

Terbit online pada laman web jurnal: <http://jurnal.iaii.or.id>**JURNAL RESTI****(Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)**

Vol. 5 No. 6 (2021) 1171 – 1181

ISSN Media Elektronik: 2580-0760

**Pengembangan *Embedded Device* Berbasis PLC  
untuk Simulator *Rejection System*  
dengan Penambahan *Human Machine Interface***Riyandar<sup>1</sup>, Muhamad Wildan<sup>2</sup>, Arief Goeritno<sup>3\*</sup>, Joki Irawan<sup>3</sup><sup>1</sup>CV Rochi Herba Care, Jalan Nilem Blok DD5 No.1-2, Padasuka, Ciomas, Bogor 16610<sup>2</sup>PT Cisarua Mountain Dairy, Jalan Raya Sentul No.101 RT05/RW05 Babakan Rawahaur, Sentul, Babakan Madang, Bogor 16810<sup>3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jalan Sholeh Iskandar km.2, Kedungbadak, Tanah Sareal, Kota Bogor 16164<sup>1</sup>riyandarriyand@gmail.com, <sup>2</sup>bheenwildan07@gmail.com, <sup>3</sup>arief.goeritno@uika-bogor.ac.id\*, <sup>3</sup>oqirawan05@gmail.com**Abstract**

Changes to the simulator rejection system from the previous research were carried out by replacing all sensors, drive motors, PLC systems, and adding HMI systems. The objectives in this research, namely (i) changing and developing a rejection system simulator, creating a ladder-based program structure and configuring HMI systems and (ii) measuring the performance of the simulators. Rejection system simulator is fabricated and reassembled, ladder-based syntax into PLCs and HMI is also configured, and observing the performance is done through the HMI layer. The results of programming is carried out through (i) providing software for PLCs, (ii) programming the PLC system, (iii) compiling and uploading programs from PC to PLC, (iv) configuring PLC and HMI via ethernet, and (v) compiling and uploading the program structure from PC to HMI. The performance for observing the condition of the bottle cap through the HMI is observed when (i) synchronization between the simulator system and the HMI-assisted PLC control, (ii) the reading of the sensors installed on the simulator, and (iii) the rotation process of the rejector arm. Overall, the rejection system simulator with a PLC-based assisted by HMI can be used as a process simulation against the implementation of the rejection system.

Keywords: analogy of conveyor, HMI, PLC, simulator of rejection system.

**Abstrak**

Pengubahan terhadap simulator *rejection system* hasil penelitian sebelumnya, dilakukan melalui penggantian seluruh sensor, motor penggerak, sistem PLC, dan penambahan sistem HMI. Sasaran pada penelitian ini, yaitu (i) pembuatan struktur program berbasis ladder diagram dan pengkonfigurasi sistem HMI dan (ii) pengukuran kinerja simulator. Simulator rejection system pada miniature mesin konveyor, dipabrikasi dan dirakit kembali, sintaks program ditanamkan ke PLC dan HMI dikonfigurasi, dan pengamatan terhadap kinerja simulator rejection system untuk pengamatan kondisi tutup botol dilakukan melalui *layer* pada HMI. Hasil pemrograman dilakukan melalui (i) penyediaan software untuk PLC, (ii) pemrograman sistem PLC, (iii) proses *compiling* dan *uploading* struktur program dari PC ke PLC, (iv) konfigurasi PLC dan HMI via ethernet, dan (v) proses *compiling* dan *uploading* struktur program dari PC ke HMI. Kinerja untuk pengamatan kondisi terhadap tutup botol melalui HMI, diamati saat (i) sinkronisasi antara sistem simulator dan kontrol PLC berbantuan HMI, (ii) pembacaan oleh sensor-sensor terpasang pada simulator, dan (iii) proses putaran lengan rejector. Secara keseluruhan, simulator rejection system berbasis PLC dan berbantuan HMI dapat digunakan untuk simulasi proses terhadap implementasi sistem *rejection*.

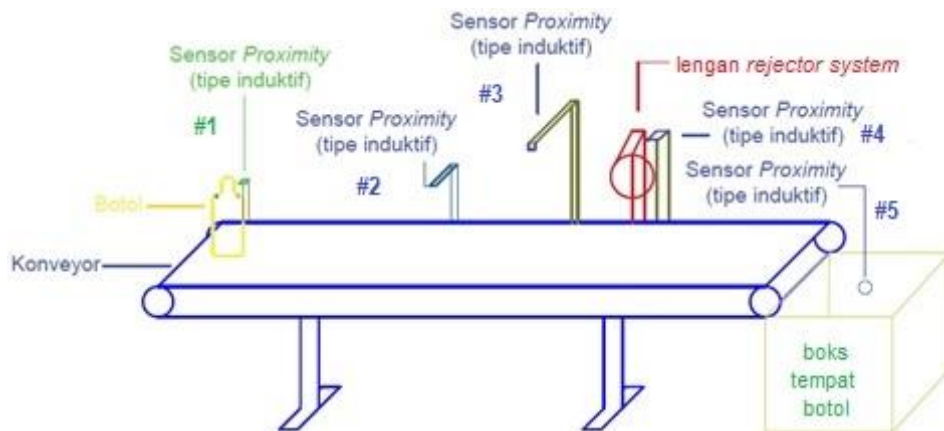
Kata kunci: analogi konveyor, HMI, PLC, simulator *rejection system*.

