

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Revolusi Industri 4.0 membawa perubahan paradigmatik menuju konsep Smart Hospital, termasuk dalam manajemen layanan gizi pada Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG). Keamanan pangan mutlak diharapkan mengingat pasien rawat inap mempunyai sistem imun yg terkompromi, sebagai akibatnya rentan terhadap *foodborne illness*. Pengendalian bahaya melalui sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) menjadi penting, tetapi empiris di lapangan menunjukkan bahwa implementasinya pada rumah sakit Indonesia masih suboptimal. Penelitian (Wahyuni, Lestari and Azizah, 2019) pada rumah Sakit Batu City di Kendari berkata bahwa prinsip HACCP, khususnya identifikasi bahaya, verifikasi, serta dokumentasi, belum diterapkan secara maksimal dampak kurangnya kebijakan tertulis, pelatihan, dan dukungan manajemen. Meskipun demikian, penerapan HACCP yang tepat terbukti efektif menurunkan bahaya mikrobiologis (angka kuman) pada kuliner serta alat-alat masak, dan menaikkan praktik higiene penjamah kuliner secara signifikan (Puspita et al., 2010).

salah satu kelemahan utama dalam penerapan HACCP waktu ini, khususnya pada supervisi Critical Control Point (CCP) suhu dan saat, merupakan ketergantungan pada manual logging oleh petugas gizi. Metode ini hanya menyampaikan snapshot data pada interval eksklusif, sehingga fluktuasi suhu pada antara interval pencatatan—contohnya dampak pintu kulkas yg tak jarang dibuka—tidak terdeteksi. Selain itu, metode manual rentan terhadap human error, manipulasi data, dan respons yang tertunda Bila terjadi penyimpangan suhu. syarat ini sejalan menggunakan temuan (Nurhayati *et al.*, 2026) serta (Müller, Ferreira and Botelho da Silva, 2026) yg menyatakan bahwa pendekatan pemantauan tradisional bersifat reaktif, terfragmentasi, serta rawan kesalahan insan, di mana keterlambatan deteksi defleksi suhu dapat menyebabkan kerusakan produk yang ireversibel sebelum tindakan korektif bisa dilakukan, yg berujung di pemborosan pangan serta risiko kontaminasi (Jayadipraja *et al.*, 2022).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memperlihatkan solusi elegan buat mengatasi tantangan ini dengan memungkinkan pemantauan suhu secara real-time, continuous, serta otomatis. Penerapan IoT menggeser kerangka berpikir dari inspeksi akhir yg reaktif menuju pencegahan agresif melalui analitik prediktif (Müller, Ferreira and Botelho da Silva, 2026). tidak sinkron dengan sistem kompleks mirip RFID yg membutuhkan investasi tinggi, arsitektur berbasis IoT memberikan alternatif yg lebih skalabel dan hemat biaya buat melacak parameter kritis suhu pada Critical Control Point (Nurhayati *et al.*, 2026). menggunakan memanfaatkan sensor suhu presisi tinggi yang terhubung ke mikrokontroler serta dikirim ke cloud server, data lingkungan dapat divisualisasikan pada dashboard interaktif, serta sistem dapat diprogram untuk mengirimkan peringatan otomatis (alert) Jika parameter menyimpang asal ambang batas keamanan, memungkinkan intervensi dini sebelum kuliner memasuki "Zona Bahaya" .

Meskipun IoT menjanjikan efisiensi yg signifikan, implementasinya di lingkungan rantai pasok yang konkret, termasuk SPPG tempat tinggal sakit, menghadapi tantangan teknis serta keberlanjutan yang tidak bisa diabaikan. Penelitian realitas oleh (Lamberty and Kreyenschmidt, 2025) mengatakan bahwa pada uji praktik lapangan, sistem pemantauan suhu IoT kerap mengalami taraf kehilangan data yang tinggi dan deviasi akurasi pengukuran, yang berpotensi membentuk celah data kritis bagi pengambilan keputusan. Selain itu, aspek keberlanjutan mirip masa pakai baterai yg terbatas, kebutuhan penggantian baterai yg intensif, dan potensi limbah elektronika masih menjadi kendala operasional. sang sebab itu, integrasi IoT tidak hanya sekadar merakit indera, tetapi pula memerlukan pemenuhan persyaratan teknis (mirip keandalan transmisi) dan proses (kemudahan penggunaan oleh petugas) khusus buat mengklaim keandalan data yang didapatkan pada lingkungan dapur tempat tinggal sakit yg bergerak maju.

