

Perancangan Antar Muka Manusia Mesin pada Stasiun Kerja *Distribution Bottling Plant* Menggunakan Metode Waterfall

1st Dimas sulaiman daryatno

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

dimassulaiman@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Haris Rachmat

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

harisrachmat@telkomuniversity.ac.id

3rd Teddy Sjafrizal

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

teddysjafrizal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perkembangan dalam sektor industri kini semakin pesat, dengan ditandai oleh konsep industri 4.0 yang mendorong kemajuan dalam sektor industri. Konsep ini dilatar belakangi oleh perkembangan digital dan teknologi informasi komputasi yang semakin canggih. Universitas Telkom menyediakan fasilitas Simulator Bottling Plant bagi para akademisi dalam mendukung dan mempersiapkan dalam menghadapi perkembangan teknologi industri. Simulator ini merupakan sebuah simulasi dari pada proses produksi industri air minum mulai dari proses pengisian air hingga pengemasan botol. Sistem produksi yang ada telah menerapkan konsep sistem SCADA untuk mengawasi, mengontrol dan akuisi data produksi. akan tetapi sistem antarmuka mesin pada SCADA yang ada masih tergolong kedalam jenis SCADA atau HMI dasar, dimana dalam penggunaan serta aksesibilitas terhadap sistem masih memiliki keterbatasan dan menggunakan fitur embedded display, tombol tanam atau fisik serta database yang masih dasar. Penelitian ini berisi pengembangan dan perancangan dari sistem HMI pada stasiun kerja distribusi menggunakan metode pengembangan waterfall. Penggunaan metode waterfall dinilai lebih sesuai dan efektif dalam membantu menyelesaikan perancangan pengembangan sistem yang akan lebih terstruktur dan berurutan. Perancangan ini diharapkan memberikan usulan yang dapat menaikkan kemudahan, produktifitas, dan efektifitas penggunaan SCADA pada Simulator Bottling Plant.

Kata kunci— *Industri 4.0, SCADA, Antar Muka Mesin (HMI), Waterfall*

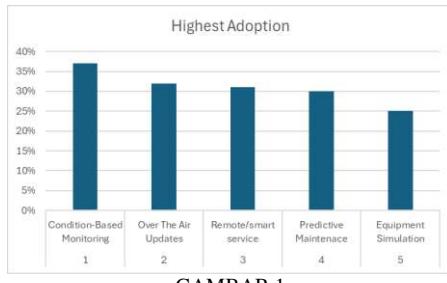
I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berjalannya perkembangan teknologi terutama dalam sistem perindustrian, penerapan produksi otomasi sangat diminati dari segala jenis kalangan sektor manufaktur. Hal ini dilatar belakangi oleh tersedianya sumber daya teknologi yang mumpuni dan juga kebutuhan terhadap sistem produksi yang efektif dan efisien. Berlakunya sistem produksi otomasi dapat memudahkan dan menjamin kualitas produk, waktu produksi, dan pengurangan biaya akan penggunaan sumber daya manusia [1].

Saat ini dunia perindustrian sedang dalam tahapan keempatnya atau bisa disebut industry 4.0. industry 4.0 sendiri

merupakan sebuah konsep terhadap perkembangan industri pada seluruh aspek produksi dengan penggabungan teknologi digital atau internet [2]. Terdapat beberapa aspek kerangka dari penunjang perkembangan industry 4.0 yang diantaranya merupakan teknologi CPS dan *smart factory* [3]. CPS (*Cyber Physical System*) merupakan sebuah teknologi penggabungan antara dunia nyata dengan dunia maya dalam mewujudkan integrasi antar proses fisik dengan komputasi. *Smart factory* merupakan perkembangan pada sistem produksi melalui otomatisasi, cerdas, modular dan adaptif. Dari aspek tersebut dapat kita liat bahwa penggunaan teknologi komputasi pada perindustrian diperlukan guna memfasilitasi adanya kecepatan dan kemudahan dari sistem produksi manufaktur.

