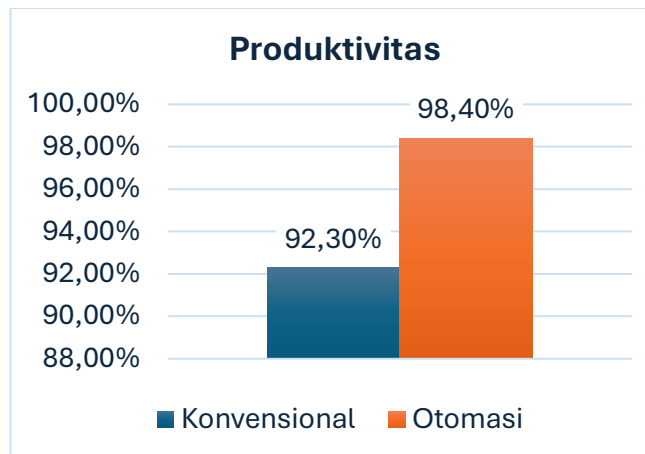


BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Otomasi telah mengubah proses produksi secara drastis di era industri 4.0. Penggunaan mesin dalam otomasi industri dapat menangani tugas manusia yang repetitif secara cepat dan efisien (Kumar, 2015). Hal ini memungkinkan perusahaan mengurangi terjadinya kesalahan oleh manusia serta meningkatkan efisiensi operasional. Penggunaan sistem Otomasi yang menggunakan *programmable logic controller* (PLC) dan *human machine interface* (HMI) meningkatkan produktivitas (Setiawan dkk., 2019) ditunjukkan pada Gambar I.1.



Gambar I. 1 Perbandingan produktivitas antara sistem kontrol konvensional dan otomasi. (Diadaptasi, dari Setiawan dkk. (2019) © IOP Publishing)

Produktivitas yang dicapai dengan penggunaan sistem otomasi berupa PLC dan HMI pada sistem produksi mencapai angka 98,4% yang menandakan terdapat peningkatan sebesar 6,1% dibandingkan ketika menggunakan sistem konvensional. Pemanfaatan HMI dapat mempermudah pekerjaan operator dalam mengawasi dan mengontrol proses, serta memperoleh data yang diperlukan dari mesin sehingga mempermudah dalam penanganan masalah yang terjadi dalam proses produksi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan HMI adalah langkah strategis untuk mendorong daya saing industri, termasuk di sektor produksi makanan dan minuman.

Dalam industri makanan dan minuman, proses *bottle filling* merupakan salah satu tahapan produksi yang banyak digunakan dan sangat bergantung pada efisiensi sistem kontrol. Salah satu perusahaan yang menjalankan proses ini adalah PT XYZ, produsen susu dalam

kemasan botol. Proses *bottle filling* merupakan proses pengisian cairan ke dalam beberapa botol kosong yang dilakukan secara simultan dan kontinu (Chakraborty dkk., 2015). *Bottle filling* di PT XYZ menggambarkan tantangan yang umum dijumpai di industri sejenis. Oleh karena itu perancangan sistem kontrol dan monitor berupa HMI yang baik dan akurat pada proses ini penting untuk dilakukan.

Perancangan sistem kontrol dan monitor proses *bottle filling* menggunakan HMI pada perusahaan di sektor makanan dan minuman memberikan manfaat yang lebih besar dari sekadar efisiensi. Penggunaan HMI dalam proses *filling* memungkinkan operator untuk dapat dengan mudah mengidentifikasi masalah selama produksi, sehingga potensi kerugian dapat diminimalkan. Selain itu, integrasi data *real-time* membantu manajemen membuat keputusan lebih cepat dan tepat (Kale dkk., 2024).

Penggunaan HMI yang dirancang dengan baik untuk melakukan fungsi kontrol dan monitor pada *bottling plant* dapat menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Pedoman untuk desain HMI seperti ISA-101 menyediakan standar desain yang intuitif dan informatif sehingga operator memiliki pemahaman yang memadai tentang proses yang dipantau (Folgado dkk., 2024). Perancangan HMI berlandaskan prinsip *human factors engineering* (HFE) dan ergonomi yang mengacu pada standar ISA-101 dapat meningkatkan efektivitas operator dengan mengurangi beban kognitif, meningkatkan kesadaran situasional, dan meminimalkan kesalahan. Operator yang menggunakan antarmuka berpusat pada manusia mengalami peningkatan kinerja dibandingkan dengan mereka yang menggunakan antarmuka tradisional. Mereka mampu mendeteksi situasi abnormal 38% lebih awal, menyelesaikan tugas 41% lebih cepat, dan mencapai tingkat keberhasilan 26% lebih tinggi dalam menangani kegagalan (Errington dkk., 2005). Peningkatan kinerja manusia ini menghasilkan keuntungan ekonomi yang berasal dari pengurangan waktu henti, minimasi limbah produk, dan peningkatan kualitas keseluruhan.

Melihat pentingnya ketepatan dalam perancangan sistem kontrol dan monitor berupa HMI, maka pemilihan metode pengembangan yang sistematis sangat krusial. Salah satu metode yang sesuai adalah metode *waterfall*, karena pendekatan ini memungkinkan setiap tahapan dilakukan secara terstruktur dan berurutan mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan dengan karakteristik proses industri yang umumnya memiliki kebutuhan yang jelas sejak awal (Murugaiyan, 2012).

