

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Terkait

Untuk memperkuat landasan teori dan metode yang digunakan, dilakukan komparasi terhadap enam penelitian kunci terbaru. Studi-studi ini dipilih untuk memvalidasi kelayakan penggunaan ESP32, PT100, serta standar suhu dalam proses distributor terbaik buat produk hasil laut.

Berikut disajikan ringkasan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem monitoring *control* cerdas berbasis IoT sebagaimana Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis, tahun	Judul penelitian	Kontribusi metode (validasi)	Kesenjangan (gap)	Hasil evaluasi (angka)
1.	Harlan Kurnia AR (2025) [16]	Implementasi IoT Pada Sistem monitoring suhu dan kelembaban menggunakan ESP32, <i>firebase</i> dan kodular	Dengan memanfaatkan ESP32 yang telah memiliki modul wi-fi terintegrasi dan prosesor <i>dual-core</i> berperforma tinggi, sistem ini mampu menjalankan komputasi kompleks secara <i>real-time</i>	Seluruh informasi tersebut dikirimkan ke <i>Firebase real-time database</i> melalui jaringan internet, di mana data akan tersimpan dan diperbarui secara otomatis pada aplikasi android yang	Sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT memiliki tingkat akurasi yang sesuai standar, waktu respon sekitar 1,9 detik, serta konsistensi data penuh antara perangkat, <i>cloud</i> , dan aplikasi.

No	Penulis, tahun	Judul penelitian	Kontribusi metode (validasi)	Kesenjangan (gap)	Hasil evaluasi (angka)
				dibangun menggunakan <i>platform</i> Kodular	
2.	Supriyanto 1, Sigit Umar Anggono 2 1,2 Universitas Sains dan Teknologi Komputer Semarang, Indonesia (2025)[24]	Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Dan Komunikasi (Jtik) Vol 16	Metode validasi ini menyajikan perbandingan objektif kinerja dan efisiensi daya antara ESP32 dan Raspberry pi pico w.	Penelitian ini menutup <i>research gap</i> dengan membandingkan efisiensi daya dan latensi ESP32 dan Raspberry pi pico w secara langsung.	Hasil eksperimen menunjukkan Raspberry pi pico w lebih hemat daya (90 mA) dan lebih cepat <i>booting</i> (950 ms), sedangkan ESP32 lebih unggul dalam latensi waktu nyata (240 ms).
3.	Imran Sarwar Bajwa date of current version March 12, 2021.[25]	An IoT-Based <i>real-time intelligent</i> monitoring and notification <i>system of cold storage</i>	Metode monitoring cerdas berbasis IoT ini tervalidasi memiliki akurasi 99%.	Penelitian ini mengisi kesenjangan melalui pemantauan <i>cold storage</i> cerdas berbasis IoT	akurasi 99%, <i>training accuracy</i> 99,3%, <i>testing accuracy</i> 99,7%, <i>error rate</i> <1%, dan <i>test loss</i> 0,016.
4.	2025 Ayu Putri Madu Ratna – Maqsfiranda Erza[5]b	Jurnal hasil penelitian dan pengembangan (JHPP)	kualitatif mengenai implementasi sistem rantai dingin (<i>cold chain</i>) melalui pendekatan yang	kesenjangan nyata antara standar <i>cold chain</i> dan praktik lapangan	Penjagaan suhu pada rentang 0–5°C tersebut sangat krusial untuk memperlambat proses pembusukan

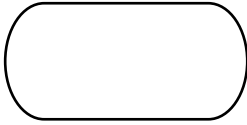
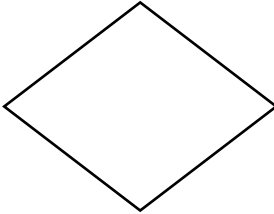
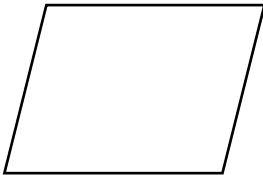
No	Penulis, tahun	Judul penelitian	Kontribusi metode (validasi)	Kesenjangan (gap)	Hasil evaluasi (angka)
			sistematis dan multiperspektif	nelayan kecil	secara biologis, kimiawi, dan mikrobiologis pada ikan

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Flowchart

Flowchart adalah adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program. *flowchart* biasanya digunakan sebagai bukti dokumentasi untuk menjelaskan gambaran logis sebuah sistem yang akan dibangun kemudian diberikan kepada *programmer*, dengan begitu *flowchart* dapat membantu untuk memberikan solusi terhadap masalah yang bisa saja terjadi dalam membangun sistem. Pada dasarnya, *flowchart* digambarkan dengan menggunakan simbol-simbol. Setiap simbol mewakili suatu proses tertentu, adapun untuk menghubungkan satu proses ke proses selanjutnya selanjutnya digambarkan dengan menggunakan garis penghubung. Detail simbol-simbol *flowchart* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Simbol *Flowchart*