Salah satu jenis metode otomasi perindustrian 4.0 dikenal juga sebagai sistem kontrol SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). SCADA merupakan sebuah sistem yang memperbolehkan dalam mengontrol dan memonitor proses perindustrian secara langsung terhadap sebuah pabrik melalui berbagai perangkat [4]. Dalam sederhananya cara kerja SCADA, menghubungkan antara pekerja dengan berbagai objek mesin perindustrian (sensor & aktuator) menggunakan komputer yang dihubungkan dengan perangkat PLC. Dalam SCADA terdapat *Human Machine Interface* (HMI) atau antarmuka manusia mesin yang berfungsi dalam menampilkan data maupun informasi pada operator dan menyediakan input serta kontrol pada mesin atau plant [5]. Dengan adanya antarmuka manusia mesin berfungsi sebagai penghubung bagi pekerja dalam memahami proses yang terjadi dalam mesin atau plant. Selain itu antarmuka manusia mesin atau HMI memiliki manfaat dalam pengawasan plant, pengendalian plant, penanganan alarm, dan akses ke historical data dan historical trend. Dan juga dalam data yang disajikan oleh Asosiasi Indonesia IoT mengenai kasus penggunaan industry 4.0 yang telah digunakan secara luas pada saat ini, dalam peringkat pertama yaitu *Condition-Based Monitoring* (SCADA) dengan persentase 32% penggunaan secara luas dalam operasi manufaktur [6].



GAMBAR 1

(Kategori Penggunaan IOT Industri 4.0 Dalam Operasi Manufaktur)

Semakin pesatnya perkembangan teknologi manufaktur, Universitas Telkom juga selaku tempat perguruan tinggi swasta yang terkemuka, menyediakan fasilitas *simulator bottling plant* bagi para akademisi khususnya program studi teknik industri dalam mendukung dan mempersiapkan menghadapi perkembangan teknologi industri. Simulator ini merupakan sebuah alat peraga atau tiruan pada proses produksi industri air minum mulai dari proses pengisian air hingga pengemasan botol. Alat ini terdiri dari beberapa bagian stasiun kerja seperti *Filling Station*, *Separating Station*, *Processing Station*, *Distribution Box*, dan *Pick and Place Station*. fasilitas ini berjalan menggunakan beberapa sensor, PLC dan juga HMI dalam proses produksinya. Gambar berikut merupakan kondisi dari *Bottling Plant*.



GAMBAR 2

(Simulator Bottling Plant & HMI Eksisting Bottling Plant)

Dapat dilihat berikut merupakan gambaran dari *Human Machine Interface* (HMI) dalam *simulator bottling plant* pada stasiun kerja *distribution box*. Dalam kondisi awal, HMI yang digunakan masih menggunakan jenis SCADA dasar (*console*) berbasis *software vendor*. Jenis ini masih menggunakan antar muka pengguna yang dimana operator dalam pengaksesan sistem menggunakan tombol fisik dalam melakukan fungsi *start*, *stop*, *reset* dan sebagainya. Dapat dilihat juga bahwa HMI yang ada menggunakan layar tanam atau *embedded display* yang terintegrasi langsung kedalam perangkat objek dalam pemantauan dan pengendalian sistem.

Jenis HMI ini memiliki keterbatasan pada penggunaannya, antar muka yang dapat diakses oleh operator masih menggunakan tombol fisik dan penggunaan HMI yang tertanam dalam *plant*. *Bottling plant* dengan menggunakan layar *embedded display* dapat mengeterbatasi dari akses operator dalam menjangkau sistem produksi. Juga dalam penggunaan tombol fisik dapat menyebabkan penurunan fungsi seperti terkontaminasi oleh kotoran, minyak, atau bahan lain yang mengakibatkan keausan atau kerusakan mekanis, ditambah jika dilihat dari kondisi pada lingkup kerja mesin dan *plant* produksi [7].

