

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi industri pada sektor FMCG (Fast Moving Consumer Goods) tahun 2025 menunjukkan peningkatan dibandingkan tahun 2024. Menurut laporan NielsenIQ (NIQ), pada tahun 2024 Indonesia menghabiskan Rp 256 triliun untuk pembelian barang sehari-hari dan teknologi, dimana 81% dari pengeluaran tersebut masuk ke sektor FMCG, sedangkan pada periode Januari 2025–Juli 2025 penjualan FMCG mencapai Rp66 triliun atau naik 26% dibandingkan periode yang sama pada tahun sebelumnya [1]. Meskipun mengalami pertumbuhan yang positif, industri FMCG masih menghadapi tantangan dalam efisiensi operasional dan penerapan teknologi otomasi. Berdasarkan laporan Kementerian Perindustrian, hanya sekitar 21% perusahaan FMCG di Indonesia yang telah menerapkan teknologi Industri 4.0 yang mencakup otomatisasi dan digitalisasi proses produksi [2]. Kurangnya penerapan otomatisasi menyebabkan proses produksi menjadi kurang efisien sehingga jumlah produk yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan industri yang telah menerapkannya, sedangkan kurangnya digitalisasi menyebabkan data proses produksi menjadi tidak lengkap dan kurang akurat sehingga proses produksi tidak dapat berjalan secara optimal [3]. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi proses produksi adalah dengan menerapkan otomatisasi industri [4]. Otomatisasi industri merupakan integrasi sensor, PLC, dan aktuator pada mesin produksi, dimana sensor berfungsi membaca kondisi proses, PLC melakukan pemrosesan dan pengambilan keputusan, serta aktuator menjalankan keputusan yang diberikan PLC [5]. Mesin otomatis juga memerlukan metode kontrol seperti *Model Predictive Control (MPC)*, *Proportional Integral Derivative (PID)*, dan *Fuzzy Logic Control (FLC)* untuk mencapai *set point* yang diharapkan dan mengurangi *error* pada sistem [6].

Pada industri FMCG, produk sabun batang termasuk salah satu dari produk yang memiliki tingkat permintaan tinggi dari konsumen sehingga

dibutuhkannya otomatisasi industri yang efisien untuk menunjang prosesnya. Salah satu proses produksi pembuatan sabun batang adalah *Plant Dryer* atau *Plant* yang berisi proses pengeringan *Raw material*. *Plant Dryer* diawali dari feedtank penyimpanan *Raw material* yaitu *Soap base*, *Soap base* masuk ke *Heat Exchanger* untuk dipanaskan dan dipadatkan menggunakan *Steam* sehingga menghasilkan *Soap flake*, setelah itu *Soap flake* difilter menggunakan *Separator* untuk memisahkan *Soap flake* dan *Steam*, kemudian *Soap flake* yang sudah difilter divakum untuk menurunkan suhunya, dan terakhir dicetak menjadi sabun batang pada mesin *Plodder*.

Pada *Plant Dryer* di perusahaan FMCG xyz, proses *Heat Exchanger* sering kali mengalami deviasi *Set point* kadar air dari *Soap flake* nya. Menurut data *Quality Control (QC)* yang melakukan pengecekan kadar air tiap 1 jam sekali, pada periode produksi bulan Agustus sampai bulan Desember 2025 kadar air *Soap flake* yang seharusnya 18,5 % - 19,5% mengalami deviasi *Set point* sebanyak 3 sampai 5 kali dalam sehari. Kadar air *Soap flake* yang tidak stabil mengakibatkan beberapa kerugian pada perusahaan, yaitu jika kadar air terlalu rendah maka akan menyebabkan konsumsi energi yang terlalu banyak pada konsumsi daya mesin *Plodder* dan jika kadar air terlalu tinggi maka akan menyebabkan penggunaan *Raw material* yang terlalu banyak. Oleh karena itu, dibutuhkan optimalisasi mesin industri dengan metode otomasi yang sesuai untuk menanggulangi permasalahan deviasi *Set point*.

