

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi industri saat ini telah memasuki era Industri 4.0 yang ditandai dengan integrasi antara sistem otomasi, Industrial Internet of Things (IIoT), serta pemrosesan data secara cerdas dan terdistribusi. Konsep ini memungkinkan terjadinya komunikasi antar perangkat secara real-time sehingga mendukung efisiensi operasional dan pengambilan keputusan berbasis data. Implementasi IIoT dalam industri terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi serta fleksibilitas sistem manufaktur (Lampropoulos et al., 2019).

Dalam implementasinya, sistem monitoring dan kontrol industri tidak selalu bergantung pada arsitektur cloud, melainkan dapat dikembangkan menggunakan pendekatan self-hosted (local server) yang berjalan dalam jaringan lokal. Pendekatan ini memberikan keunggulan berupa kontrol penuh terhadap data, peningkatan keamanan, serta tidak bergantung pada koneksi internet eksternal. Selain itu, sistem berbasis lokal sangat sesuai untuk aplikasi industri yang membutuhkan keandalan tinggi dan kontinuitas operasi (Alam & Khan, 2021).

Untuk mendukung sistem tersebut, pendekatan edge computing digunakan karena memungkinkan pemrosesan data dilakukan lebih dekat dengan sumber data. Edge computing mampu mengurangi latensi komunikasi, meningkatkan kecepatan respon sistem, serta mendukung operasi real-time dalam lingkungan industri. Dengan memproses data di sisi edge, sistem tidak perlu bergantung pada server eksternal sehingga lebih stabil dan efisien (Sittón-Candanedo et al., 2020).

Salah satu implementasi edge computing dalam bidang industri adalah penggunaan perangkat edge controller seperti Revolution Pi. Perangkat ini dirancang untuk kebutuhan otomasi industri dengan kemampuan menjalankan sistem operasi Linux serta mendukung integrasi dengan berbagai sensor dan aktuator. Penggunaan platform edge berbasis Linux memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengembangan sistem IIoT karena mendukung berbagai bahasa pemrograman dan protokol komunikasi (Yousef Alhwetat et al., n.d.).

Dalam sistem IIoT, komunikasi data menjadi aspek penting yang menentukan performa sistem. Protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) banyak digunakan karena bersifat lightweight dan mendukung komunikasi publish-subscribe yang efisien. MQTT memiliki konsumsi bandwidth rendah dan mampu mendukung komunikasi real-time antar perangkat, sehingga sangat sesuai digunakan dalam sistem monitoring dan kontrol berbasis jaringan lokal (Huynh & Anh, 2022).

Selain komunikasi, aspek penyimpanan dan visualisasi data juga menjadi komponen penting dalam sistem monitoring industri. Pada penelitian ini, sistem dikembangkan menggunakan arsitektur self-hosted dengan memanfaatkan PostgreSQL sebagai basis data dan ThingsBoard sebagai platform visualisasi yang dijalankan secara lokal. Pendekatan ini memungkinkan seluruh proses monitoring dan kontrol dilakukan dalam satu sistem terintegrasi tanpa ketergantungan terhadap layanan cloud eksternal, sehingga meningkatkan keamanan dan keandalan sistem (Ahmed Can Sabuncu, 2022).

Dalam konteks pendidikan vokasi dan teknik, perkembangan teknologi industri tersebut perlu diimbangi dengan penyediaan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan sistem industri secara nyata. Salah satu media pembelajaran yang banyak digunakan adalah trainer kit, yaitu perangkat pembelajaran berbasis praktikum yang mengintegrasikan komponen input, proses, dan output dalam satu sistem terstruktur sehingga memudahkan mahasiswa memahami konsep melalui praktik secara langsung. Penggunaan trainer kit terbukti mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran karena memberikan pengalaman hands-on learning serta membantu mahasiswa menghubungkan teori dengan implementasi nyata (Ekawati et al., 2021).

Seiring dengan perkembangan teknologi industri, penggunaan perangkat industrial seperti Revolution Pi juga mulai dimanfaatkan sebagai platform pembelajaran dalam bentuk training kit. Implementasi Revolution Pi dalam training board memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi, pengujian, serta implementasi sistem kontrol industri secara langsung menggunakan perangkat keras nyata yang terintegrasi dengan sensor dan aktuator. Hal ini memberikan

pengalaman pembelajaran yang lebih aplikatif karena mahasiswa dapat memahami alur kerja sistem industri secara menyeluruh, mulai dari akuisisi data, pemrosesan, hingga kontrol sistem (PLC4Training, 2023).