Serta dengan penggunaan jenis SCADA HMI dasar, jenis sistem ini memiliki banyak kekurangan lain dengan dibanding jenis SCADA terintegrasi (*control* dan *interface PC*). SCADA integrasi memperbolehkan terhadap

fleksibilitas dan pembaharuan integrasi dari perangkat sistem SCADA. Menghadirkan informasi dan visualisasi yang lebih baik sesuai dengan kebutuhan perkembangan. Dapat dilihat pada gambar berikut tentang *Interface HMI Eksisting (Dasar)*, visualisasi dari sistem antar muka hanya terbatas kepada apasaja sensor yang hidup dan mati.



GAMBAR 3

(Interface HMI Eksisting (Dasar))

Selain itu, pemantauan dari setiap stasiun kerja yang terpisah, seperti contoh dalam pemantauan stasiun kerja distribusi tidak dapat melihat stasiun kerja lain yang sedang berjalan. Kondisi ini mengurangi nilai pemahaman dan pengontrolan dari mesin produksi. Serta dengan adanya pembaruan dapat menghadirkan pelaporan data yang lebih baik, sehingga meningkatkan kemampuan analisis data. Berangkat dari urgensi dan kebutuhan pembaharuan SCADA HMI pada *Bottling Plant* dan juga melihat dari meningkatnya penerapan teknologi pada industri 4.0 khususnya *Condition-Base Monitoring*, mendorong dari perkembangan sistem HMI SCADA yang lebih ketepat selanjutnya dengan menghadirkan fitur serta spesifikasi terbaru.

Dalam hal ini, Pengembangan *Bottling plant* akan berfokus kepada perancangan HMI. Pengembangan diharapkan akan memberikan fitur dan spesifikasi yang lebih baru terhadap sistem produksi *Bottling Plant* dalam meningkatkan kegunaan. Perancangan dilakukan menggunakan metode SDLC [8] yang merupakan metode pengembangan perangkat lunak yaitu *Waterfall*. Pendekatan ini, diharapkan dapat meminimalisir dari kesalahan dan mengontrol kualitas hasil serta kesesuaian dari rancangan dari kriteria dan arah pengembangan.

II. KAJIAN TEORI

A. PLC

Dalam dunia perindustrian, sudah lama telah menerapkan sistem produksi otomatis. Sistem produksi otomatis dapat menjamin kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek dari waktu produksi, mengurangi biaya dalam penggerakan tenaga kerja manusia. Salah satu sistem otomasi yang popular merupakan *Programmable Logic Controller* (PLC). dari singkatan tersebut kita dapat mengetahui dari makna PLC itu sendiri [9]:

1. *Programmable*: perangkat yang dapat diprogram atau diatur
2. *Logic*: berdasarkan logika, biasanya merujuk pada logika Boolean yang terdiri dari ON/OFF.
3. *Controller*: pengendali atau otak dari suatu sistem

B. SCADA

SCADA merupakan salah satu hal yang umum dalam komponen sistem produksi industri. SCADA merupakan singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*,

yang merupakan sebuah sistem yang memperbolehkan pengawasan, pengendalian, dan akuisi data secara *realtime* terhadap sebuah lantai produksi.

Dalam arsitektur SCADA terdiri dari berbagai macam jenis yang secara umum dibedakan menjadi 3 jenis sebagai berikut [1]:

1. SCADA dasar

Pada jenis system SCADA ini hanya terdiri dari 1 RTU dan juga biasanya hanya terdiri dari 1 MTU.

2. SCADA integrasi

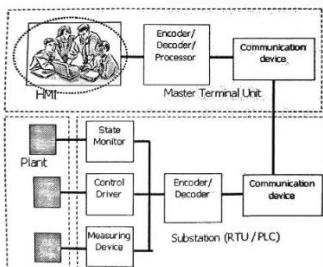
Sistem ini terdiri dari beberapa RTU dalam mengendalikan field device akan tetapi hanya menggunakan 1 MTU. MTU dapat berhubungan dengan HMI komputer melalui LAN ataupun internet.