**1. Pendahuluan**

Simulator *rejection system* terkendali *embedded device* berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)* pada miniature mesin konveyor hasil penelitian sebelumnya [1], menjadi pedoman untuk dilakukan fungsionalisasi

kembali terhadap miniatur mesin konveyor disertai penggantian dan penambahan peranti elektronika. Penggantian sistem PLC [2,3] dan motor listrik sebagai penggerak miniature konveyor, sedangkan bentuk fisis dan fungsi miniature konveyor tidak berubah. Jumlah sensor terpasang bertambah, ditambahkan sistem

*Human Machine Interface (HMI) Schneider GXU3512* [4], dan pemasangan boks penampungan botol dengan kondisi tutup botol terpasang baik. Boks penampungan dilengkapi dengan sensor *proximity* tipe induktif sebagai



Gambar 1. Diagram skematis hasil fungsionalisasi kembali terhadap simulator *rejection system* pada penelitian ini

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan mekanisme pengoperasian simulator *rejection system*. Urutan pertama, setiap botol yang telah diisi dan diberi tutup secara otomatis, kemudian dideteksi oleh sensor *proximity* tipe induktif ke #1 [5], sehingga mesin konveyor beroperasi. Setelah tutup botol terdeteksi sensor *proximity* ke #2, maka pemisah botol beroperasi untuk pemisahan botol dengan kondisi tutup botol tidak sesuai standar, sedangkan botol dengan kondisi tutup sesuai standar digerakkan sampai masuk ke boks tempat botol "rejected". Untuk kondisi dimana keadaan boks terdeteksi penuh oleh sensor *proximity* ke #5, maka konveyor tidak beroperasi. Setelah pengambilan botol dari boks dan keadaan boks terdeteksi "kosong" oleh sensor *proximity* ke #5, maka konveyor beroperasi kembali secara otomatis. Mekanisme pendeteksian terhadap kondisi tutup tidak sesuai standar dideteksi oleh sensor *proximity* ke #3 dan diarahkan oleh motor *wiper* ke area tempat *rejector* setelah hasil deteksi sensor *proximity* ke #4.

Beberapa penelitian berkaitan dengan adopsi terhadap acuan Internasional yang berkaitan dengan *Automated Visual Inspection Systems for Industrial Applications* [6] berupa rancangan sistem *automated bottle cap inspection using machine vision system* berbasis chip mikrokontroler dari keluarga AVR-ATmega telah terdiseminasikan [7]. Hasil penelitian lain berupa *bottle cap inspection based on machine vision* berbantuan metode *fuzzy* [8] juga telah terdiseminasikan. *Automated Visual Inspection Systems (AVIS)* berkaitan dengan sistem pengontrolan berbasis penggunaan sensor *vision* kamera untuk pendeteksian objek, motor *dc* untuk penggerak *belt conveyor* dan motor *stepper* untuk *rejector system* [6-8], termasuk perpaduan *PLC* dan *HMI* untuk pemantauan objek pada sistem konveyor [9].

sensor ke #5 yang diletakkan pada sisi akhir konveyor. Diagram skematis hasil fungsionalisasi kembali terhadap simulator *rejection system* pada penelitian ini, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

*Human Machine Interface* merupakan sistem penghubung antara manusia dan mesin yang dapat berupa pengendali dan visualisasi status dengan pengoperasian manual atau melalui visualisasi computer, sehingga pembacaan data pada sistem *HMI* terkirim melalui jalur (*port*) masukan/keluaran (*input/output, I/O*) pada *PLC*, secara *online* dan *real-time*. Fungsi-fungsi *HMI*, meliputi (i) pemantauan keadaan pada *plant*, (ii) pengaturan nilai parameter pada *plant*, (iii) pengambilan tindakan sesuai keadaan yang terjadi, (iv) penampilan tanda peringatan dengan alarm untuk kondisi tidak normal, dan (v) penampilan pola data kejadian pada *plant* secara *real-time* dan/atau *trending history*.

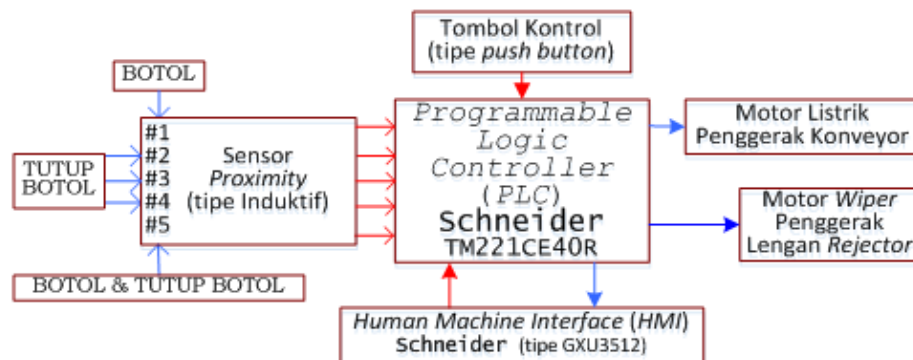
Penelitian lain terkait prototipe *rejection system* untuk selektivitas terhadap tutup botol kemasan minuman telah dipabrikasi [1] melalui sejumlah tahapan, yaitu (i) pembuatan miniatur mesin konveyor, (ii) penempatan sejumlah sensor dan motor *stepper* sebagai penggerak lengan *rejector*, (iii) pengawatan pada sistem *Programmable Logic Controller (PLC)*, dan (iv) pengintegrasian sistem. Sistem *PLC* secara umum [10] maupun secara khusus untuk sistem pengontrolan sebuah sistem tertanam [11,12,1] termasuk juga untuk keperluan pengoperasian *rejection system* [1], merupakan sistem dengan kebutuhan program (aplikasi) tertanam berbasis *ladder diagram*. Prototipe (purwarupa) *rejection system* terpabrikasi berbentuk dan difungsikan sebagai sebuah simulator peragaan penerapan konsepsi instrumentasi dan otomasi untuk fenomena di sistem *rejection* [1].

