

Perancangan Sistem IoT pada Selter Cabin Pemanas untuk Hipotermia di Puncak Gunung

Nanda Tommy Wirawan¹, Defnizal², Risa Nadia Ernes³

Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang

¹nntommw@gmail.com, ²justdheny27@gmail.com, ³risanadiaernes@gmail.com

Abstract

Hypothermia is a major risk in mountaineering activities, especially on routes with minimal emergency heating facilities. This study designs and evaluates an Internet of Things (IoT)-based heating shelter cabin capable of temperature monitoring, automatic heater control, and real-time data transmission. The method includes designing a system using a DHT22 sensor, ESP32 microcontroller, 150 W Nichrome heater, and MQTT protocol, followed by testing inside a 2 m³ simulation chamber through three replications. The results show that the system can maintain the temperature within the range of 27–31°C with an average response time of 18 seconds, and transmits data without packet loss. The scientific contributions of this study include: (1) offering an experimentally validated IoT heating shelter model for insulated enclosed spaces, (2) providing an evaluation of real-time threshold-based temperature control performance, and (3) presenting a physical design and component layout that can be replicated for rescue prototype development. This research demonstrates the potential application of an IoT-based automatic heating system as a first-aid infrastructure for hypothermia in mountainous areas.

Keywords: hypothermia, IoT, heater, shelter cabin, ESP32.

Abstrak

Hipotermia merupakan risiko utama pada aktivitas pendakian, terutama pada jalur dengan minim fasilitas pemanas darurat. Penelitian ini merancang dan menguji selter cabin pemanas berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan suhu, pengaturan pemanas otomatis, dan pengiriman data secara real-time. Metode yang digunakan mencakup perancangan sistem berbasis sensor DHT22, ESP32, pemanas Nichrome 150 W, serta protokol MQTT, kemudian diuji pada ruang simulasi berukuran 2 m³ melalui tiga replikasi. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan suhu dalam rentang 27–31°C dengan waktu respons rata-rata 18 detik, serta pengiriman data tanpa packet loss. Kontribusi ilmiah penelitian ini adalah: (1) menawarkan model selter pemanas IoT yang teruji secara eksperimental pada ruang tertutup berisolasi, (2) memberikan evaluasi performa kontrol suhu real-time berbasis threshold, dan (3) menyediakan rancangan fisik dan tata letak komponen yang dapat direplikasi pada prototipe penyelamatan pendaki. Penelitian ini menunjukkan potensi penerapan sistem pemanas otomatis IoT sebagai infrastruktur pertolongan pertama hipotermia di area pegunungan.

Kata kunci: hipotermia, IoT, pemanas, selter cabin, ESP32.

© 2025 Author
Creative Commons Attribution 4.0 International License



1. Pendahuluan

Hipotermia adalah suatu gangguan medis yang terjadi didalam tubuh dimana terjadi penurunan temperatur suhu tubuh secara tidak wajar yang disebabkan karena tubuh tidak mampu lagi memproduksi panas untuk mengimbangi dan mengantikan panas tubuh yang hilang dengan cepat karena adanya tekanan buruk dari luar, yaitu udara dingin disertai angin, dan hujan [1] Sistem pemanas otomatis berbasis IoT adalah sistem yang memanfaatkan teknologi IoT untuk mengukur kondisi suhu secara real-time, kemudian sistem akan mengontrol elemen pemanas secara otomatis berdasarkan parameter tertentu (misalnya ambang batas suhu), serta mengirimkan data tersebut ke aplikasi atau dashboard monitoring [2]. Sensor suhu DHT22 akan mendeteksi suhu, kemudian mikrokontroler memproses, dan aktuator akan bekerja kapan pemanas dinyalakan atau dimatikan, dan sistem akan berjalan secara otomatis.

Pada jalur pendakian gunung, Selter darurat yang tersedia di berbagai jalur gunung pada umumnya masih bersifat pasif dan belum dilengkapi dengan sistem penghangat maupun sistem lainnya. Teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk menciptakan selter cabin cerdas yang mampu melakukan pengawasan suhu, pengaturan pemanas, dan pengiriman peringatan secara otomatis[3].

Kebutuhan akan selter cabin pemanas menjadi penting mengingat gejala hipotermia dapat muncul dengan cepat, terutama pada pendaki yang kelelahan, berkeringat, atau basah karena hujan. Selter pemanas berbasis IoT dapat menjadi penanganan awal yang efisien sebelum bantuan lanjutan tersedia[4].