3. SCADA Network

Sistem ini memiliki 1 MTU pusat sebagai coordinator yang menghubungkan antara MTU lainnya. Koneksi dalam sistem ini biasanya menggunakan LAN maupun internet.

C. HMI

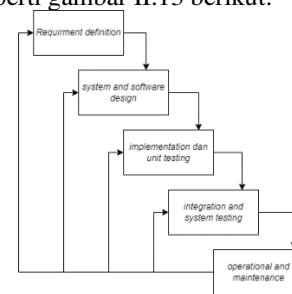
Human Machine Interface atau tatapmuka mesin manusia merupakan salah satu komponen dalam sistem SCADA. HMI berguna sebagai penghubung antar manusia atau operator dengan mesin produksi agar dapat memahami dan mengendalikan proses yang sedang terjadi dalam plant. HMI dalam SCADA dapat dilihat dari gambaran berikut [1]:



GAMBAR 4
(HMI dalam SCADA)

Sebelum berkembangnya era-perindustrian seperti sekarang, alat kontrol antar muka mesin manusia biasanya masih berupa analog dengan kerumitan yang tinggi. Sedangkan dalam perindustrian masa kini, jenis HMI juga telah mengalami banyak perkembangan dengan berbagai bentuk seperti panel kontrol LCD, touchscreen panel, dan juga dapat berbentuk komputer yang telah diprogram secara khusus. HMI memiliki beberapa fungsi seperti pengawasan dan pengendalian plant, penanganan alarm, dan akses terhadap data dan tren dari produksi. Didalam HMI terdapat beberapa struktur seperti pilihan, menu, kontrol dan opsi lainnya.

Metode Waterfall merupakan salah satu metode siklus hidup pengembangan perangkat lunak atau SDLC yang paling tertua dan terkenal. Waterfall merupakan sebuah cara dalam merancang dan membangun perangkat lunak maupun sistem yang berurutan dan bertahap mengalir kebawah seperti air terjun [10]. Waterfall memiliki beberapa tahap seperti *Requirement definition*, *system and software design*, *implementation and unit testing*, *integration and system testing*, *testing, operational and maintenance*. Setiap tahapannya dapat dilihat seperti gambar II.13 berikut:



GAMBAR 5
(Proses Tahapan Metode Waterfall)

1. Requirement Definition.

Pada tahap pertama, metode ini menentukan dan mendapatkan kebutuhan yang akan digunakan dimana akan membantu dalam tahap perancangan dan hasil rancangan. Spesifikasi kebutuhan ini dapat didefinisikan sebagai user requirement seperti fitur, spesifikasi, persyaratan, dekumen-dokumen yang akan membantu dalam tahap selanjutnya.

2. System and Software Design.

Pada tahap ini, setelah ditentukan apa yang dibutuhkan dari proses sebelumnya, digunakan dan diimplementasikan untuk membuat design secara tepat dan sesuai dari requirement yang ada.

3. Implementation and Unit Testing.

Pada tahap ini dilakukannya pengkodean dan pengujian dari hasil coding tersebut untuk menemukan error atau kesalahan teknikal lainnya.

4. Integration and System Testing.

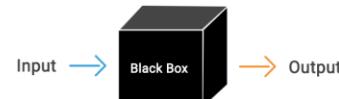
Pada tahap ini hasil rancangan dari sistem yang telah dibuat dapat sudah digunakan oleh pengguna atau *user*.

5. Operational and Maintenance.

Setelah sistem diluncurkan, memungkinkan sebuah tindakan perbaikan atau perkembangan lainnya dengan penyesuaian baru. Oleh karena itu dalam melancarkan operasional sistem yang nantinya akan berjalan dibutuhkan perawatan juga.

D. Pengujian Black Box

Pengujian *Black Box* merupakan salah satu tipe test yang memperlakukan objek test dengan mengabaikan komponen atau sistem internalnya, metode ini bertujuan untuk mengenali apakah sistem yang telah dirancang berfungsi dengan benar serta hanya memperhatikan *input* dan *output*-nya saja [11].

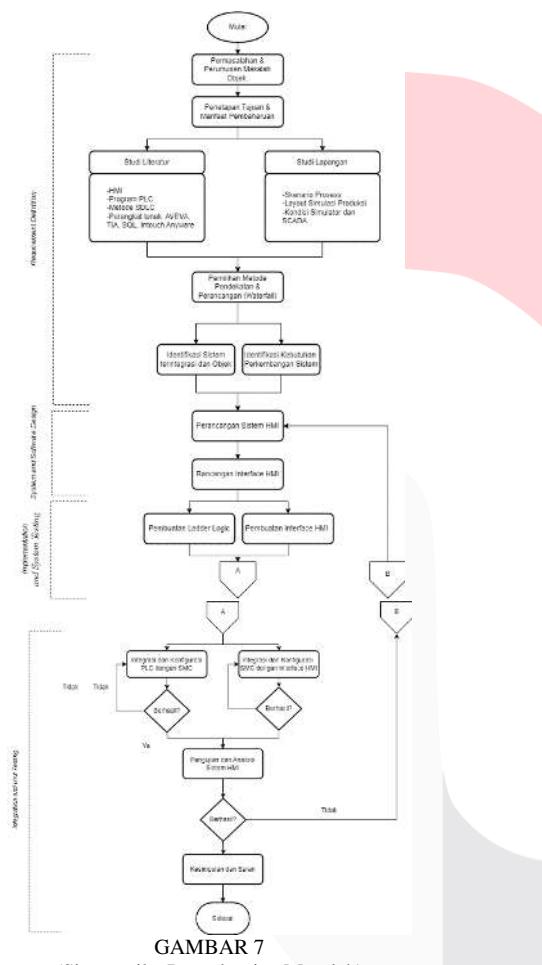


GAMBAR 6
(Metode Pengujian Black Box)

Pengujian *Black Box* dapat digunakan untuk mengetahui beberapa kesalahan seperti Fungsi hilang atau salah, kesalahan dalam antarmuka, struktur dalam data atau *database*, kesalahan dalam performa dan analisis serta terminasi [12].

III. METODE

Pada bagian ini akan menjelaskan bagaimana tahap-tahap dan sistematika dari awal penelitian hingga selesai dalam identifikasi permasalahan hingga analisis hasil. Sesuai dengan metode yang digunakan, sistematika metodologi penelitian ini dibagi kedalam 4 tahapan utama sesuai dengan metode *waterfall*. Berikut merupakan Tahapan utama yang pertama adalah *Requirement Definition, System and Software Design, Implementation and System Testing*, dan yang terakhir adalah *Integration and Unit Testing*. 4 tahapan utama ini didalamnya akan terdiri dari beberapa tahapan kecil lainnya yang dapat dilihat seperti Gambar berikut:

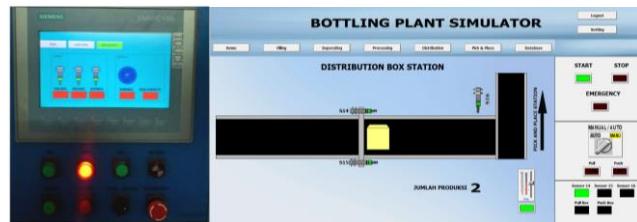


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sistem Hasil Rancangan

Tahapan ini dilakukannya pengujian dari hasil perkembangan sistem *Human Machine Interface* pada Stasiun Kerja Distribusi. Analisis terhadap rancangan dibutuhkan untuk mengetahui bagaimana kinerja dan spesifikasi dari HMI apakah telah mencapai dari ketentuan dan spesifikasi yang ingin dicapai. Analisis dilakukan menggunakan metode *black box* dimana berfokus dalam menguji fungsionalitas dari hasil HMI. Dalam pengertian SCADA HMI terdapat beberapa poin utama yaitu *monitoring*, *controlling* dan *data acquition*. Untuk