Pendekatan yang mengutamakan kestabilan dan reliabilitas sistem menjadikan *waterfall* sebagai metode yang ideal. Dengan metode ini, kebutuhan operator terhadap antarmuka HMI yang intuitif sesuai standar ISA-101 dapat dianalisis secara mendalam pada tahap awal, sehingga desain yang dihasilkan lebih terarah. Tahapan yang terpisah dan terdokumentasi dengan baik juga memudahkan proses verifikasi serta validasi, yang sangat penting untuk memastikan tidak adanya kesalahan yang dapat berdampak pada kualitas produk, efisiensi produksi, dan keselamatan kerja. Maka dari itu, metode *waterfall* memberikan fondasi yang kuat dalam menghasilkan sistem HMI yang efektif dan sesuai dengan prinsip HFE dan ergonomi.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, peningkatan kinerja operator pada proses *bottle filling* dapat dilakukan dengan merancang HMI sebagai sistem kontrol dan monitor yang berpusat pada HFE. Untuk itu, perlu diketahui bagaimana proses perancangan HMI yang berpusat pada HFE dan pengambilan data ke *database* pada stasiun kerja *bottle filling* di PT XYZ?

I.3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir ini adalah menggambarkan proses perancangan HMI proses *bottle filling* di PT XYZ berdasarkan prinsip HFE dan ergonomi yang tersambung dengan *database*.

I.4. Manfaat Tugas Akhir

Dengan melakukan rancangan ini, diharapkan dapat memberi beberapa manfaat diantaranya :

1. Menghasilkan gambaran proses perancangan HMI proses *bottle filling* berdasarkan prinsip HFE dan ergonomi.
2. Mempermudah operator dalam mengontrol dan mengawasi proses *bottle filling*.
3. Mempermudah operator memperoleh informasi secara *real time* dari stasiun kerja.
4. Menjadi referensi bagi penelitian setelahnya.

I.5. Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Pada tugas akhir ini terdapat batasan dan asumsi sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih terfokus pada tujuan, diantaranya:

1. Pengujian hanya sampai pada tahap simulasi pada aplikasi.
2. Penerapan metode *waterfall* dalam perancangan hanya sampai tahap *testing*.
3. Fokus pada klausul HFE dan ergonomi yang ada pada ISA-101.
4. Lingkungan operasi sistem stabil dan terkontrol saat melakukan simulasi.

I.6. Sistematika Pelaporan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang otomasi pada proses produksi dan permasalahan di industri minuman susu dalam kemasan. Kurangnya konsistensi pada kualitas produk susu dalam kemasan dapat diminimalkan dengan merancang HMI proses *bottle filling* yang berpusat pada HFE dan ergonomi. Sehingga pada bab ini dapat diketahui rumusan masalah, tujuan, dan manfaat tugas akhir. Selain itu, pada bab ini dijelaskan sistematika penulisan pada tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan terkait studi literatur dan dasar teori yang dijadikan landasan untuk mendukung penyelesaian masalah yang dikaji pada tugas akhir. Penjelasan dalam bab ini mencakup konsep dasar sistem otomasi industri, prinsip-prinsip HMI, standar desain HMI seperti ISA-101, serta landasan teori HFE yang digunakan dalam merancang *interface* pengguna. Selain itu, dibahas pula metode *waterfall* sebagai pendekatan dalam pengembangan sistem pada bab ini.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Bab ini menjelaskan pendekatan metodologis *waterfall* yang digunakan dalam perancangan. Terdiri dari tahapan-tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, pengembangan, dan pengujian. Setiap tahap dijelaskan secara rinci, termasuk bagaimana kebutuhan pengguna dikumpulkan, bagaimana prinsip HFE diterapkan dalam desain visual dan interaksi, bagaimana skenario pengujian disusun, dan bagaimana proses verifikasi dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan prinsip ergonomi dan teknis yang diharapkan. Bab ini juga menjelaskan batasan perancangan asumsi selama proses perancangan dan pengujian.

BAB IV PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas implementasi perancangan HMI mulai dari analisis proses *bottle filling* di pabrik susu sebagai studi kasus, hingga pembuatan sistem kontrol dan monitoring dalam bentuk HMI. Tahapan yang dijelaskan mencakup pembuatan struktur tampilan HMI, penyusunan tagname, pembuatan script logika proses, serta integrasi HMI dengan *database*. Selain itu, bab ini juga menampilkan desain setiap *window* pada HMI dan menjelaskan bagaimana prinsip HFE dan ergonomi diterapkan dalam penataan elemen visual, navigasi, dan interaksi antarmuka. Bab ini menjadi dasar dari tahap pengujian dan evaluasi yang dijelaskan pada bab berikutnya.

BAB V ANALISIS RANCANGAN SISTEM

Analisis dilakukan pada hasil rancangan yang telah dibuat. Analisis dilaksanakan untuk mengetahui apakah rancangan sistem sudah berjalan sesuai dengan skenario yang diharapkan. Hasil analisis tersebut akan digunakan untuk menjawab pertanyaan mengenai bagaimana proses perancangan HMI berdasarkan prinsip HFE dan ergonomi yang dapat meningkatkan produktivitas pada stasiun kerja *bottle filling*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan disusun berdasarkan pemenuhan tujuan tugas akhir dan jawaban atas rumusan masalah, yaitu bagaimana tahapan perancangan HMI yang menerapkan HFE dilakukan dan diimplementasikan secara sistematis. Selain itu, saran-saran diberikan sebagai rekomendasi pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi teknis sistem maupun dari sisi *usability* berdasarkan evaluasi pengguna. Saran juga mencakup potensi penerapan hasil rancangan ini pada industri lain dengan proses yang serupa.