NO	Simbol	Keterangan
1.		Terminator untuk menunjukan awal dan akhir <i>flowchart</i>
2.		Process untuk menandai langkah pemrosesan dalam sistem.
3.		Decision untuk pengambilan keputusan logis.
4.		<i>Input/output</i> simbol yang menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung peralatan.
5.		<i>flow</i> simbol yang digunakan untuk menggabungkan antara simbol yang satu dengan yang lain.

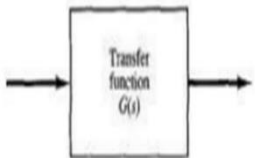
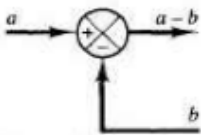
2.2.2. Diagram Blok

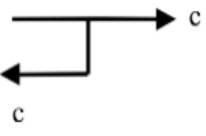
Diagram blok adalah diagram sistem di mana bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh kotak-kotak dihubungkan dengan sebuah garis, dan diagram tersebut menunjukkan hubungan kotak-kotak tersebut. Cara kerja dari keseluruhan rangkaian dapat dilihat

dari *blok* diagram. Fungsi utama dari *blok* diagram adalah sebagai acuan dalam proses penempatan komponen rangkaian elektronika sehingga saling terhubung satu sama lain. Oleh karena itu *blok* diagram merupakan bagian terpenting dalam perancangan sistem. Detail simbol-simbol *blok* diagram tersebut dapat dilihat pada Tabel

2.3

Tabel 2.3 Simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	<i>Blok fungsional</i>	<i>Blok fungsional</i> atau bisa disebut <i>blok</i> memuat fungsi alih komponen, yang dihubungkan dengan anak panah untuk menunjukkan arah aliran sinyal. Anak panah yang meninggalkan <i>blok</i> menyatakan keluaran.
	Titik penjumlahan	Titik penjumlahan direpresentasikan dengan lingkaran yang memiliki tanda silang (X) di dalamnya. Memiliki dua atau lebih <i>input</i> dan <i>output</i> tunggal. Titik penjumlahan menghasilkan jumlah aljabar dari <i>input</i> , juga melakukan penjumlahan atau pengurangan atau kombinasi penjumlahan dan pengurangan <i>input</i> berdasarkan polaritas <i>input</i> .

Simbol	Nama	Fungsi
	<i>Feedback loop</i>	simbol tersebut berfungsi sebagai penanda aliran balik (<i>feedback loop</i>) pada diagram <i>blok</i> atau <i>flowchart</i> yang menunjukkan bahwa suatu proses akan kembali ke tahap sebelumnya agar sistem dapat bekerja secara berulang dan terus-menerus. Simbol ini umumnya digunakan pada sistem mikrokontroler, IoT, maupun otomatisasi untuk menggambarkan proses monitoring, pembacaan sensor, pengecekan kondisi sistem, serta pengulangan program utama secara kontinu sehingga sistem dapat berjalan secara stabil sesuai kebutuhan operasi.

2.2.3. Sistem Rantai Dingin (*Cold Chain*)

Sebagai sistem integrasi, berbagai metode untuk memastikan pengawetan suhu rendah secara terus-menerus pada komoditas yang mudah rusak (*perishable*), mulai dari tahap produksi hingga konsumsi akhir. *cold chain logistics* menjaga Komoditas seperti hasil laut, daging, dan produk farmasi sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu; penyimpangan suhu sekecil apa pun dapat mempercepat kerusakan biologis dan menyebabkan kerugian

ekonomi yang besar. Armada truk pendingin bertindak sebagai penghubung utama dalam proses distribusi ini. Namun, sistem transportasi sering menjadi titik lemah karena risiko pemutusan rantai dingin selama proses pemuatan, pembongkaran, atau akibat malfungsi peralatan pendingin.

2.2.4. Sistem Kontrol dan Pemantauan Cerdas

Sistem kontrol tradisional pada truk pendingin umumnya menggunakan metode *on-off feedback control* dengan *hysteresis*, yang sering kali menghasilkan distribusi suhu yang tidak seragam di dalam ruang kargo. Untuk meningkatkan efisiensi, diperlukan integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dan Kecerdasan Buatan yang mampu merespons perubahan lingkungan secara dinamis. Penggunaan algoritma kontrol cerdas memungkinkan penyetelan daya pendinginan yang lebih presisi berdasarkan data sensor secara *real-time*[27].