Sistem *PLC* bermakna sebagai pengontrol logika terprogram [10] dengan keberadaan komputer *solid-state* industri untuk pemantauan masukan-keluaran (*input-output*) dan pembuatan keputusan berbasis logika

dalam suatu proses otomatisasi [11-18]. Keberadaan sebuah *PLC* sebagai pusat pengontrol [11, 12], termasuk pemanfaatan komputer personal (*personal computer, PC*) [19], maupun pemasangan *single chip* mikrokontroler (*microcontroller, uC*) untuk keterwujudan sebuah *motherboard* [20-25] atau penggunaan modul Arduino UNO R3 [26-33] atau Arduino MEGA2560 R3 [30, 34-36] sebagai pengendali yang dipadukan dengan sensor-sensor di sisi masukan untuk pengontrolan sisi keluaran, telah menjadi keniscayaan dewasa ini. Ketersediaan *PLC* merek Omron tipe CP1E [2] atau *PLC* secara umum terpasang pada sistem otomasi di industri [13,15-18] telah digunakan untuk sistem otomasi pengemasan susu dalam botol terhadap purwarupa *filling bottle and capping machine* [37]. Sistem otomasi tersebut merupakan salah satu bentuk implementasi otomatisasi permesinan di bidang industri [13,15-18]. Implementasi *PLC* pada sistem, difungsikan sebagai pengontrol proses pengisian cairan ke dalam botol berbantuan mesin konveyor dengan penggerak mekanis untuk proses penggerakan botol. Penggerakan mesin konveyor dilakukan dengan bantuan motor listrik jenis *direct current (dc)* [11,12] yang didukung oleh keberadaan *Human Machine Interface (HMI)*.

Berpedoman kepada mekanisme pengoperasian dan pengacuan terhadap sejumlah hasil penelitian sebelumnya, maka dibuat penelitian tentang *rejection system*. Pengembangan dari sistem terfabrikasi

sebelumnya, terutama pada penggantian sistem *PLC*, sebelumnya bermerek Omron [2] diganti dengan merek Schneider TM221CE40R [3]. Penggantian motor listrik sebagai penggerak miniature konveyor dari tipe servo ke *wiper*. Penambahan jumlah sensor jenis *proximity* menjadi lima buah, kesemuanya dengan tipe induktif dengan merek Panasonic tipe LJ12A3-4-Z NPN 6V-36V. Jumlah sensor *proximity* sebelumnya sebanyak empat buah, tiga buah tipe induktif dan satu buah tipe optik. Untuk pencapaian pengembangan sistem, ditambahkan *HMI* Schneider GXU3512 [4] dan pemasangan boks penampungan untuk tiga buah botol yang dilengkapi dengan sensor *proximity* #5). Boks penampungan untuk tempat botol dengan kondisi tutup botol terpasang baik yang diletakkan pada bagian akhir miniatur konveyor. Sejumlah subsistem untuk dukungan terhadap pengembangan sistem pengontrol pada miniatur mesin konveyor, yaitu relai elektromekanis, *push button*, kabel penghubung, catu daya mode pensaklaran (*switched-mode power supply, SMPS*) 24 Vdc dan 12 Vdc, motor dc sebagai penggerak miniatur *belt conveyor*, dan motor *wiper* tipe universal sebagai penggerak lengan *rejector system*. Pengoperasian simulator *rejection system* berbasis *PLC* dan *HMI* untuk pemantauan terhadap kekurangsempurnaan saat pemasangan tutup botol. Pemantauan terhadap pemasangan tutup botol dilakukan setelah proses pengisian cairan ke dalam botol selesai dilakukan. Diagram skematik untuk fungsionalisasi simulator *rejection system* berbasis *PLC* yang dilengkapi dengan *HMI*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram skematik untuk fungsionalisasi simulator *rejection system* berbasis *PLC* yang dilengkapi dengan *HMI*

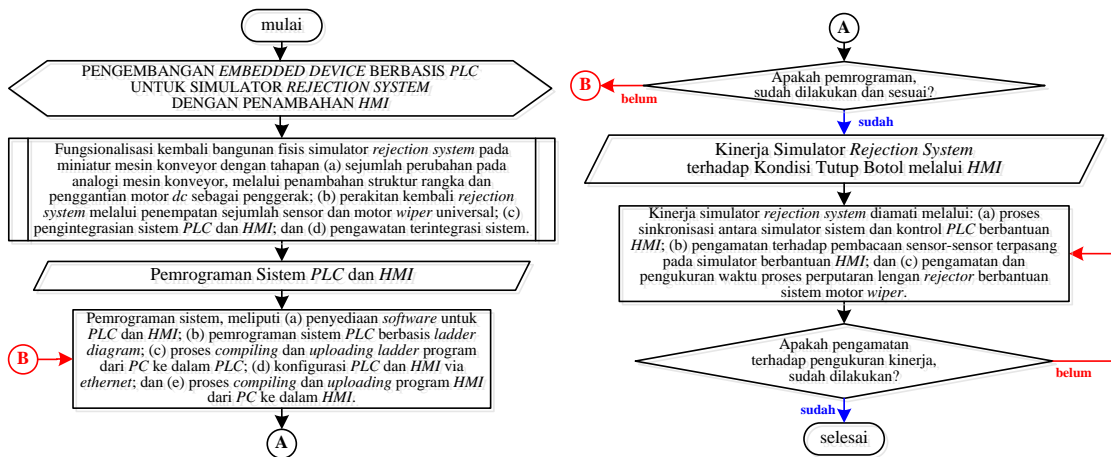
Berdasarkan Gambar 2, maka ditetapkan dapat dijelaskan, bahwa terdapat dua sasaran penelitian (1) memfungsikan kembali miniatur konveyor dan memrogram system *PLC* dan *HMI* berbasis *ladder diagram*, dilakukan melalui pembuatan *driver* baru, konfigurasi *PLC* dan *HMI* dengan masukan alamat *IP*, dan penyimpanan data ke dalam memori di *HMI* dan (2) mengukur kinerja system, melalui beberapa pengamatan, yaitu (i) saat sinkronisasi antara prototipe dan kontrol *PLC* berbantuan *HMI*, (ii) saat pembacaan sensor-sensor terpasang pada prototipe, dan (iii) saat

botol dengan tutup “kondisi baik” dimasukkan pada boks dan proses pengangkatan atau penurunan lengan *rejector* berbantuan sistem motor *wiper*.