Berdasarkan hal tersebut, penggunaan Revolution Pi sebagai perangkat edge controller tidak hanya berfungsi sebagai sistem kontrol dan monitoring industri, tetapi juga memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran berbasis edge-industrial. Dengan mengintegrasikan konsep edge computing, komunikasi MQTT, database PostgreSQL, serta visualisasi ThingsBoard dalam satu trainer kit, mahasiswa dapat memahami sistem industri modern secara langsung melalui praktik.

Dalam implementasinya, sistem yang dirancang tidak hanya berfungsi sebagai media monitoring, tetapi juga menyediakan mekanisme kontrol yang merepresentasikan kondisi industri sebenarnya. Kontrol sistem pada penelitian ini terdiri atas dua mode, yaitu Mode Local (Hardware) dan Mode Remote (Dashboard). Mode Local (Hardware) dilakukan menggunakan perangkat keras berupa push button, selector switch, dan emergency switch yang terhubung langsung ke Revolution Pi Controller. Sementara itu, Mode Remote (Dashboard) dilakukan melalui dashboard ThingsBoard menggunakan komunikasi MQTT, di mana perintah dikirim dari antarmuka dashboard ke perangkat edge untuk dieksekusi. Integrasi kedua mode tersebut memungkinkan sistem memiliki fleksibilitas pengoperasian sekaligus merepresentasikan mekanisme kontrol pada sistem industri secara real-time.

Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan sistem kontrol dan monitoring, tetapi juga pada perancangan trainer kit sebagai media pembelajaran yang interaktif, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan industri 4.0.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun media pembelajaran (training kit) sistem *edge-industrial* berbasis Revolution Pi yang mampu bekerja secara real-time?
2. Bagaimana mengimplementasikan backend Python pada Revolution Pi untuk membaca sensor, input digital, dan mengendalikan aktuator?
3. Bagaimana menerapkan protokol MQTT sebagai komunikasi dua arah antara perangkat edge dan dashboard ThingsBoard?
4. Bagaimana menampilkan data monitoring serta menyimpan data ke dalam database PostgreSQL melalui ThingsBoard?
5. Bagaimana merancang sistem kontrol aktuator yang dapat dioperasikan melalui Mode Local (Hardware) menggunakan push button pada trainer kit dan Mode Remote (Dashboard) menggunakan dashboard ThingsBoard?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang difokuskan pada kontrol dan monitoring edge-industrial menggunakan Revolution Pi sebagai edge controller dengan backend Python berbasis Linux.
2. Komunikasi data antara Revolution Pi dan platform ThingsBoard menggunakan protokol MQTT untuk proses monitoring dan kontrol secara real-time.
3. Data yang diproses meliputi pembacaan sensor analog/digital, input push button, serta pengendalian aktuator ON/OFF melalui modul RevPi AIO dan RevPi DIO.
4. Sistem kontrol aktuator diimplementasikan melalui Mode Local (Hardware) menggunakan push button pada trainer kit dan Mode Remote (Dashboard) menggunakan dashboard ThingsBoard.

5. Penyimpanan dan visualisasi data dilakukan menggunakan PostgreSQL dan dashboard ThingsBoard tanpa membahas aspek lanjutan seperti keamanan jaringan, clustering database, replication, dan high availability.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

### *1.4.1 Tujuan*

Tujuan proyek akhir ini adalah mengembangkan sistem Edge Industrial Internet of Things (Edge IIoT) berbasis Revolution Pi yang mampu melakukan monitoring dan kontrol perangkat secara real-time melalui integrasi backend Python, komunikasi MQTT, dan dashboard ThingsBoard yang terhubung dengan PostgreSQL. Sistem ini mampu membaca data sensor, memantau status perangkat, serta mengendalikan aktuator melalui Mode Local (Hardware) menggunakan push button pada trainer kit dan Mode Remote (Dashboard) melalui dashboard ThingsBoard. Selain itu, sistem diwujudkan dalam bentuk trainer kit sebagai media pembelajaran sistem kontrol dan monitoring industri berbasis Edge IIoT.

### *1.4.2 Manfaat*

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan referensi dan gambaran implementasi sistem kontrol dan monitoring *edge-industrial* berbasis Revolution Pi menggunakan Python dan MQTT.
2. Menjadi acuan dalam penerapan protokol MQTT sebagai media komunikasi dua arah antara perangkat edge dan platform monitoring berbasis IoT.
3. Meningkatkan pemahaman mengenai penerapan konsep *edge computing* pada sistem otomasi industri yang mendukung pemrosesan data real-time.
4. Menyediakan solusi monitoring dan kontrol industri yang fleksibel, ringan, dan mudah dikembangkan.
5. Memberikan contoh implementasi kontrol perangkat melalui dua metode dalam satu sistem terintegrasi.
6. Memberikan kontribusi akademik sebagai bahan pembelajaran dan pengembangan penelitian selanjutnya di bidang otomasi industri dan IoT.