

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin pengisian larutan berperan penting dalam industri-industri di berbagai sektor, termasuk minuman dan makanan (Umar Syamsuri & Amalia, 2022), farmasi (M. Arif, 2022), dan kimia (Wiratama & Tritjahjono, 2021), karena mengatur volume dan kualitas produk. Mesin ini mempermudah pengemasan larutan ke dalam wadah dengan tingkat presisi dan efisiensi tinggi. Namun, mesin pengisian larutan konvensional sering mengandalkan komponen mekanis dan pengaturan manual, yang dapat menyebabkan ketidakakuratan dan ketidaksempurnaan selama proses pengisian. Kesalahan pengisian yang berlebihan dapat mengakibatkan pemborosan bahan baku, sementara isi yang kurang dapat merugikan konsumen.

Studi sebelumnya mengusulkan penggunaan gaya gravitasi untuk mendistribusikan cairan yang digunakan dalam pengisian saus pada industri pengalengan ikan. Desain ini menarik untuk bisnis skala kecil hingga menengah karena mengurangi biaya investasi awal dan kompleksitas operasional dengan menghilangkan ketergantungan pada sistem mekanis yang kompleks dan memanfaatkan gaya gravitasi (Wibowo dkk., 2023). Publikasi lain tentang diseminasi *low-cost liquid filling machine* yang dilengkapi dengan sensor-sensor, mikrokontroler, dan katup listrik mampu memenuhi kebutuhan alat produksi skala besar (Hariono dkk., 2024). Mesin pengisian larutan digunakan untuk mengisi bahan makanan cair, seperti larutan, ke dalam wadah seperti kaleng atau botol (I. Arif dkk., 2022). Mesin ini terdiri dari berbagai komponen, termasuk pompa pengisian, nozzle pengisian, tangki penyimpanan bahan, dan sistem kontrol. Fleksibilitas mesin pengisi larutan memungkinkannya mengisi berbagai jenis produk makanan seperti kaleng ikan, saus tomat, saus salad, bumbu, dan lainnya. Kapasitas produksi dapat disesuaikan dengan kebutuhan bisnis makanan dan minuman.

Laporan ini menjelaskan pentingnya menambahkan sistem pemantauan terhadap kinerja dan kondisi fisik mesin pengisi larutan dengan mengintegrasikan

konsep model *digital twin* ke dalam peralatan tersebut. Perkembangan teknologi *digital twin* telah menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kinerja dari sistem industri. Konsep *digital twin*, yang memungkinkan penciptaan replika virtual dari mesin fisik yang sebenarnya, telah memberikan dampak signifikan di berbagai sektor, seperti otomotif (Piromalis & Kantaros, 2022), kesehatan (Armeni dkk., 2022), kedirgantaraan (Schirrmeister, t.t.) dan manufaktur (Onaji dkk., 2022). Teknologi digital twin adalah representasi digital lengkap dari entitas fisik atau sistem, mencakup semua informasi dan perilaku yang relevan, seperti aspek fisik, kinerja, dan kondisi operasional (Liu dkk., 2021). Digital twin memungkinkan pemantauan, analisis, dan perbaikan kinerja sistem secara real-time. Fitur-fitur utamanya meliputi mereplikasi sistem secara real-time, berinteraksi dengan sistem fisik, menganalisis dan meramalkan kinerja di masa depan, serta memperbarui dan mengembangkan model secara dinamis (Jones dkk., 2020). Teknologi *digital twin* memiliki banyak potensi aplikasi dalam industri makanan dan minuman, salah satunya adalah meningkatkan efisiensi produksi dengan memantau kinerja peralatan secara *real-time* serta mengoptimalkan operasi (Bottani dkk., 2020). Dengan menggunakan teknologi digital twin, operator dapat memantau mesin dan peralatan secara real-time, mengenali masalah sebelum terjadi, dan mengidentifikasi masalah sebelum produk keluar dari lini produksi. Hal ini membantu perusahaan menjamin kualitas produk, meningkatkan efisiensi produksi, dan mengurangi limbah yang dihasilkan.

Integrasi akurat antara perangkat fisik dan representasi virtualnya adalah kunci dalam pengembangan digital twin. Ini memungkinkan pengawasan dan pengendalian yang lebih efektif secara real-time, serta analisis performa dan prediksi malfungsi yang akurat. Koneksi nirkabel antara mesin fisik dan virtual menjadi salah satu cara utama untuk mencapai integrasi ini. Penggunaan REST API adalah pendekatan umum yang memungkinkan komunikasi antara mesin fisik dan model virtual melalui jalur data terstruktur, yang digunakan untuk menampilkan visualisasi 3D secara real-time.

Application Programming Interface (API) merupakan *interface* atau antarmuka yang dibuat oleh pengembang sistem untuk memfasilitasi akses terprogram terhadap fungsi sistem (Akmal & Dasaprawira, 2022). API dibangun untuk memungkinkan komunikasi antara *software* yang dikembangkan dengan berbagai bahasa pemrograman yang berbeda-beda. API yang menggunakan protokol REST dikenal sebagai RESTful API. RESTful API merupakan jenis arsitektur dari API yang menggunakan perintah HTTP request untuk mengambil *resource* atau sumber daya, dan format JSON umum digunakan untuk merepresentasikan *resource* dalam sistem REST (Kaniya dkk., 2022).

Oleh karena itu, tujuan utama dari laporan ini adalah mengembangkan representasi virtual 3 dimensi dari mesin fisik *liquid filling machine* dan mengevaluasi waktu yang diperlukan untuk mentransfer data antara kedua entitas tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana membangun perangkat *filling machine* virtual dalam bentuk model 3 dimensi?
- b. Bagaimana cara mensimulasikan perangkat *filling machine* secara tepat?
- c. Bagaimana hasil dari waktu yang diperlukan untuk mentransfer data antara perangkat fisik dan mesin virtual?