

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Era Revolusi Industri 4.0 telah mendorong transformasi signifikan dalam sektor industri global, dengan teknologi otomasi dan digitalisasi menjadi kunci utama peningkatan efisiensi operasional. Dalam konteks ini, *Human Machine Interface* (HMI) memainkan peran krusial sebagai penghubung antara operator dan sistem otomasi, memungkinkan pengontrolan dan pemantauan proses industri secara *real-time* dengan tingkat presisi yang tinggi. Blanchard & Fabrycky (2013) menegaskan bahwa sistem *engineering modern* memerlukan pendekatan terintegrasi yang mempertimbangkan aspek teknis dan manusia secara bersamaan untuk mencapai efektivitas operasional yang optimal. Perkembangan teknologi HMI telah mengalami evolusi dari sistem sederhana berbasis tombol hingga *interface touchscreen* canggih yang mendukung visualisasi data kompleks. Janapati dkk. (2023) menjelaskan bahwa kemajuan dalam teknologi HMI mencakup integrasi dengan *artificial intelligence*, *machine learning*, dan sistem biologis yang memungkinkan interaksi yang lebih intuitif dan responsif. Kondisi ini menuntut pengembangan HMI yang tidak hanya *user-friendly* tetapi juga memenuhi standar keselamatan dan efisiensi industri yang ketat.

Human Machine Interface (HMI) berperan sebagai jembatan komunikasi antara operator dan sistem otomasi, yang dalam konteks pasteurisasi *pick and place* memerlukan desain yang mampu menampilkan informasi kompleks secara intuitif dan responsif. Standar internasional ISA-101 menetapkan pedoman komprehensif untuk desain HMI yang menekankan pada peningkatan *situational awareness* operator, konsistensi tampilan informasi, dan efektivitas interaksi manusia-mesin dalam lingkungan industri (ISA, 2015). Namun, implementasi standar ini dalam konteks industri makanan Indonesia menghadapi tantangan khusus berupa keragaman latar belakang pendidikan operator, variasi tingkat literasi teknologi, dan perbedaan budaya kerja yang memerlukan adaptasi khusus dalam desain *interface* (Muh. Arwanaz Pasauri, 2022). Desain HMI yang efektif harus mampu memberikan *real-time feedback*, *intelligent alarm management*, dan *user-friendly navigations* sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomis dan *human factors*

engineering (Rockwell Automation, 2024).

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi susu pasteurisasi dan ingin mengembangkan proses produksinya. PT XYZ akan membuat stasiun kerja baru dengan memanfaatkan *Human Machine Interface* (HMI) sebagai sistem yang digunakan untuk membantu proses *monitoring* dan *controlling* stasiun kerja *Pick and Place*. Hal utama yang harus diperhatikan dalam perancangan *Human Machine Interface* stasiun kerja *pick and place* adalah memastikan integrasi yang optimal antara fungsi kontrol dengan kebutuhan spesifik perusahaan. Hal ini mencakup kemampuan sistem untuk menangani data dalam jumlah besar secara *real-time*, memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan pangan, dan menyediakan antarmuka yang intuitif bagi operator.

Metodologi *Waterfall* menyediakan *framework* sistematis dan terstruktur untuk pengembangan sistem HMI, dengan pembagian fase yang jelas dari *requirement definition* hingga *integration and system testing*. Pressman (2010) menjelaskan bahwa *waterfall model* sangat sesuai untuk proyek *engineering* yang memerlukan dokumentasi lengkap, *requirement* yang *well-defined*, dan *sequential development approach* seperti pengembangan sistem HMI *industrial*. Lal (2018) dalam bukunya tentang *knowledge driven development* menegaskan bahwa *waterfall methodology* memberikan kontrol yang baik terhadap *project timeline*, *resource allocation*, dan *quality assurance* melalui *structured phases* dan *clear deliverables*. Pendekatan *waterfall* memungkinkan *comprehensive testing* pada setiap tahap pengembangan, sehingga mengurangi risiko *system failure* dan memastikan *reliability* yang tinggi untuk aplikasi industri. Blanchard & Blyler (2016) menambahkan bahwa dalam *systems engineering management*, *waterfall approach* memberikan *framework* yang solid untuk *managing complex technical projects* dengan *multiple stakeholders* dan *stringent requirements*. Implementasi metodologi *waterfall* dalam pengembangan HMI untuk aplikasi pasteurisasi memungkinkan *seamless integration* antara *hardware components*, *software systems*, dan *human factors engineering*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi industri dalam bentuk pengembangan HMI yang sesuai dengan standar, sekaligus memperkaya

literatur akademik tentang implementasi metodologi *waterfall* dalam konteks *industrial automation* khususnya sektor makanan dan minuman.

