pada titik yang

sama setiap 1 menit sekali. Pengambilan data dilakukan sebanyak 11 kali dan diperoleh selisih rata-rata setiap pengukuran sebesar 0.12°C dengan persentase error rata-rata 15.1%. Pada tabel tersebut, nilai persentase error 0% berarti tidak terdapat selisih pengukuran, sedangkan nilai 10% hingga 50% bukan berarti errornya tinggi. Kondisi ini terjadi karena nilai suhu yang diukur relatif kecil, sehingga selisih absolut sekecil 0.1°C dapat menghasilkan error relatif yang terlihat besar. Dalam perhitungan persentase error, nilai penyebut yang kecil menyebabkan nilai error persentase meningkat meskipun selisih absolutnya kecil. Berdasarkan spesifikasi termogun, akurasi pengukuran pada rentang suhu 0°C – 65°C adalah $\pm 1^{\circ}\text{C}$, sehingga akurasi sensor masih berada dalam batas toleransi.



Gambar 2. Grafik Selisih suhu 0°C sampai 4°C

Gambar 2 menunjukkan hasil perbandingan pembacaan suhu antara sensor Thingspeak dan Thermogun pada 11 titik data pengukuran. Hasil menunjukkan bahwa kedua sensor memiliki pola pengukuran yang hampir identik dengan kurva yang berhimpit, dimana suhu berkisar antara 0°C hingga 4°C . Pada data awal (1-3), suhu berada di kisaran 0 – 1°C , kemudian mengalami kenaikan lebih tajam pada data 4-6 hingga mencapai 2°C , dan selanjutnya naik secara bertahap hingga 4°C pada data ke-11.

Tabel 2. Perbandingan Selisih Suhu -18°C Sampai -20°C

No	Suhu thinkspeak	Suhu Thermogun	Selisih	Selisih %
1	-18	-18,3	0,3	1,64
2	-18,1	-18,1	0	0
3	-18,2	-18,5	0,3	1,62
4	-18,3	-18,3	0	0
5	-18,4	-18,6	0,2	1,68
6	-18,6	-18,5	0,1	0,54
7	-18,7	-18,6	0,1	0,54
8	-18,8	-19	0,2	1,05
9	-20,1	-20,2	0,1	0,5
10	-20,7	-20,9	0,2	0,96
11	-21	-21,2	0,2	0,94
Average			0,25	1,29

Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengukuran suhu pada ruangan Frozen -I 8°C sampai -20°C yang dilakukan sebanyak 11 kali didapatkan selisih rata-rata sebesar 1,29% dengan selisih setiap pengukuran rata-rata $0,25^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3. Grafik Selisih Suhu -18°C Sampai -20°C

Gambar 3 menunjukkan hasil perbandingan pembacaan suhu antara sensor Thingspeak dan Thermogun pada 11 titik data pengukuran dengan rentang suhu negatif. Hasil menunjukkan bahwa kedua sensor memiliki pola pengukuran yang sangat mirip dengan kurva yang hampir berhimpit, dimana suhu berkisar antara -18°C hingga -21°C. Pada data awal (1-8), suhu relatif stabil berada di kisaran -18°C hingga -18,5°C dengan fluktuasi kecil. Namun, terjadi penurunan suhu yang cukup signifikan pada data ke-9 hingga ke-11, dimana suhu turun drastis mencapai sekitar -21°C.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem monitoring suhu berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan Modbus RTU dapat bekerja secara efektif sebagai solusi pemantauan suhu ruang penyimpanan makanan. Hasil pengujian pada ruang chiller dan frozen menunjukkan bahwa pembacaan sensor dari termostat Dixell XR60CX memiliki selisih yang sangat kecil dibandingkan termogun terkalibrasi, yaitu rata-rata 0,12°C pada suhu 0°C–4°C dan 0,25°C pada suhu -18°C sampai -20°C. Nilai tersebut masih berada dalam batas toleransi akurasi alat ukur sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$. Pengiriman data ke platform Thingspeak juga berjalan stabil dengan rata-rata keterlambatan hanya 3 detik dari interval 1 menit sehingga sistem mampu memberikan data real-time tanpa kendala berarti. Selain itu, fitur alarm berhasil bekerja secara konsisten dalam mendeteksi penyimpangan suhu sehingga dapat memberikan peringatan dini untuk tindakan korektif. Secara keseluruhan, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi monitoring dan mendukung pemenuhan standar HACCP pada cold storage

DAFTAR RUJUKAN

- Koru, N., Patiran, A. Z., & Baisa, L. Y. (2024). Internet of Things (IoT) sistem monitoring suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya pada ruang penyimpanan obat. *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, 5, 539–541.
- Nugraha, R. A., Setiawan, F. B., Pratomo, L. H., & Riyadi, S. (2024). Perancangan sistem kontrol otomatis dan monitoring pada ruang pendingin dengan dua sistem refrigerasi

berbasis web menggunakan Dixell XR75CH dan Cataco. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Engineering (JTECE)*, 6, 74–88.

Ramdan, D. S., & Wijaksana, M. (2017). Sistem monitoring suhu cold storage menggunakan data logger berbasis Arduino dan Visual Basic. *Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, 1, 107–112.

Wicaksani, A. L., & Adriyani, R. (2018). Penerapan HACCP dalam proses produksi menu daging. *Jurnal Media Gizi Indonesia*, 12, 88–97.