Pembuatan dan perancangan otomatisasi mesin *Heat Exchanger Plant Dryer* menjadi solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan seringnya deviasi *Set point* karena dapat mengoreksi *Error* secara *real-time* melalui metode pada mesin pemrosesannya. Terdapat penelitian sebelumnya yang juga membuat dan merancang sistem dengan topik otomatisasi mesin *Heat Exchanger Plant Dryer* ini (Achmad et al.,2023) dengan judul *Optimization Moisture Content Using Fuzzy Logic Based on Programmable Logic Controller (PLC) for Soap Drying Process*. Penelitian tersebut menggunakan *Fuzzy Logic Control Mamdani* sebagai metode kontrolnya dan pengujiannya menghasilkan *Overshoot value*

0,21% dan *Undershoot value* 0,18% yang mengindikasikan bahwa metode *Fuzzy Logic Control* mampu mengurangi fluktuasi keluaran sistem secara signifikan pada *Heat Exchanger*. Penelitian lainnya ditulis oleh (Diana et al.,2023) dengan judul *Implementation of Fuzzy Logic Controllers on Laboratory System of Heat Exchangers*, penelitian tersebut menggunakan *Fuzzy Logic Control* metode sugeno orde 0 sebagai metode kontrolnya dikombinasikan dengan metode kontrol *proportional, proportional integral* kemudian dibandingkan dan pengujiannya menghasilkan *Overshoot value* 0,1% yang menunjukkan bahwa metode Sugeno *Type-1* memiliki presisi yang lebih baik dalam mengontrol sistem dibandingkan metode konvensional. Penelitian lainnya ditulis (Hoang et al.,2024) dengan judul *Optimal FLC-Sugeno Controller based on PSO for an Active Damping System* yang menggunakan *Fuzzy Logic Control* metode sugeno orde 0 untuk mengontrol torsi dan fluks yang memiliki band fluktuatif besar, hasilnya mengurangi fluktuatif sampai 98% dan penelitian oleh (Mohammed et al.,2020) dengan judul *Whale optimization algorithm-based Sugeno fuzzy logic Controller for Fault ride-through improvement of Grid-connected variable speed wind generators* untuk mengontrol Sistem *Active suspension quarter-car model* dengan tujuan mengurangi getaran body menggunakan PID atau *Fuzzy Logic Control* sugeno dan *Fuzzy Logic Control* sugeno menghasilkan *overshoot* dan osilasi yang lebih kecil dibanding PID, kedua jurnal tersebut menunjukkan bahwa *Fuzzy Logic Control* metode sugeno orde 0 merupakan kontrol yang sangat halus sehingga cocok diaplikasikan untuk sistem yang dinamis namun membutuhkan tingkat presisi yang tinggi. Penelitian lainnya ditulis oleh (Jozsef Kopjak et al.,2019) dengan judul *Event-driven Fuzzy Inference System Implementation in Node-RED*, penelitian tersebut mengaplikasikan *Fuzzy Logic Control* pada Node-RED dengan menggunakan palet yang sudah tersedia yaitu *palette Fuzzy Logic Control* Takagi-sugeno yang mengindikasikan *Fuzzy Logic Control* dapat diaplikasikan pada Node-RED di PLC IoT.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dan penelitian yang sudah ada, maka penulis merancang otomasi mesin Tugas Akhir dengan judul