sesuai uraian tadi, terdapat celah penelitian yang signifikan pada mana penelitian terdahulu perihal IoT lebih poly serius di logistik distribusi komersial, ad interim konteks penerapannya di SPPG tempat tinggal sakit Indonesia—yg menuntut akurasi tinggi buat keamanan pasien—masih sangat terbatas. Penelitian berjudul "Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengawasan Kualitas serta Suhu makanan

pada Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG)" dicermati mendesak buat mengatasi kegagalan dokumentasi serta pemantauan HACCP akibat pencatatan manual yg tidak andal. Penelitian ini bertujuan tidak hanya merancang sistem pemantauan IoT yg tangguh secara teknis, namun pula menelaah efektivitas integrasinya menggunakan standar HACCP rumah sakit serta alur kerja petugas gizi, guna memastikan bahwa data suhu yg akurat serta berkelanjutan bisa mencegah foodborne illness dan secara eksklusif menaikkan mutu pelayanan gizi pasien (Wahyuni, Lestari and Azizah, 2019).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang duduk perkara yg telah diuraikan, maka rumusan dilema pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang arsitektur sistem dan menciptakan prototipe perangkat hardware berbasis Internet of Things (IoT) yg bisa memantau suhu serta kualitas udara lingkungan penyimpanan serta penyajian makanan di SPPG secara akurat?
2. Bagaimana mengimplementasikan protokol komunikasi data (khususnya MQTT) buat menjamin kehandalan transmisi data sensor secara real-time berasal perangkat penggerak ke platform cloud menggunakan latensi yang minimal?
3. Bagaimana merancang antarmuka (interface) dashboard monitoring yang informatif dan user-friendly buat memfasilitasi pengambilan keputusan oleh manajemen gizi?
4. Seberapa besar tingkat akurasi serta presisi sistem IoT yang dikembangkan dibandingkan dengan alat ukur baku (termometer referensi) dalam kondisi operasional SPPG yg sebenarnya?
5. Apakah penerapan sistem pemantauan IoT ini efektif dalam meningkatkan kepatuhan terhadap baku keamanan pangan (HACCP) dibandingkan menggunakan metode pencatatan manual konvensional?

1.3. Batasan Masalah

Supaya penelitian tetap penekanan serta terarah, perlu ditetapkan batasan masalah menjadi berikut:

1. Penelitian difokuskan di pengembangan sistem monitoring (pemantauan) suhu, kelembapan, serta kualitas udara, belum di sistem kontrol otomatis (contohnya mematikan kulkas secara otomatis).
2. Parameter fisik yg diukur terbatas pada suhu ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan relatif (%RH), serta konsentrasi Volatile Organic Compounds (VOC) menjadi indikator pembusukan, tidak mencakup analisis kimiawi makanan atau kandungan gizi.
3. Lokasi pengujian terbatas pada area penyimpanan bahan makanan kemarau (gudang), penyimpanan dingin (kulkas/chiller), dan area distribusi makanan pada SPPG RS [Masukkan Nama RS].
4. Infrastruktur jaringan yang dipergunakan mengandalkan jaringan Wi-Fi yang telah tersedia di lingkungan rumah sakit.
5. Penelitian ini berfokus pada pendeteksian asap rokok menggunakan metode *Deep Learning* berbasis model YOLOv8.

1.4. Tujuan penelitian

1. Membuat rancangan dan prototipe perangkat IoT berbasis mikrokontroler ESP32 serta sensor suhu digital yg bisa beroperasi secara autonomous di lingkungan SPPG.
2. Menganalisis performa jaringan serta keandalan pengiriman data memakai protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) di infrastruktur jaringan tempat tinggal sakit.
3. Berbagi perangkat lunak dashboard berbasis web yg menampilkan visualisasi data real-time, grafik tren historis, dan sistem notifikasi peringatan dini (early warning system).
4. Mengukur dan menganalisis taraf akurasi sensor sistem menggunakan metode statistik (RMSE serta MAPE) buat memvalidasi kelayakan alat sebagai alat ukur.
5. Memberikan rekomendasi teknis serta prosedural tentang implementasi teknologi IoT dalam Standard Operating Procedure (SOP) pengawasan keamanan pangan pada rumah sakit.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

- Menambah wacana dan literatur ilmiah tentang penerapan teknologi Wireless Sensor Network (WSN) dan IoT pada domain kesehatan, khususnya dalam manajemen gizi klinis.
- Memperkaya kajian mengenai integrasi sistem cyber-physical system (CPS) dengan protokol keamanan pangan HACCP pada lingkungan fasilitas pelayanan kesehatan.

1.5.2 Manfaat Praktis

- Bagi tempat tinggal Sakit dan SPPG: meningkatkan efisiensi operasional melalui otomasi pemantauan, mengurangi risiko foodborne illness, mendukung akreditasi rumah sakit (khususnya baku manajemen mutu pangan), dan mengurangi food waste akibat kerusakan suhu.
- Bagi Petugas Gizi serta Sanitarian: Meminimalkan beban administrasi pencatatan manual, memberikan rasa aman berkat sistem peringatan dini, serta menyediakan data historis buat audit kualitas.
- Bagi Akademisi serta Peneliti Lain: menjadi referensi serta dasar untuk penelitian lanjutan, misalnya pengembangan sistem kontrol otomatis (closed-loop control) atau analisis prediktif menggunakan Machine Learning.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini disusun buat memudahkan pemahaman alur pemikiran peneliti, menjadi berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab Ini memuat latar belakang, rumusan dilema, tujuan, manfaat, batasan problem, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini Mengulas teori dasar IoT, arsitektur sistem, konsep keamanan pangan (HACCP), spesifikasi teknis komponen (sensor serta mikrokontroler), dan penelitian terdahulu.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menyebutkan jenis penelitian, desain sistem, indera serta bahan, tahapan pengembangan, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini Memuat akibat implementasi, pengujian, serta analisis data.

BAB V PENUTUP

Bab ini Berisi kesimpulan serta saran.