Oleh karena itu, penelitian ini merancang sistem selter cabin pemanas berbasis IoT dengan fokus pada stabilitas suhu, kecepatan respons, dan kemampuan monitoring jarak jauh[5].

2. Metode Penelitian

2.1 Kerangka Kerja

Kerangka kerja ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam rangka penyelesaian masalah yang akan dibahas, seperti gambar 1.

Berdasarkan kerangka kerja maka masing-masing langkah dapat diuraikan sebagai berikut:

2.1.1 Mendefinisikan Ruang Lingkup Masalah

Ruang masalah yang akan diteliti harus ditentukan terlebih dahulu, karena tanpa mampu mendefinisikan serta menentukan batasan masalah yang akan diteliti, maka tidak akan didapat suatu solusi yang terbaik dari masalah tersebut.

2.1.2 Mempelajari Literatur

Untuk mencapai tujuan yang akan ditentukan, maka perlu dipelajari beberapa literatur-literatur yang digunakan. Kemudian literatur-literatur yang dipelajari tersebut diseleksi untuk dapat ditentukan

literatur mana yang akan digunakan dalam penelitian. Melalui studi literatur, dipelajari teori-teori yang berhubungan dengan mikrokontroler, sensor suhu DHT22 , dan pengaplikasian teknologi. Sumber literatur berupa buku, jurnal, dan data-data dari situs internet yang sesuai dengan penelitian[6].



Gambar 1. Kerangka Kerja

2.1.3 Analisis Sistem

Pada tahap ini, yaitu menganalisa semua hal yang berkaitan dalam pembuatan dan perancangan sistem. Hal yang dianalisa adalah sebagai berikut:

- a. Sistem pengontrolan pada cabin pemanas;
- b. Komponen-komponen yang membantu proses kontrol pada cabin pemanas;
- c. *Hardware* dan *Software* yang digunakan.

2.1.4 Design Sistem

Pada tahap desain, ditentukan unsur-unsur yang terkandung yang akan diungkapkan kedalam *flowchart*. *Flowchart* merupakan acuan alur dalam perancangan cabin pemanas

2.1.5 Perancangan Sistem

Tahap ini bertujuan untuk merancang sistem yang akan dibuat, seperti: rancangan mekanik, rancangan rangkaian elektronik, dan rancangan program.

2.1.6 Pembuatan Sistem

Pada tahap ini, yang dibuat adalah:

- a. Selter dirancang sebagai ruang simulasi berukuran 2 m^3 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$). Material menggunakan isolasi busa EVA 15 mm untuk menjaga kestabilan suhu.
- b. Pembuatan Sistem Kontrol, dengan spesifikasi perangkat keras yang digunakan seperti pada tabel 1.

Tabel 1.Tabel Perangkat Keras Yang Digunakan

Komponen	Spesifikasi
Sensor suhu/kelembapan	DHT22 (akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$)
Mikrokontroler	ESP32, dual-core 240 MHz
Elemen pemanas	Nichrome heater 150 W
Aktuator	Relay solid state (SSR 10A)
Catu daya	12V–10A
Protokol IoT	MQTT pada server lokal

2.1.7 Uji Sistem

Pada tahap ini, Sistem yang akan diuji adalah:

- Pengujian rangkaian *sensor suhu DHT22*
- Pengujian rangkaian *sistem minimum*.
- Pengujian rangkaian keseluruhan.

2.1.8 Implementasi

Pada tahapan ini, pengimplementasian Sistem, sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu kemudian data akan di proses dan akan dikirimkan ke sistem kontrol agar dapat diproses kemudian akan memberikan output berupa suhu panas yang dikeluarkan melalui elemen pemanas Nichrome heater 150 W .

2.1.9 Pengujian Hasil

Pada tahap ini, yang akan diuji adalah sistem cabin pemanas. apakah data input yang dibaca cocok dengan data output yang dikeluarkan oleh sistem.

2.2 Cara Kerja Sistem

1. Instalasi Sensor

Sensor DHT22 dipasang pada ketinggian 120 cm dari lantai selter untuk menghindari bias dari elemen pemanas.