melakukan pengujian hal ini, dilakukan beberapa analisis dan pengujian seperti analisis desain *Human Machine Interface* dan pengujian sistem *Human Machine Interface*. Gambar V.1 merupakan perbandingan dari HMI eksisting dan usulan



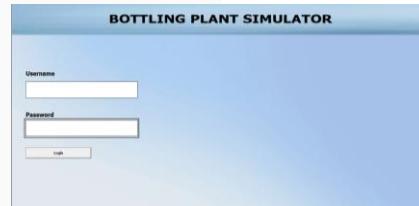
GAMBAR 8
(Perbandingan HMI Eksisting dengan HMI Usulan)

B. Analisis Desain Human Machine Interface

Pada tahapan ini dilakukannya analisis terhadap hasil desain HMI. HMI dimana akan digunakan oleh *operator* dalam pengaksesan terhadap plant produksi untuk melakukan pengawasan, pengontrolan dan akuisisi data. Kegiatan ini dimana akan dilakukan melalui aplikasi SCADA Wonderware sebagai perangkat lunak perantara terhadap *operator*. Berikut merupakan hasil desain dari halaman-halaman HMI:

1. Login Window

Pada tahapan pertama, bila *operator* ingin mengakses sistem SCADA HMI Stasiun kerja distribusi, harus mengakses halaman login. Dalam halaman ini operator akan mengisi *username* dan *password* yang sesuai agar dapat lanjut ke halaman *home*, bila *username* dan *password* tidak sesuai maka tombol *login* atau lanjut kehalaman berikutnya tidak dapat di akses. Hal ini berhubungan dengan keamanan aksesibilitas sistem SCADA agar dapat terjaga dikarenakan user tertentu saja yang dapat mengakses kedalam sistem. Pada gambar berikut merupakan tampilan dari halaman *Login*.



GAMBAR 9
(Login Window)

2. Home Window

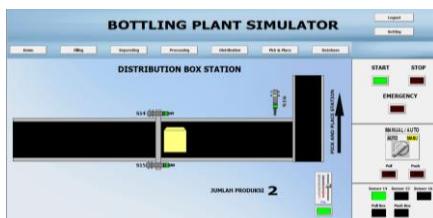
Setelah *operator* memasukkan *username* dan *password* yang sesuai, akan bisa meakses sistem produksi. Selanjutnya akan dipindahkan kehalaman *Home*. Dalam halaman ini akan ditampilkan nama *user*, gambar dan juga penjelasan singkat mengenai *Bottling Plant*. *Operator* dapat mengakses *Status Bar* yang dimana terdapat tombol-tombol untuk menuju ke halaman lainnya seperti *Setting*, *Database* dan sebagainya. Berikut pada gambar berikut merupakan tampilan dari halaman *Home*.



GAMBAR 9
(Home window)

3. Production Plant Window

Jika Operator menekan tombol dari *Production Plant* (Distribusi), *Operator* dapat melakukan fungsi dari *monitoring* dan *controlling* pada proses yang terjadi pada *plant*. Halaman ini terdapat visualisasi dari stasiun kerja secara *realtime*, *control panel* dan juga lampu indikator sesor yang dimana akan membantu *operator* dalam melakukan tugasnya. Berikut merupakan gambaran dari *Production Plant Window* pada gambar berikut.



GAMBAR 9
(Production Plant Window)

4. Database Window

Pada halaman ini *operator* dapat mengakses informasi data mengenai sistem produksi yang dibutuhkan *operator*. Data yang ditampilkan mengenai tanggal dan waktu, pengguna, dan juga jumlah produksi dari plant. Pada gambar berikut merupakan tampilan dari *Database Window*.