2.2.5. Teori Data *Fusion* (Fusi Data Sensor)

Data *Fusion* atau fusi data adalah teknik penggabungan informasi dari berbagai jenis sensor (*heterogen*) untuk menghasilkan pemahaman yang lebih akurat dan andal mengenai status sistem dibandingkan hanya mengandalkan satu sensor saja.[28]

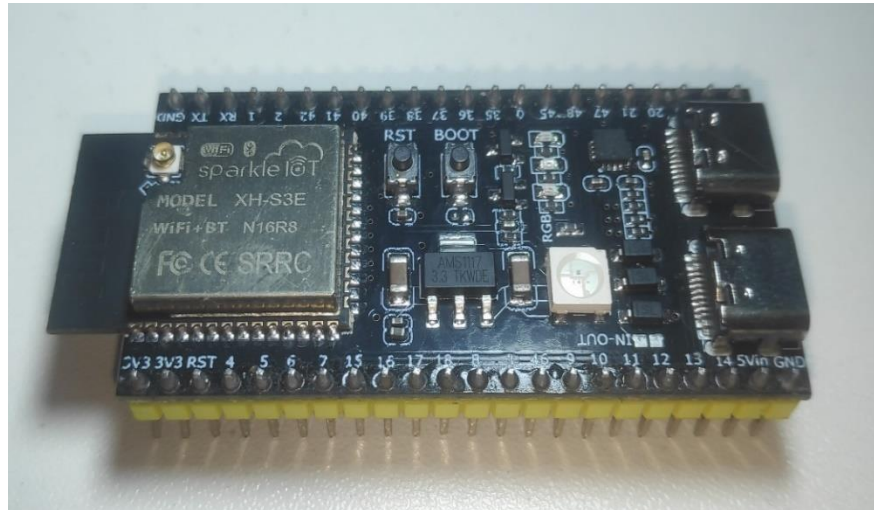
2.2.6. Arsitektur Perangkat Keras

Unit pemroses utama yang sering digunakan adalah mikrokontroler ESP32 karena memiliki fitur prosesor *dual-core*, konektivitas Wi-Fi/Bluetooth terintegrasi, dan konsumsi daya yang rendah. Data dari sensor di armada truk dikirim ke *platform cloud* (seperti *thingspeak* atau *firebase*) melalui jaringan seluler (GSM/4G/5G). Integrasi ini memungkinkan pihak manajer untuk mengakses data secara *real-time* melalui *smartphone* dan menerima notifikasi otomatis segera setelah terjadi penyimpangan parameter di luar ambang batas aman.[25]

2.2.7. ESP32-S3

ESP32-S3 dipilih sebagai mikrokontroler utama karena memiliki spesifikasi yang mendukung kebutuhan sistem. Perangkat ini menggunakan prosesor *dual-core xtensa LX7* hingga 240 MHz yang mampu mengolah data dengan cepat. Selain itu, dukungan Wi-Fi 2.4 GHz dan bluetooth low energy (BLE) 5.0 memungkinkan komunikasi data secara nirkabel.

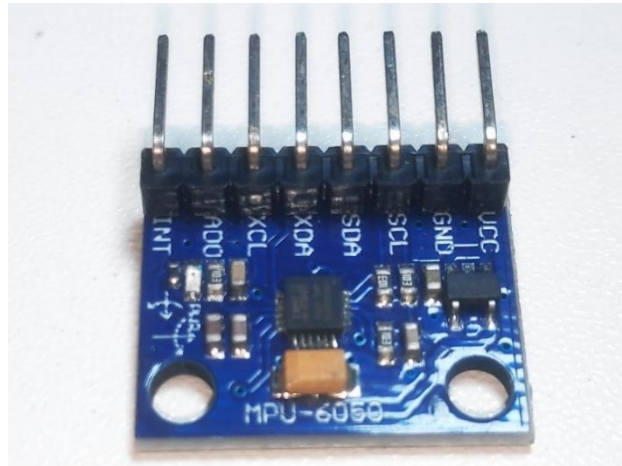
ESP32-S3 juga memiliki fitur USB OTG(on-the-go) serta dukungan memori tambahan yang membantu dalam proses penyimpanan dan pengolahan data. Adapun gambar ESP32-S3 itu dapat lihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Gambar ESP32-S3