## 2. Metode Penelitian

Untuk pencapaian sasaran penelitian, maka ditetapkan metode penelitian dengan dukungan bahan-bahan penelitian. Sejumlah perangkat keras untuk pengubahan dan pengembangan sistem pengontrol pada miniatur mesin konveyor, meliputi *PLC* Schneider TM221CE40R [3], *HMI* Schneider GXU3512 [4],

sensor *proximity* tipe induktif merek Panasonic tipe Vdc, motor *dc* sebagai penggerak miniatur *belt conveyor*, dan motor *wiper* universal sebagai penggerak lengan *rejector system*. Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir metode penelitian

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan, bahwa pada metode penelitian ini terkait dengan pencapaian dua sasaran penelitian. Fungsionalisasi kembali miniatur konveyor dan pemrograman sistem PLC dan HMI berbasis *ladder diagram* dilakukan melalui (i) penyediaan *software* untuk PLC dan HMI, (ii) pemrograman sistem PLC berbasis *ladder diagram*, (iii) proses *compiling* dan *uploading* program dari PC ke dalam PLC, (iv) konfigurasi PLC dan HMI via *ethernet*, dan (v) proses *compiling* dan *uploading* program dari PC ke dalam HMI. Kinerja simulator *rejection system* untuk pengamatan kondisi tutup botol melalui HMI diamati saat (i) sinkronisasi antara prototipe sistem dan kontrol PLC berbantuan HMI, (ii) pembacaan sensor-sensor terpasang pada prototipe, dan (iii) proses perputaran lengan *rejector* berbantuan sistem motor *wiper*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penyelesaian terhadap beberapa tahapan, yaitu (a) fungsionalisasi kembali bangunan fisis simulator *rejection system* pada miniatur mesin konveyor, (b)

pengintegrasian seluruh komponen, dan (c) pengawatan terintegrasi terhadap sistem sensor dan penggerak aktuator, juga PLC dan HMI, maka diperoleh sistem pengontrol simulator *rejection system* berbasis PLC dan HMI berbantuan miniatur mesin konveyor. Sejumlah komponen untuk pengembangan simulator *rejection system* untuk pengamatan terhadap tutup botol terdiri atas (i) motor *dc* sebagai penggerak *belt*, (ii) motor *wiper* sebagai penggerak lengan *rejector* botol, dan (iii) sejumlah sensor. Sensor-sensor *proximity* terpasang sebagai alat deteksi (i) pengoperasian konveyor ketika pendeteksian keberadaan botol pada konveyor, (ii) perbedaan kondisi tutup botol, (iii) penghitung tutup botol *rejected* dan bagus, dan (iv) penonaktifan konveyor ketika pendeteksian terhadap kondisi boks sudah terisi penuh botol dengan tutup sesuai standar. Sensor-sensor terpasang pada rangka miniatur mesin konveyor, berupa sensor *proximity* tipe induktif. Pemasangan sensor-sensor pada miniatur mesin konveyor untuk simulator *rejection system* yang telah dikembangkan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Keterangan pada gambar: #01: *Proximity Sensor* #1 untuk pengoperasian mesin konveyor, #02: *Proximity Sensor* #2 penghitung jumlah botol terdeteksi, #03: *Proximity Sensor* #3 penghitung jumlah botol *rejected*, #04: *Proximity Sensor* #4 lengan *rejector* ((posisi lengan *rejector* setelah bergerak dalam penjatuhan botol), dan #05: *Proximity Sensor* #5 pendeteksian boks kondisi penuh.

Gambar 4. Pemasangan sensor-sensor pada miniatur mesin konveyor untuk simulator *rejection system* yang telah dikembangkan

Berpedoman kepada Gambar 4, maka dilakukan penetapan alamat pada jalur (*port*) masukan dan keluaran di sistem *PLC Schneider TM221CE40R*. Pengalamatan pada jalur, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengalamatan pada jalur masukan dan keluaran #bagian (1)