I.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah bagaimana merancang *Human Machine Interface* pada stasiun kerja *pick and place* yang dilengkapi dengan pemantauan dan pengendalian secara terpusat serta pengumpulan data produksi kedalam *database* pada proses pasteurisasi menggunakan metode *waterfall*?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang *Human Machine Interface* pada stasiun kerja *pick and place* yang dilengkapi dengan pemantauan dan pengendalian secara terpusat serta pengumpulan data produksi ke dalam *database* pada proses pasteurisasi menggunakan metode *waterfall*.

I.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Menghasilkan *Human Machine Interface* pada *pick and place station* proses pasteurisasi.
2. Mempermudah pemantauan dan pengendalian produksi susu pasteurisasi pada *pick and place station*.
3. Mengintegrasikan *pick and place station* kedalam *Human Machine Interface*.
4. Memperoleh informasi secara *real time* tanpa berada di *plant*.
5. Mengintegrasikan data produksi ke dalam *database*.

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Batasan dan asumsi pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dan pengujian sistem dilakukan dalam lingkungan simulasi atau pada skala kecil, bukan pada operasi penuh stasiun kerja PT XYZ.
2. Pengumpulan data pada *database* hanya pada tahap pengumpulan data tanpa pengolahan data lebih lanjut.

3. Penelitian berdasarkan proses stasiun kerja *Pick and Place* PT XYZ.
4. Menggunakan *software* Aveva Intouch HMI 2023 dan SQL Server.
5. Diasumsikan semua botol dalam kondisi baik

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang permasalahan yang melandasi perlunya perancangan HMI pada stasiun kerja *pick and place* proses pasteurisasi, termasuk fenomena industri 4.0, kebutuhan otomasi, dan tantangan pada proses pasteurisasi susu. Rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta manfaat penelitian dijabarkan secara spesifik untuk menunjukkan urgensi dan kontribusi tugas akhir ini terhadap peningkatan efisiensi dan keamanan proses produksi di PT XYZ.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori dan standar yang relevan dengan perancangan HMI, sistem *pick and place*, proses pasteurisasi, serta metodologi *waterfall*. Setiap subbab membahas secara mendalam konsep HMI berbasis ISA-101, prinsip kerja *pick and place*, serta tahapan pengembangan perangkat lunak model *waterfall*, yang semuanya menjadi fondasi ilmiah bagi solusi yang diusulkan.

BAB III METODE PENYELESAIAN MASALAH

Bab ini menjelaskan secara rinci tahapan metodologi *waterfall* yang diterapkan dalam penelitian, mulai dari pengumpulan data kebutuhan sistem melalui studi pustaka, perancangan sistem dan perangkat lunak HMI, implementasi serta pengujian unit, hingga integrasi dan pengujian sistem secara menyeluruh. Penjelasan difokuskan pada bagaimana setiap tahap diadaptasi untuk memenuhi kebutuhan spesifik proses pasteurisasi dan stasiun kerja *pick and place*.

BAB IV PENYELESAIAN PERMASALAHAN

Bab ini memaparkan langkah-langkah teknis yang diambil untuk merancang dan membangun sistem HMI, mulai dari desain antarmuka, pemilihan komponen perangkat lunak, hingga integrasi dengan sistem kontrol dan *database*. Setiap subbab menyoroti solusi yang diimplementasikan untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi pada bab sebelumnya, termasuk penyesuaian terhadap kebutuhan operasional di PT XYZ.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem HMI yang telah dikembangkan, termasuk hasil pengujian *black box* pada 17 fungsi utama, analisis performa sistem, serta evaluasi efektivitas metodologi *waterfall* dalam konteks pengembangan HMI industri. Pembahasan difokuskan pada interpretasi hasil, keunggulan sistem, serta keterbatasan yang ditemukan selama proses pengujian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir merangkum temuan utama penelitian, menegaskan keberhasilan perancangan HMI sesuai spesifikasi dan kebutuhan industri, serta efektivitas penerapan metode *waterfall*. Saran pengembangan lanjutan diberikan secara spesifik, seperti peningkatan fitur keamanan, integrasi analitik lanjutan, dan pengujian lebih lanjut untuk implementasi di lingkungan industri nyata.