2.2.8. MPU6050

MPU6050 adalah sensor untuk membaca gerakan yang sudah menggabungkan *accelerometer* dan *gyroscope* dalam satu modul. Cara komunikasinya menggunakan I2C, jadi mudah dihubungkan ke mikrokontroler seperti ESP32-S3. Karena bentuknya kecil, hemat daya, dan cukup akurat, MPU6050 cocok digunakan untuk aplikasi seperti monitoring getaran. Adapun gambar, MPU6050 itu dapat lihat pada Gambar 2.2

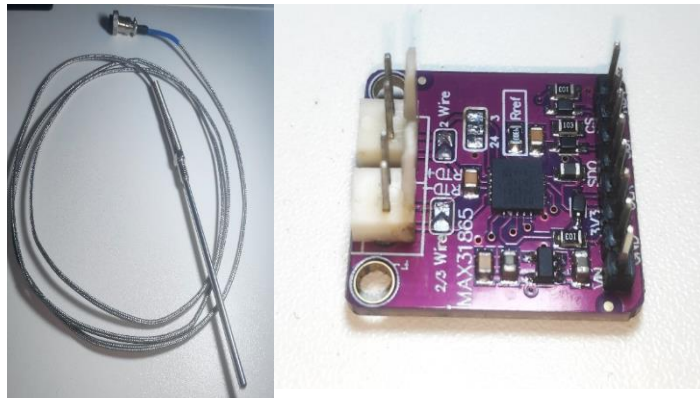


Gambar 2. 2 Gambar MPU6050

2.2.9. PT100 Dan MAX31865

Pengukuran suhu pada sistem ini menggunakan PT100 yang bekerja berdasarkan perubahan nilai resistansi terhadap suhu. Untuk memudahkan proses pembacaan sensor PT100, digunakan modul MAX31865 yang berfungsi mengubah sinyal analog menjadi data digital. Selanjutnya, data tersebut diproses oleh mikrokontroler

ESP32-S3 sehingga sistem dapat melakukan pemantauan suhu secara akurat dan stabil. Adapun gambar MAX31865 dan PT100 itu dapat lihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Gambar MAX31865 dan PT100

2.2.10. SD Card Module

SD Card Module pada sistem ini digunakan sebagai media penyimpanan *buffer*, yaitu tempat penyimpanan sementara data hasil pembacaan sensor sebelum dikirim ke *server* atau *cloud*. Modul ini bekerja menggunakan kartu microSD dan berkomunikasi melalui antarmuka SPI, sehingga mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32-S3. Dalam tugas akhir, fungsi *buffer* ini sangat penting untuk menjaga data agar tidak hilang ketika koneksi *internet* terputus, sehingga data dapat disimpan terlebih dahulu dan dikirim kembali saat koneksi sudah tersedia. Adapun gambar SD Card dan modulnya dapat lihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 4 Gambar SD Card

2.2.11. XY3606 Step-Down

XY3606 Step-Down adalah modul penurun tegangan (*buck converter*) yang berfungsi mengubah tegangan *input* yang lebih tinggi menjadi tegangan *output* yang lebih rendah dan stabil. Modul ini umumnya memiliki fitur pengaturan tegangan dan arus sesuai kebutuhan. Adapun gambar XY3606 step-down modul itu dapat lihat pada Gambar 2.6

Gambar 2. 5 Gambar Modul XY3606 *step-down*

2.2.12. Batrai Lithium 18650

Batrai 18650 dimanfaatkan sebagai sumber daya utama untuk menjalankan seluruh sistem, termasuk mikrokontroler seperti ESP32-S3 dan komponen lainnya. Untuk menyesuaikan tegangan dengan kebutuhan perangkat, baterai ini biasanya dipadukan dengan modul *step-down*. Dengan ukuran yang ringkas, dapat diisi ulang, serta memiliki daya tahan yang baik, baterai ini sangat sesuai untuk aplikasi sistem *portable* dan IoT. Adapun gambar Batrai *lithium* 18650 itu dapat lihat pada Gambar 2.6



Gambar 2. 6 Gambar Batrai *Lithium* 18650

2.2.13. GPS NEO-8M

GPS NEO-8M merupakan modul GPS yang digunakan untuk menentukan posisi berdasarkan koordinat lintang dan bujur dengan memanfaatkan sinyal satelit, sehingga dapat menghasilkan data lokasi, kecepatan, dan waktu secara akurat; dalam tugas akhir, data

tersebut diproses oleh mikrokontroler seperti ESP32-S3 melalui komunikasi serial (UART). Adapun gambar GPS NEO-8M itu dapat lihat pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Gambar GPS NEO-8M