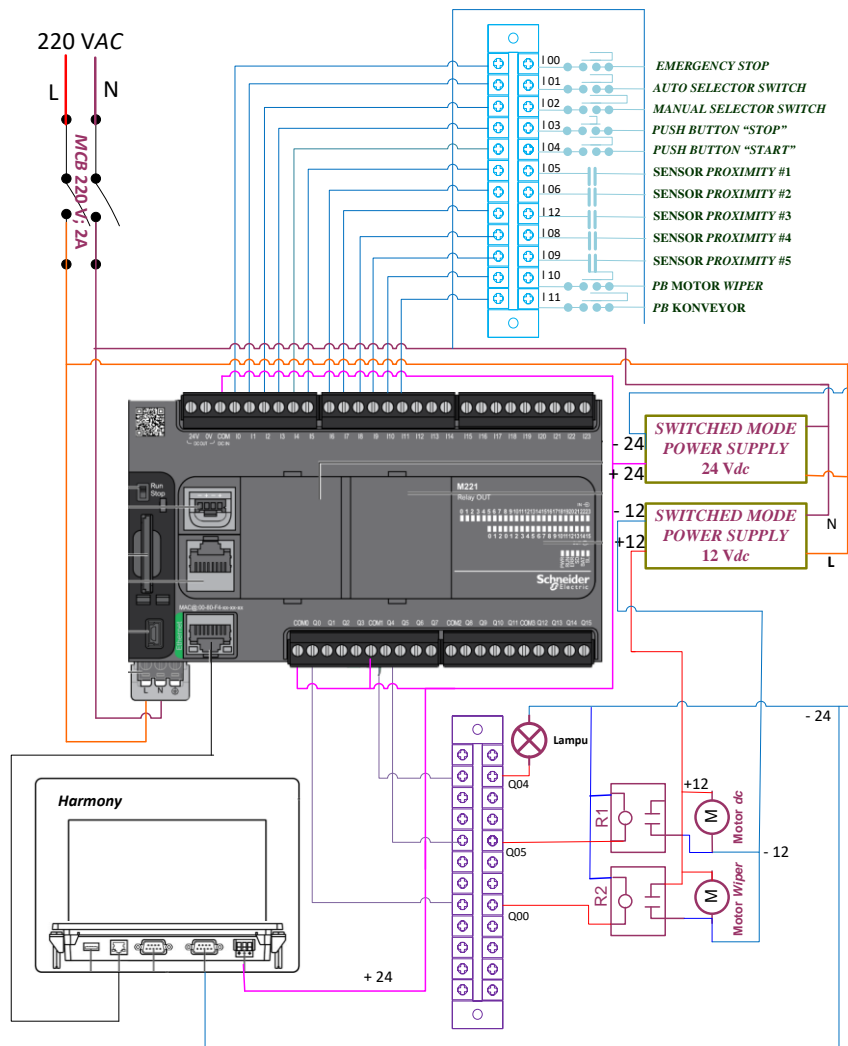
Jalur Masukan ( <i>input port</i> )		Jalur Keluaran ( <i>output port</i> )	
Alamat <i>PLC</i>	Kegunaan	Alamat <i>PLC</i>	Kegunaan
%I0.0	<i>PB</i> untuk <i>Emergency Stop</i>	%Q0.0	R2
%I0.1	<i>Auto Selector Switch</i>	%Q0.4	lampu
%I0.2	<i>Manual Selector Switch</i>	%Q0.5	R1
%I0.3	<i>PB</i> untuk “STOP”		
%I0.4	<i>PB</i> untuk “START”		
%I0.5	Sensor untuk operasi “lengan <i>rejector</i> ”		
%I0.6	Sensor untuk pengamatan kondisi “tutup botol OK”		
%I0.8	Sensor untuk pengamatan “tutup botol <i>rejected</i> ”		

#bagian (2)

Jalur Masukan ( <i>input port</i> )		Jalur Keluaran ( <i>output port</i> )	
Alamat <i>PLC</i>	Kegunaan	Alamat <i>PLC</i>	Kegunaan
%I0.9	Sensor untuk pembacaan “terdapat botol”		
%I0.10	<i>PB</i> untuk motor penggerakan “lengan <i>rejector</i> ”		
%I0.11	<i>PB</i> untuk operasi mesin konveyor		
%I0.12	Sensor untuk kondisi boks “penuh dengan botol”		

Keterangan: *PB* = *push button*

Berdasarkan Tabel 1 dapat dijelaskan, bahwa pengalamatan pada *input port* dan *output port* di *PLC* mutlak ditentukan dan ditetapkan untuk kemudahan dalam proses pengawatan dan pemrograman. Diagram pengawatan terintegrasi untuk keterhubungan *port* masukan dan keluaran sistem *PLC*, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram pengawatan terintegrasi untuk keterhubungan *port* masukan dan keluaran sistem *PLC*

### 3.1. Pemrograman Sistem PLC dan HMI

Sebelum pelaksanaan pemrograman terhadap sistem PLC dan HMI, diawali dengan penyediaan *software* dan pemasangan pada PC, dilanjutkan dengan penetapan alamat memori pada sistem PLC Schneider TM221CE40R. Aplikasi untuk pembuatan *ladder diagram*, yaitu “EcoStruxure Machine Expert-Basic”, melalui (i) pembukaan *link* pada *Google Drive* yang telah diterima, (ii) pemilihan *Eco Struxure Machine Expert-Basic*, (iii) pengunduhan *file*, dan (iv) pemasangan (*installing*) aplikasi (*software*). Aplikasi “Eco Struxure Machine Expert-Basic” disimpan dalam PC. Setelah *software* berhasil dipasang dan “Eco Struxure Machine Expert-Basic” siap untuk digunakan.

Penyediaan *software* untuk pemrograman HMI melalui pembukaan *link* hasil pengunduhan (*downloading*) dan pemasangan *software* pada PC. Setelah ketersediaan *software* “Vijeo Designer Basic”, dilakukan tahapan lanjutan berupa (a) pemrograman sistem PLC berbasis *ladder diagram*, (b) proses *compiling* dan *uploading* struktur program *ladder* dari PC ke dalam PLC, (c) konfigurasi PLC dan HMI via *ethernet*, dan (d) proses *compiling* dan *uploading* struktur program dari PC ke dalam HMI.