Implementasi *Fuzzy Logic Control* Metode Sugeno dan *Internet of Things* untuk Sistem Kontrol *Heat Exchanger* pada *Plant Dryer* berbasis PLC *Weidmuller UControl M4000*. Pada *Plant Dryer* sudah terpasang PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380* untuk kontrollernya, SCADA *FactoryTalk* untuk *Interface monitoring* kontrolnya dan pada *Heat Exchanger* sudah terpasang sensor *Temperature*, sensor *Pressure*. Penulis menambahkan PLC *Weidmuller* untuk operasi FLC dan mengkombinasikan dengan function *Node-RED* serta melakukan komunikasi data dan kontrol dengan PLC Allen Bradley. Pada tugas akhir ini menggunakan metode kontrol *Fuzzy Logic Control* metode sugeno orde 0 untuk memaksimalkan prosesnya dikarenakan membutuhkan pengontrolan yang presisi dan fleksibel. Variabel proses yang digunakan pada sistem meliputi kecepatan produksi, kadar air, tekanan *steam Heat Exchanger 1*, *temperature Heat Exchanger 2* dan tekanan *steam Heat Exchanger R*. Data tersebut digunakan untuk mendukung pembentukan nilai *error* dan *delta error* sebagai input utama *Fuzzy Logic Control*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana merancang *Fuzzy Logic Control* untuk optimalisasi *Heat Exchanger* pada sistem kontrol kadar air *Plant Dryer*.
2. Bagaimana merancang *Ladder Diagram* PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380* untuk sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer*.
3. Bagaimana merancang SCADA *FactoryTalk* sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer*.
4. Bagaimana mengintegrasikan PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380*, PLC *Weidmuller UControl M4000* dan SCADA *FactoryTalk View* untuk sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer*.
5. Bagaimana menguji dan mengevaluasi respons kinerja sistem kontrol *Heat Exchanger Plant Dryer*.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan, maka proyek Tugas Akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang *Fuzzy Logic Control* untuk optimalisasi *Heat Exchanger* pada sistem kontrol kadar air *Plant Dryer*.
2. Merancang *Ladder Diagram* PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380* sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer*.
3. Merancang SCADA *FactoryTalk* sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer*.
4. Mengintegrasikan PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380*, PLC *Weidmuller UControl M4000* dan SCADA *FactoryTalk View* untuk sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant dryer*.
5. Menguji dan mengevaluasi respons kinerja sistem kontrol *Heat Exchanger Plant dryer*.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Melalui proyek Tugas Akhir ini, manfaat yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui rancangan sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer*.
2. Membantu *Plant Dryer* menanggulangi permasalahan deviasi *Set point* kadar air *Soap flake* pada *Heat Exchanger*.

1.5 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem kontrol kadar air *Heat Exchanger Plant Dryer* hanya mengontrol kadar air *Soap flake* di *Heat Exchanger*, pengaruh *Vapor liquid separator* dan *Vacuum Chamber* dianggap konstan.
2. Kadar air *Soap base* 30% dan Temperaturnya 80 °C.
3. *Steam* yang digunakan adalah *Steam* jenuh ideal.

4. Sistem kontrol *Heat Exchanger Plant Dryer* menggunakan PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380* dan PLC *Weidmuller UControl M4000*.
5. Perancangan SCADA pada *FactoryTalk Studio* menambahkan menu insert kontrol kadar air dan menambah menu tombol Fuzzy pada tampilan SCADA existing.
6. Perancangan *Ladder Diagram* pada Logix Designer PLC Allen Bradley *CompactLogix 5380* dengan menambahkan menu *Switching mode* pada ladder existing.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Penyusunan laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan laporan yang terdiri atas beberapa bab dan lampiran sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, pembatasan masalah dan sistematika tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Dalam bab ini membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan masing-masing bagian yang digunakan dalam pembuatan Sistem Kontrol Kadar Air *Soap flake Heat Exchanger Plant Dryer*.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang rancang bangun alat yang terdiri dari diagram blok sistem, diagram alir sistem, spesifikasi, dan fungsi alat, gambar 3D serta teknik fabrikasi alat.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Dalam bab ini membahas tentang hasil pengujian dan analisis data yang diperoleh dari Sistem Kontrol Kadar Air *Soap flake Heat Exchanger Plant Dryer*.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini memaparkan kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN