

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara maritim sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki garis pantai sepanjang lebih dari 81.000 km dan wilayah laut yang mencakup lebih dari 3,25 juta km.[1] Potensi ini seharusnya mampu menjadi pendorong utama pertumbuhan ekonomi nasional dan peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB). Namun ancaman-ancaman secara langsung mempengaruhi perdagangan internasional yang melewati jalur laut vital seperti selat Malaka, selat Sunda, dan selat Lombok.[2] Permasalahan logistik ini masih menjadi hambatan serius dalam meningkatkan daya saing nasional dan memfasilitasi arus distribusi komoditas antar wilayah.[3] Distribusi menjadi salah satu peran penting dalam kegiatan pemasaran. Hal ini menjadi semakin penting dalam industri yang menangani komoditas dengan daya tahan rendah (*low durability*), seperti produk perikanan.[4] Komoditas hasil laut memiliki karakteristik yang bersifat mudah rusak (*perishable*) dan sangat rentan terhadap penurunan mutu pascapanen. Kerentanan ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi pelaku usaha perikanan, tetapi juga berpotensi membahayakan kesehatan masyarakat jika proses distribusinya tidak higienis.[5] Di samping tantangan mutu, keberlanjutan sumber daya juga menjadi perhatian serius, dibuktikan dengan temuan bahwa upaya

penangkapan aktual cumi-cumi di PPN Brondong, Lamongan, telah mencapai status tangkap lebih secara ekonomis (*economic overfishing*).[6]

Seiring dengan meningkatnya kompleksitas dan globalisasi rantai pasokan pangan, permintaan akan logistik *cold chain* telah melonjak secara drastis.[7] Penanganan yang tidak tepat, terutama ketika suhu tidak dijaga dengan baik, dapat menyebabkan penolakan ekspor produk perikanan.[8] Pengolahan pangan melalui teknik pendinginan dan pembekuan memiliki peranan strategis dalam memperpanjang umur simpan produk sekaligus menjaga kualitas dan kandungan gizinya.[9] *cold chain* memiliki standar suhu yang meliputi proses pendinginan pada kisaran 0–10°C dan pembekuan pada suhu di bawah –18°C.[10] Implementasi sistem rantai dingin saat ini masih belum optimal, ditandai dengan seringnya terjadi fluktuasi atau terputusnya kontrol suhu pada titik distribusi penting, terutama saat *last mile delivery*. Hal ini menyebabkan komoditas seperti cumi-cumi, yang memiliki aktivitas enzim endogen tinggi, menjadi sangat rentan terhadap pembusukan dini.[11] Kondisi jalan yang belum memadai untuk dilalui truk kontainer berukuran panjang juga menambah risiko kemacetan dan kerusakan, yang pada akhirnya dapat mengurangi kualitas produk yang sensitif terhadap waktu.[12] Beberapa langkah yang disarankan kepada distributor antara lain menyusun rencana perawatan yang lebih teratur, melakukan pemeliharaan rutin, serta memperkuat pemantauan pada sistem pendingin.[13]

Secara umum, perangkat keras yang digunakan untuk logistik harus Tahan terhadap getaran, debu dan air.[14] *prototype* sistem kontrol pendingin

berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat dikembangkan untuk memantau suhu secara *real-time*. Sistem ini dapat menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk memproses data.[15] Sedangkan ESP32 itu sendiri adalah mikrokontroler yang umum digunakan sebagai pusat pengendali sistem karena memiliki kemampuan komputasi tinggi (*dual-core*) dan modul Wi-Fi bawaan. ESP32 berfungsi menerima *input* dari sensor, memproses data, menjalankan logika kontrol, dan mengirimkan data ke *server cloud*. [16][17] Di dalam *prototype* yang kami menggunakan ESP32-S3, ESP32-S3 dinilai sebagai langkah maju karena memiliki instruksi vektor khusus dan perangkat keras AI di dalam chip (*on-chip AI hardware*) bahkan model terbaru ESP32-S3 ini juga dilengkapi dengan *Pseudo-Static Random Access Memory* (PSRAM) eksternal tambahan (2-8 MB) yang membantu menangani aplikasi berat seperti fusi data multi-sensor atau inferensi pembelajaran mendalam (*deep learning*). [18] Sensor suhu digital seperti PT100 atau yang lain nya digunakan untuk mendeteksi suhu aktual di dalam ruangan atau *box* pendingin (*gandrum* atau *cooler box*). [19] Untuk sensor suhu menggunakan RTD PT100 di karenakan PT100 ini memiliki stabilitas yang sangat baik, tahan terhadap korosi kimia, dan mampu bertahan pada suhu tinggi (kisaran -200 hingga +850°C), standarisasi kinerjanya mengikuti standar internasional IEC 60751. [20] Jadi sangat sesuai untuk *project* kami. Sedangkan perangkat *GPS tracker* memungkinkan memonitoring armada melalui *web* GPS di atas Google Map. [21] Modul Ublox NEO-M8N dipilih karena mendukung berbagai sistem satelit global sehingga memiliki akurasi tinggi dan kemampuan menangkap sinyal yang

lebih cepat. Di truk pendingin, sistem monitoring *real-time* yang diimplementasikan diharapkan dapat memberikan "peringatan otomatis (*automated alerts*)" ketika suhu atau parameter lain melebihi batas yang ditetapkan.[22][23] Sistem ini dapat memicu notifikasi otomatis kepada pihak pengelola segera setelah terjadi anomali atau kondisi berbahaya selama proses pengiriman atau penyimpanan. Selain itu sensor lain yang bisa pake yakni sensor *3-axis accelerometer* digunakan untuk deteksi gerakan (*movement*), guncangan (*shock*), dan jatuh bebas (*free-fall detection*). Informasi ini sangat vital untuk jaminan kualitas (*quality assurance*) dalam rantai dingin (*cold chains*).[24] Hal ini sangat relevan untuk monitoring pengangkutan bersifat barang sensitif, seperti makanan segar atau obat-obatan, di mana pengawasan kondisi lingkungan menjadi krusial.[25]