Pengalaman memori, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

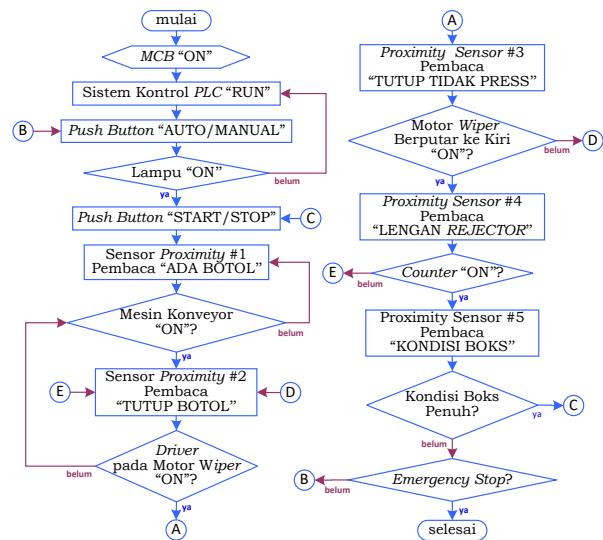
Tabel 2. Pengalaman memori

Memori PLC	Keterangan
%M0	Internal Relay untuk Emergency Stop
%M1	Internal Relay untuk Manual Push Button
%M2	Internal Relay untuk Auto Push Button
%M3	Internal Relay untuk “STOP” pada Push Button for AUTO MODE
%M4	Internal Relay untuk “START” pada Push Button for AUTO MODE
%M5	Internal Relay untuk Sensor lengan rejector
%M6	Internal Relay untuk sensor pengamatan terhadap kondisi “tutup botol OK”
%M8	Internal Relay untuk sensor pengamatan terhadap kondisi “tutup botol NG”
%M9	Internal Relay untuk sensor deteksi keberadaan botol
%M10	Internal Relay untuk Push Button operasi mesin konveyor secara “MAN”
%M11	Internal Relay untuk Push Button operasi motor penggerak “lengan rejector”
%M12	Internal Relay untuk deteksi kondisi boks “penuh dengan botol”
%M50	Operasi motor penggerak “lengan rejector” secara “MAN”
%M54	Lampu ( <i>indicator</i> )
%M55	Operasi motor penggerak mesin konveyor secara “MAN”
%M60	Operasi motor penggerak “lengan rejector” secara “AUTO”
%M65	Operasi motor penggerak mesin konveyor secara “AUTO”
%M70	Timer untuk tundaan waktu botol rejected
%M71	Timer untuk kondisi “STOP” mesin konveyor, karena ketiadaan botol terdeteksi

### %M72 Deteksi kondisi boks “penuh dengan botol”

#### #) Pemrograman sistem PLC berbasis *ladder diagram*

Setelah penyediaan dan pemasangan *software* dan penetapan alamat memori pada sistem PLC, maka dapat dilakukan proses pemrograman. Tahapan pada pemrograman PLC dilakukan melalui penentuan algoritma dan penulisan sintaks. Algoritma pemrograman dipilih dan dibuat dalam bentuk diagram alir, sedangkan penyusunan sintaks struktur program berbasis *ladder diagram*. Algoritma berbentuk diagram alir untuk pengoperasian *rejection system* berbantuan miniatur mesin konveyor pada pengamatan kondisi tutup botol, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



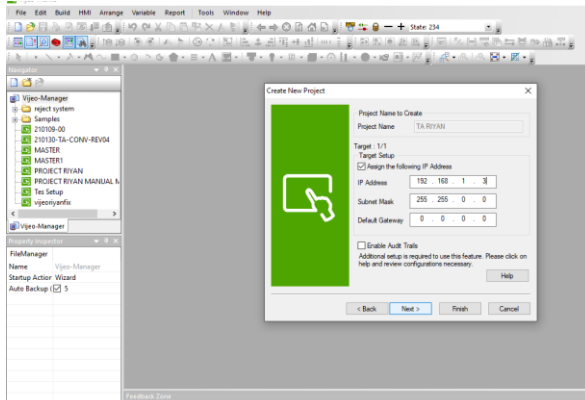
Gambar 6. Algoritma berbentuk diagram alir untuk pengoperasian *rejection system* berbantuan miniatur mesin konveyor untuk pengamatan kondisi tutup botol

#### #) Proses *compiling* dan *uploading* struktur program dari PC ke dalam PLC dan HMI dan konfigurasi PLC dan HMI via *ethernet*

Setelah diperoleh struktur *ladder diagram*, ditindaklanjuti dengan *compiling* dan *uploading* dari PC ke PLC dan HMI berbantuan konektor USB. Proses *compiling* dan *uploading* program dari PC ke PLC dilakukan dalam dua tahapan, yaitu *login to PLC* dan *transferring to the machine*, sedangkan proses *compiling* berupa “build all” dan proses *uploading* program untuk HMI dari PC ke HMI berupa “download all”. Konfigurasi PLC dan HMI dilakukan dengan bantuan kabel *Ethernet*, meliputi (i) penyetapan (*setting*) *IP address* dan (ii) *setting subnet mask*. *Subnet mask* pada PLC disamakan dengan *setting* di HMI, agar satu jaringan.

Proses *sharing variables* antara “EcoStruxure Machine Expert-Basic” dan “Vijeo Designer Basic”, meliputi (i) *link variables*, (ii) pilih *file of type SoMachnie Basic Pricject files* dan *file name* PROYEK SIMULATOR, (iii)

add new variable, (iv) update link, dan (v) pilih file kemudian update all. Tampilan proses konfigurasi HMI, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan proses konfigurasi HMI

Berdasarkan Gambar 7 ditunjukkan, bahwa angka terakhir pada IP address PLC dan HMI dibedakan, karena pembeda alamat PLC dan HMI.