GAMBAR 9
(Database Window)

5. Setting Window

Setting window merupakan sebuah halaman dari fungsi terkait pengaturan akun *user*. Pada halaman ini tersedia nama user dan akses level yang dimiliki oleh *user*. Serta *User* dapat melakukan konfigurasi akun serta perubahan kata sandi sesuai dengan keinginan. Pada gambar berikut merupakan tampilan dari *Setting Window*.



GAMBAR 9
(Setting Window)

A. Analisis Sistem Hasil Rancangan

Dalam melakukan pengujian fungsi dari setiap komponen Human Machine Interface menggunakan pengujian *black box*. Pengujian ini hanya berfokus menguji keberhasilan dari output atau fungsionalitas sistem HMI. Berikut pada Tabel 1 merupakan pengujian dari sistem HMI.

TABEL 1
(Pengujian Fungsionalitas)

NO	Fungsi yang diuji	Skenario pengujian	Status
A. Login Window			
1.	<i>Input Username</i>	ID <i>username</i> dapat diinputkan kedalam kolom <i>username</i> dan terhubung dengan sistem.	BERHASIL
2.	<i>Input Password</i>	<i>Password</i> dapat diinputkan kedalam kolom <i>Password</i> dan terhubung dengan sistem.	BERHASIL
3.	Tombol Login	Ketika ID dan <i>Password</i> sesuai, Tombol login dapat diakses dan user dapat menuju kehalaman berikutnya (<i>Home</i>).	BERHASIL
B. Home Window			
1.	Tombol <i>Distribution</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Production Plant Window</i> (<i>Distribution</i>).	BERHASIL
2.	Tombol <i>Database</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Database Window</i> .	BERHASIL
3.	Tombol <i>Setting</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Setting Window</i> .	BERHASIL
4.	Tombol <i>Logout</i>	Akun <i>User</i> akan <i>logoff</i> dari sistem dan menuju kedalam <i>Login Window</i> .	BERHASIL
5.	Keterangan <i>User</i> dan <i>Plant</i>	Sistem akan mengampilkan keterangan akun user dan penjelasan singkat <i>Plant</i> .	BERHASIL
C. Production Plant Window			
1.	Gambar visualisasi	Gambar atau visualisasi dapat menyampaikan kejadian real dari proses.	BERHASIL
2.	Sensor input	Sensor dan Input pada sistem produksi dapat terhubung dan berfungsi.	BERHASIL
3.	Tombol Control Panel	Tombol pada Control panel dapat terhubung dan berfungsi.	BERHASIL
4.	Lampu indikator	Lampu indikator terhubung dan menyala sesuai dengan sensor.	BERHASIL

5.	Tombol <i>Home Window</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Home Window</i> .	BERHASIL
6.	Tombol <i>Database</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Database Window</i> .	BERHASIL
7.	Tombol <i>Logout</i>	Akun <i>User</i> akan logoff dari sistem dan menuju kedalam <i>Login Window</i> .	BERHASIL
8.	Tombol <i>Setting</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Setting Window</i> .	BERHASIL

D. Setting Window

1.	Keterangan <i>User</i> dan <i>Access Level</i>	Sistem akan menampilkan akun <i>user</i> dan <i>Access level</i> yang dimiliki.	BERHASIL
2.	Tombol <i>Configure User</i>	Sistem akan menampilkan <i>PopUp window</i> dari <i>Configure user</i> dan dapat melakukan administrasi terhadap akun yang lain.	BERHASIL
3.	Tombol <i>Change Password</i>	Sistem akan menampilkan <i>PopUp window</i> dari <i>Change Password</i> dan dapat melakukan pergantian <i>password</i> .	BERHASIL
4.	Tombol <i>Logout</i>	Akun <i>User</i> akan logoff dari sistem dan menuju kedalam <i>Login Window</i> .	BERHASIL
5.	Tombol <i>Home Window</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Home Window</i> .	BERHASIL
6.	Tombol <i>Distribution</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Production Plant Window (Distribution)</i> .	BERHASIL
7.	Tombol <i>Database</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Database Window</i> .	BERHASIL