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diketahui bahwa masih terdapat sejumlah permasalahan mendasar pada sistem keamanan rumah, khususnya terkait efektivitas teknologi monitoring *control* cerdas berbasis IoT dalam mencegah tindak pencurian harta benda. Keterbatasan pada teknologi IoT, kemungkinan terjadinya data palsu pada sensor MPU6050, serta kebutuhan integrasi modul GPS (NEO-8M) dalam sistem keamanan, ditambah dengan belum optimalnya integrasi sistem secara menyeluruh, menunjukkan bahwa diperlukan penelitian lebih lanjut. Oleh

karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring *control* cerdas berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan sensor getar MPU6050, dan GPS (NEO-8M) ?
2. Bagaimana sensor getar MPU6050 dapat dikirimkan secara *real-time* melalui jaringan IoT?
3. Bagaimana meningkatkan akurasi proses dan meminimalkan tingkat kesalahan deteksi?
4. Bagaimana sistem keamanan yang dikembangkan dapat memberikan peningkatan keamanan, notifikasi lebih cepat, serta kinerja sistem yang lebih stabil?
5. Bagaimana pengelolaan data dari berbagai sensor berbeda mempengaruhi akurasi deteksi ancaman dan kecepatan sistem monitoring *control* cerdas berbasis IoT?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian serta memastikan ruang lingkup pembahasan tetap selaras dengan tujuan pengembangan sistem, diperlukan penetapan batasan yang jelas terkait aspek teknis maupun fungsionalitas sistem. Oleh karena itu, penelitian mengenai implementasi sensor *fusion* pada sistem monitoring *control* cerdas berbasis IoT ini dibatasi pada beberapa cakupan tertentu agar proses perancangan, implementasi, dan pengujian dapat

dilaksanakan secara terarah serta tidak meluas di luar konteks penelitian yang telah ditentukan:

1. Bagaimana merancang dan membangun *prototype* sistem monitoring berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32-S3 untuk mengukur suhu dan mendeteksi getaran pada ruang penyimpanan truk pendingin secara *real-time*?
2. Bagaimana sistem monitoring dapat menampilkan posisi geografis kendaraan secara *real-time* menggunakan sensor GPS sebagai bagian dari pelacakan distribusi ?

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring sistem *control* cerdas berbasis IoT yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32-S3 serta sensor getar MPU6050 serta yang lain dalam upaya meningkatkan tingkat keamanan terhadap distribusi hasil laut. Penelitian ini juga bertujuan untuk merancang deteksi dini terhadap upaya terjadinya pembusukan pada hasil laut selama perjalanan melalui pemanfaatan sensor suhu yang mampu mengirimkan notifikasi secara *real-time* kepada pengguna. Selain itu, penelitian ini berfokus pada peningkatan akurasi proses monitoring di dalam pelacakan lokasi terkini pada armada truk pengangkut hasil laut. Secara keseluruhan, sistem yang dibuat diharapkan dapat memberikan peningkatan keamanan,

notifikasi yang lebih tepat dan cepat, serta kinerja sistem yang lebih stabil sebagai solusi keamanan distribusi hasil laut yang modern dan adaptif, dengan dukungan modul GPS (NEO-8M) untuk menyediakan informasi lokasi secara akurat.

1.4.2. Manfaat

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini memberikan manfaat bagi mahasiswa dalam mengembangkan kompetensi teknis dan praktis terkait perancangan sistem monitoring berbasis IoT, termasuk pemahaman mendalam mengenai integrasi sensor PT100, sensor getar MPU6050, serta *platform* IoT. Melalui penelitian ini, mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan analisis, pemrograman, *problem solving*, serta implementasi teknologi keamanan modern yang relevan dengan kebutuhan industri, serta pemahaman penggunaan modul GPS (*Neo-8M*) untuk mendukung fitur pelacakan lokasi kendaraan pada sistem monitoring.

2. Bagi Universitas Harkat Negeri

Penelitian ini memberikan kontribusi bagi Universitas Harkat Negeri dalam memperkuat kualitas penelitian dan inovasi di bidang teknologi monitoring dan IoT. Hasil penelitian dapat menjadi referensi akademik, mendukung pengembangan kurikulum berbasis riset, serta meningkatkan

reputasi universitas dalam menghasilkan karya ilmiah yang aplikatif dan bermanfaat bagi masyarakat luas, serta mencakup integrasi modul GPS (Neo-8M) sebagai dukungan terhadap pengembangan sistem monitoring berbasis titik lokasi yang akurat.

3. Bagi Masyarakat Dan Industri

Penelitian ini memberikan manfaat nyata bagi masyarakat dan industri melalui hadirnya solusi untuk memonitoring distribusi hasil laut selama kegiatan berlangsung. sistem monitoring *control* cerdas berbasis IoT yang buat dapat membantu mengurangi risiko pembusukan selama proses distribusi berlangsung serta meningkatkan rasa aman selama perjalanan. Dengan adanya teknologi ini, masyarakat dan pelaku industri dapat memonitoring serta notifikasi *real-time* terhadap kejadian selama proses distribusi berlangsung, yang turut diperkuat dengan pemanfaatan modul GPS (Neo-8M) untuk mendukung kemampuan pelacakan lokasi secara akurat.