2. Penempatan Pemanas

Elemen pemanas ditempatkan pada sudut selter dan diberi jarak 30 cm dari dinding untuk mencegah panas terfokus.

3. Pengaturan Firmware ESP32

Firmware ditulis menggunakan Arduino IDE dengan logika kontrol otomatis:

4. Siklus Pengujian

Dilakukan 3 replikasi, masing-masing durasi 45 menit pada suhu awal 18–20°C.

5. Perekaman Data

Data suhu dicatat otomatis melalui MQTT pada interval 5 detik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sensor DHT22

DHT22 adalah suhu dan kelembaban sensor digital senyawa yang output dikalibrasi sinyal digital. Berkat teknologi akuisisi modul khusus digital dan suhu dan kelembaban penginderaan teknologi diterapkan pada modul, DHT22 datang dengan keandalan yang sangat

tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik [7].

DHT22 termasuk sensor kelembapan kapasitif dan suhu mengukur elemen NTC yang terhubung ke kinerja tinggi 8-bit mikrokontroler, sehingga kualitas yang sangat baik, waktu respon super cepat, kemampuan anti-interferensi yang kuat dan sangat hemat biaya. Dibandingkan dengan suhu SHT10 dan sensor humiditiy[2].

DHT22 menikmati presisi tinggi dan harga yang lebih rendah, menjadikannya pilihan ideal untuk rentang pertengahan harga, suhu & kelembapan kinerja tinggi sensor. Jika digunakan bersama-sama dengan Arduino, akan dengan mudah mendapatkan interaktives korelasi antara suhu dan persepsi kelembapan[8].

3.2 Stabilitas Suhu Ruangan

Selama tiga replikasi, suhu ruang mencapai target pemanasan secara konsisten.

Tabel 2. Suhu Stabil Selama Pengujian

Replikasi	Suhu Stabil ($^{\circ}\text{C}$)	Rentang	Durasi Stabil (menit)
1	27,4–30,8	3,4 $^{\circ}\text{C}$	32
2	27,1–31,0	3,9 $^{\circ}\text{C}$	30
3	27,5–30,6	3,1 $^{\circ}\text{C}$	33

3.3 Keandalan Pengiriman Data

Pengujian pengiriman data dilakukan selama tiga replikasi dengan interval pencatatan setiap 5 detik melalui protokol MQTT pada server lokal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh data sensor suhu dan kelembapan dapat terkirim tanpa adanya *packet loss*. Hal ini menandakan bahwa:

- Koneksi antara ESP32 dan broker MQTT stabil, sehingga tidak menimbulkan jeda pengiriman atau data kosong.
- Buffer dan QoS (Quality of Service) berjalan sesuai konfigurasi, memastikan setiap paket data diterima tepat waktu.
- Tidak terjadi anomali atau lonjakan keterlambatan (latency spike) yang dapat mengganggu pembacaan grafik deret waktu.

Dengan demikian, sistem dapat dipastikan memiliki keandalan tinggi dalam monitoring suhu dan kelembapan secara *real-time*, yang sangat penting untuk proses analisis performa pemanas otomatis dalam selter.

3.4 Rancangan Fisik Alat

Rancangan fisik alat dibuat untuk memastikan seluruh komponen dapat berfungsi secara optimal di dalam selter berukuran 1 m × 1 m × 2 m. Pada tahap perancangan, dilakukan identifikasi kebutuhan ruang, posisi sensor, dan arah distribusi panas berdasarkan referensi teknis serta studi literatur.

Elemen-elemen fisik yang dirancang meliputi:

1. Posisi Sensor DHT22

Sensor ditempatkan pada ketinggian 120 cm dari lantai dan dipasang pada sisi tengah selter untuk

menghindari bias pembacaan akibat paparan langsung dari elemen pemanas.

2. Penempatan Elemen Pemanas

Pemanas Nichrome 150 W ditempatkan pada salah satu sudut bagian bawah selter dengan jarak 30 cm dari dinding. Penempatan ini bertujuan untuk mencegah panas terfokus pada satu titik dan memastikan distribusi panas lebih merata.

3. Penempatan Mikrokontroler dan SSR

ESP32 dan relay SSR 10A ditempatkan pada panel kecil terpisah di luar area panas langsung, dilengkapi dengan box pelindung agar terhindar dari suhu tinggi.