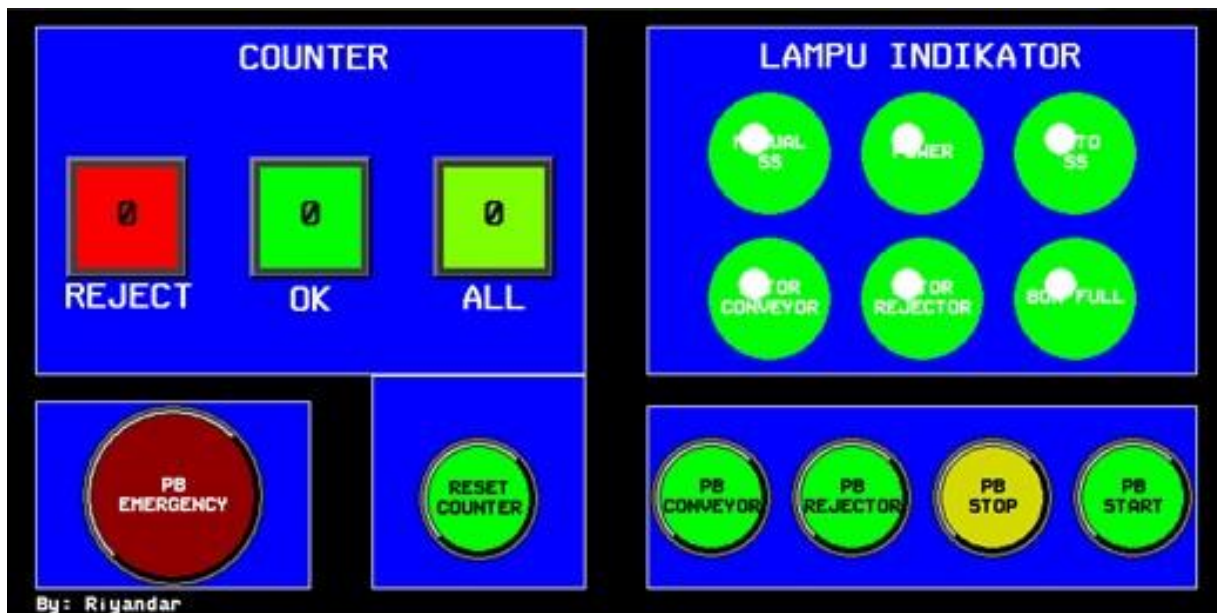
### 3.2. Kinerja Prototipe Rejection System Tutup Botol melalui HMI

Pengukuran kinerja dilakukan terhadap tiga kondisi, yaitu (a) saat sinkronisasi antara simulator sistem dan

kontrol PLC berbantuan HMI, (b) saat pengamatan terhadap pembacaan sensor-sensor terpasang pada simulator sistem berbantuan HMI, dan (c) saat pengamatan dan pengukuran waktu proses putaran lengan rejector berbantuan sistem motor wiper.

@ Sinkronisasi antara simulator sistem dan kontrol PLC berbantuan HMI

Pilihan operasi dalam dua mode, yaitu mode manual dan auto. Mode manual digunakan untuk kemudahan operator saat perawatan, pengecekan, dan penanganan saat terjadi error step. Saat mode manual diaktifkan, pengoperasian penggerak konveyor dilakukan secara manual tanpa harus dengan melibatkan sensor pembaca kondisi keberadaan botol, tanpa melibatkan tutup botol “not OK” ataupun tidak terdapat tutup botol pada belt conveyor. Saat pilihan mode auto, maka pengoperasian rejection system untuk pengamatan kondisi tutup botol pada miniatur mesin konveyor dioperasikan melalui sistem PLC dan berbantuan HMI. Layar pada HMI menjadi panel kontrol pengoperasian simulator rejector system untuk pengamatan kondisi tutup botol pada miniatur mesin konveyor. Masukan dari panel pengoperasian dan masukan dari sensor, diproses dalam program PLC, sehingga dihasilkan keluaran hasil pengontrolan yang sesuai dan tepat sasaran. Tampilan pada layar HMI, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan pada layar HMI

Berdasarkan Gambar 8 ditunjukkan, bahwa panel pengoperasian pada layar HMI, meliputi (i) push button untuk emergency stop berfungsi sebagai pemutus sistem dan pengaman saat dilakukan pengecekan dan perbaikan untuk pencegahan terjadi kecelakaan dan kerusakan part pada simulator rejection system untuk pengamatan

kondisi tutup botol pada miniatur konveyor, (ii) empat push button warna hijau, berfungsi sebagai tombol start, reset counter, dan manual mode untuk mesin konveyor dan motor wiper, (iii) satu push button warna kuning sebagai tombol stop, dan (iv) enam lampu indikator berfungsi sebagai lampu power, manual selector switch,

*auto selector switch*, motor konveyor, motor lengan *rejector*, kotak penampungan botol kondisi penuh, dan (v) *counter* untuk *all* botol, *rejected*, dan “OK”.

@ Pengamatan terhadap pembacaan sensor-sensor yang terpasang pada prototipe dengan bantuan *HMI*

Pengamatan terhadap pembacaan sensor-sensor pada saat pengoperasian dapat diamati dari cara operasi simulator berbantuan *HMI*, yaitu, a) *step* awal pengoperasian simulator, berupa (i) kepastian keberadaan sumber tegangan 220 Vac sudah siap, (ii) *MCB* dalam posisi “ON”, (iii) dipastikan sistem *PLC* dan *HMI* dalam posisi “RUN”, b) untuk pengoperasian simulator pada *auto mode* dilakukan dengan pemindahan posisi *selector switch* dua posisi yang berada di tengah panel kontrol dan lampu indikator *auto selector switch* pada layar *HMI*. Pengoperasian simulator dengan *auto mode*, diawali dengan *step* pertama posisi *selector* sudah pada posisi *auto*, lampu indikator *auto* dan lampu *power* pada layar *HMI* berwarna kuning penanda dalam kondisi “ON”, *proximity sensor #1* untuk deteksi keberadaan botol pada miniatur mesin konveyor, maka motor konveyor menjadi “ON”.