E. Database Window

1.			
2.	Tombol <i>Home Window</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Home Window</i> .	BERHASIL
3.	Tombol <i>Distribution</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Production Plant Window (Distribution)</i> .	BERHASIL
4.	Tombol <i>Logout</i>	Akun <i>User</i> akan logoff dari sistem dan menuju kedalam <i>Login Window</i> .	BERHASIL
5.	Tombol <i>Setting</i>	User akan diarahkan kedalam <i>Setting Window</i> .	BERHASIL

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan, pengujian dan analisis mengenai antar muka manusia mesin pada stasiun kerja distribusi, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil rancangan yang telah dilakukan berhasil. Keberhasilan dapat dilihat bahwa pengguna atau *operator* dapat mengontrol dan memonitoring dari antar muka manusia mesin khususnya pada stasiun kerja distribusi yang menggunakan komputer tanpa harus menggunakan *Embedded display* secara langsung.

Berdasarkan dari hasil pengujian seluruh fungsionalitas sistem dan antar muka HMI, dapat disimpulkan bahwa setiap fungsi, fitur dan seluruh komponen pada sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya. Tampilan visual dari *interface* telah diperbarui dan dibuat untuk mempermudah pemahaman dan penggunaan, serta telah sesuai dengan keadaan *real* mesin stasiun kerja distribusi.

REFERENSI

- [1] H. Wicaksono, Scada Software dengan Wonderware Intouch, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.
- [2] J. Schlechtendahl, M. Keinert, F. Kretschmer and A. Lechler, "Making existing production systems Industry 4.0-ready," Prod. Eng. Res. Devel. 9, February 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11740-014-0586-3>.
- [3] H. Prasetyo and W. Sutopo, "INDUSTRI 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset," J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, 25 January 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14710/jati.13.1.17-26>.
- [4] S. A. Boyer, SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition, 3rd, Ed., United States of America: ISA-The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 1999.
- [5] D. Bailey and E. Wright, Practical SCADA for Industry, Oxford: Elsevier, 2003.
- [6] ASIOTI, "Smart Manufacturing Chances & Challenges," ASIOTI (Asosiasi Indonesia IoT), Agustus 2021. [Online]. Available: <https://www.manufacturingindonesia.com/wp-content/uploads/ASIOTI-MANUFACTURING-INDONESIA-SMART-MANUFACTURING-AUGUST-2021.pdf>.
- [7] L. Claire and Z. Shumin, "The Performance of Touch Screen Soft Buttons," CHI '09: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 2009. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1518701.1518750>.
- [8] G. Everett and R. McLeod, Testing Across the Entire Software Development Life Cycle, Hoboken: Wiley, 2007.
- [9] W. Handy, Teori Pemrograman dan aplikasi dalam otomasi, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.

- [10] Y. Bassil, "A Simulation Model for the Waterfall Software Development Life Cycle," LACSC – Lebanese Association for Computational Sciences, 31 May 2012. [Online]. Available: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1205.6904>.
- [11] A. J. Siddiq, "Pengujian Perangkat Lunak dengan Metode Black Box pada Pra registrasi User Via Websites," AMIK Rahaja Iinformatika, juni 2015. [Online]. Available: <https://widuri.raharja.info/index.php?title=TA1223372977>.
- [12] A. A. Gozali, "Sistem Kendali Smart Classroom Berbasis RFID Secara Otomatis Menggunakan Arfuino Uno pada Perguruan Tinggi Rahaja," STMIK RAHARJA, Desember 2016. [Online]. Available: <https://widuri.raharja.info/index.php?title=SI1133468638>.