4. Manajemen Kabel dan Catu Daya

Semua kabel diikat menggunakan *cable management strap* untuk menghindari kontak dengan elemen pemanas. Catu daya 12V–10A ditempatkan di luar selter untuk menjaga keamanan. Gambar 2 adalah gambar rancangan fisik alat.



Gambar 2. Rancang Fisik Alat

3.5. Pembahasan

Pembahasan ini menguraikan interpretasi hasil pengujian selter pemanas otomatis berbasis IoT yang telah dilakukan melalui tiga replikasi. Analisis difokuskan pada akurasi sensor, stabilitas suhu ruangan, performa sistem kontrol, keandalan pengiriman data, serta kesesuaian rancangan fisik alat terhadap tujuan penelitian.

3.5.1 Analisis Sensor DHT22

Sensor DHT22 terbukti mampu memberikan pembacaan suhu dan kelembapan yang stabil selama pengujian. Dengan akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$, sensor dapat mendeteksi perubahan temperatur secara responsif sehingga memudahkan sistem dalam mengatur status pemanas. Penggunaan sensor digital dengan mikrokontroler internal 8-bit terbukti meningkatkan kestabilan dan mengurangi gangguan *noise* selama proses pengukuran[4].

Pemilihan DHT22 juga dinilai tepat karena sensor ini mampu bekerja pada rentang suhu lebar dan memiliki biaya implementasi yang lebih rendah dibandingkan sensor kelas premium seperti SHT10, namun tetap mempertahankan presisi yang baik[9].

3.5.2 Stabilitas Suhu Ruangan

Dari tiga replikasi pengujian, suhu stabil pada rentang $27\text{--}31^\circ\text{C}$ berhasil dicapai dengan fluktuasi yang masih dalam batas toleransi. Rentang perubahan suhu paling kecil terjadi pada replikasi ke-3 ($3,1^\circ\text{C}$), menunjukkan bahwa sistem kontrol semakin adaptif seiring peningkatan temperatur awal lingkungan selter.

Durasi stabilitas berkisar antara 30–33 menit, mengindikasikan bahwa setelah mencapai suhu kerja, pemanas bekerja efektif menjaga kondisi termal tanpa terjadinya *overshoot* ekstrem. Pola nyala-mati pemanas sesuai dengan logika kontrol yang diterapkan, yaitu: Pemanas ON ketika suhu $< 27^\circ\text{C}$ dan Pemanas OFF ketika suhu $> 31^\circ\text{C}$

Hal ini menunjukkan bahwa algoritma kontrol sederhana berbasis *threshold* sudah cukup handal untuk mempertahankan temperatur dalam skenario ruang kecil dengan insulasi EVA 15 mm.

3.5.3 Kinerja Sistem Pemanas

Elemen pemanas Nichrome 150 W mampu menghasilkan panas yang cukup untuk menaikkan suhu ruangan dari $18\text{--}20^\circ\text{C}$ menuju rentang stabil hanya dalam beberapa menit awal pengujian. Letak pemanas yang ditempatkan 30 cm dari dinding membantu menurunkan risiko panas terfokus pada satu area, sehingga distribusi lebih merata.

3.5.4 Keandalan Pengiriman Data

Pengujian sistem IoT menunjukkan bahwa seluruh data oleh sensor berhasil dikirim ke server MQTT tanpa *packet loss*. Hal ini menandakan bahwa:

1. Koneksi WiFi dan server lokal stabil selama pengujian.
2. ESP32 mampu menangani pengiriman data berkala setiap 5 detik tanpa jeda.
3. Sistem monitoring real-time dapat diandalkan untuk analisis performa jangka panjang.

Keandalan ini menjadi poin penting karena data time-series menjadi dasar utama dalam evaluasi kinerja kontrol suhu.

3.5.5 Evaluasi Rancangan Fisik Alat

Rancangan fisik selter terbukti berfungsi baik dalam pengujian. Penempatan sensor pada ketinggian 120 cm tepat untuk menghindari bias pembacaan dari pemanas. Selain itu, pemilihan insulasi EVA 15 mm efektif menjaga kestabilan suhu tanpa memerlukan daya pemanas terlalu tinggi.

Penempatan ESP32 dan SSR pada area yang tidak terkena panas langsung meningkatkan keamanan serta memperpanjang umur perangkat. Secara keseluruhan, rancangan fisik mendukung performa pemanas otomatis yang responsif dan stabil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem selter pemanas otomatis berbasis IoT, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pemanas otomatis berhasil menjaga suhu ruang selter dalam rentang target 27–31°C pada seluruh replikasi pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa logika kontrol berbasis batas suhu (*threshold control*) yang diterapkan pada ESP32 dapat bekerja secara efektif dan konsisten.
2. Sensor DHT22 memberikan performa pengukuran suhu dan kelembaban yang stabil, dengan akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$ dan respons cepat terhadap perubahan suhu. Sensor ini terbukti sesuai untuk pengukuran kondisi termal pada ruang kecil dengan kebutuhan presisi menengah.
3. Elemen pemanas Nichrome 150 W mampu menaikkan suhu ruang secara cepat dari kondisi awal 18–20°C hingga mencapai rentang stabil. Selain itu, penempatan pemanas pada sudut selter dan jarak aman dari dinding mampu meminimalkan risiko panas terfokus serta memastikan distribusi panas lebih merata.
4. Seluruh data sensor berhasil dikirim ke server MQTT tanpa packet loss, membuktikan bahwa sistem IoT berjalan sangat andal dan dapat digunakan untuk pemantauan suhu secara real-time. Kualitas jaringan lokal dan kemampuan ESP32 dalam menjaga interval pengiriman 5 detik turut mendukung keberhasilan ini.
5. Rancangan fisik selter dan tata letak perangkat telah memenuhi prinsip keselamatan dan efisiensi, termasuk penempatan sensor, pemanas, mikrokontroler, dan catu daya. Struktur isolasi EVA 15 mm efektif menjaga kestabilan suhu ruang dan mengurangi konsumsi daya pemanas. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa selter pemanas otomatis berbasis IoT mampu bekerja stabil, responsif, dan dapat diandalkan untuk kebutuhan pengujian lingkungan termal berskala kecil.

Daftar Rujukan

- [1] M. R. Ariwibowo, J. Juhaeriyah, E. A. Nugroho, and R. Mutaqim, “IoT-Based Smart Security System Using Infrared Sensor as Motion Detector,” *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, vol. 8, no. 1, pp. 42–48, 2023, doi: 10.24235/itej.v8i1.109.
- [2] A. Prathama and F. N. Putri, “Capaian Implementasi SNI 8748:2019 Tentang Pengelolaan Pendakian di Gunung Penanggungan Kabupaten Mojokerto,” *Journal of Governance and Local Politics (JGLP)*, vol. 5, no. 1, pp. 40–50, 2023.
- [3] F. Pandey, Y. D. Kuntjoro, and A. Uksan, “Perancangan Sistem Pemanas Ruangan dengan Memanfaatkan Energi Panas dari Brine di Lapangan Panas Bumi Wayang Windu,” *Jurnal Kewarganegaraan*, vol. 6, no. 2, pp. 2836–2846, 2022.
- [4] H. Darmanto, L. Lamsadi, and H. Asrul, “Monitoring Ketinggian Air Tandon Berbasis IoT Dengan ESP32 Melalui Website,” *JUSTER : Jurnal Sains dan Terapan*, vol. 4, no. 2, pp. 67–73, 2025, doi: 10.57218/juster.v4i2.1507.
- [5] R. Ferdinand *et al.*, “Rancang Bangun Alat Pendekripsi Hipotermia Berbasis Mikrokontroler Esp32 pada Pendakian Gunung,” *Journal of Electrical Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 1–11, 2025.
- [6] H. Widodo, Y. E. Putra, S. Suryani, and U. Ubaidah, “Sistem Otomatisasi Pengaturan Suhu dan Sirkulasi Udara di Ruangan Pasien Menggunakan Relay SSR dan Teknologi IoT Berbasis Blynk,” *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 12, no. 02, pp. 131–138, 2024, doi: 10.23960/jtaf.v12i02.375.
- [7] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar,” *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.
- [8] M. J. Thaher, D. Novitasari, and L. Roro Suryani, “Hubungan Indeks Massa Tubuh Dengan Kejadian Hipotermia Pasca Anestesi Umum,” *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, vol. 6, no. April, p. 867, 2024.
- [9] A. H. Saptadi, “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22,” *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika*, vol. 6, no. 2, p. 49, 2014, doi: 10.20895/infotel.v6i2.16.