Sesaat kondisi tutup botol terdeteksi oleh *proximity sensor #1*, motor konveyor dalam waktu 2 mili detik “OFF”, maka motor *wiper* kondisi “ON” untuk berputar ke arah kiri, kemudian *counter* pada layar *HMI* “ON”, meliputi (i) *all* botol “ON” setelah terdeteksi oleh *proximity sensor #2*, (ii) *rejection* “ON” setelah terdeteksi oleh *proximity sensor #3*, (iii) keadan “OK” kondisi “ON” setelah *counter all* botol oleh *proximity sensor #2* dan *rejection* oleh *proximity sensor #3* beroperasi, maka ketika lengan *rejector* terdeteksi oleh *proximity sensor #4* lengan *rejector*, motor konveyor

berubah “ON” kembali dan botol dengan tutup “OK” sampai masuk ke dalam boks penampungan, ketika boks penampungan botol dengan status “OK” kondisi penuh terdeteksi oleh *proximity sensor #5* lampu indikator pada layar *HMI* berubah berwarna dari hijau menjadi merah, motor konveyor berhenti (“OFF”), setelah keadaan “penuh” pada tempat penampungan tidak terdeteksi oleh *proximity sensor #5*, maka motor konveyor beroperasi (“ON”) kembali.

Prinsip operasi dengan *manual model*, cukup dilakukan dengan pemindahan *selector switch* ke posisi *manual* dan lampu indikator *power*, *manual selector switch* pada layar *HMI* berubah menjadi warna kuning, tombol pada layar *HMI push button* untuk konveyor ditekan untuk motor konveyor kondisi “ON”, tombol *push button* untuk motor *wiper* ditekan untuk kondisi “ON”. Kondisi darurat, ditekan tombol *emergency stop*, maka sistem dalam kondisi “OFF”. Berdasarkan prinsip operasi simulator, diamati untuk sensor-sensor terpasang pada simulator, “apakah sudah berfungsi seperti yang sudah diprogramkan ke dalam *PLC*?”. Posisi ketika botol-botol dengan kondisi tutup “OK” terdeteksi oleh *proximity sensor #5*, maka motor konveyor berhenti beroperasi (“OFF”) dan lampu indikator untuk keadaan boks penampungan pada layar *HMI* berwarna merah, boks dirancang hanya untuk kondisi daya tampung tiga buah botol dengan kondisi tutup “OK”.

Tampilan *counter* untuk tutup botol dengan status *rejected*, “OK”, *all* botol, dan lampu indikator untuk boks “penuh” pada layar *HMI*, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan *counter* untuk tutup botol dengan status *rejected*, “OK”, *all* botol, dan lampu indikator untuk boks “penuh” pada layar *HMI*



Berdasarkan Gambar 9 dapat dijelaskan, bahwa (i) dari total lima botol terdapat dua botol dengan tutup *rejected* dan tiga botol dengan tutup “OK”, (ii) lampu indikator boks kondisi “penuh dengan botol” pada layar *HMI*, semula berwarna hijau berubah menjadi warna merah, hal itu sebagai penanda boks kondisi penuh dan sistem beroperasi pada *auto mode* ditandai dengan lampu indikator *power* dan *auto selector switch* berwarna kuning. Lampu indikator untuk boks kondisi “penuh” pada layar *HMI* berwarna merah, saat terdapat tiga botol dengan kondisi tutup botol “OK”.

@ Pengamatan dan pengukuran waktu proses putaran miniatur lengan *rejector* berbantuan sistem motor *wiper*

Pengukuran waktu proses perputaran lengan *rejector* berbantuan sistem motor *wiper*, merupakan salah satu tolok ukur suatu simulator saat beroperasi secara normal dan sesuai dengan perencanaan. Pengamatan dan pengukuran waktu proses lengan *rejector* terhadap botol pada miniatur konveyor dilakukan sebanyak tiga puluh kali. Hasil pengukuran untuk waktu operasi lengan *rejector*, baik secara manual (*manual mode*) maupun otomatis (*auto mode*), berupa waktu rata-rata. Pengamatan dan pengukuran waktu proses operasi lengan *rejector*, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengamatan dan pengukuran waktu proses operasi lengan *rejector*

ke-	Manual Mode (detik)	Auto Mode (detik)	ke-	Manual Mode (detik)	Auto Mode (detik)
1	00:01:30	00:01:30	16	00:01:25	00:01:25
2	00:01:24	00:01:28	17	00:01:28	00:01:28
3	00:01:26	00:01:23	18	00:01:27	00:01:23
4	00:01:23	00:01:23	19	00:01:26	00:01:23
5	00:01:24	00:01:29	20	00:01:26	00:01:23
6	00:01:26	00:01:26	21	00:01:24	00:01:23
7	00:01:26	00:01:28	22	00:01:24	00:01:23
8	00:01:25	00:01:25	23	00:01:28	00:01:23
9	00:01:22	00:01:25	24	00:01:23	00:01:25
10	00:01:28	00:01:28	25	00:01:27	00:01:25
11	00:01:28	00:01:28	26	00:01:26	00:01:28
12	00:01:25	00:01:23	27	00:01:25	00:01:23
13	00:01:28	00:01:23	28	00:01:25	00:01:27
14	00:01:25	00:01:23	29	00:01:23	00:01:23
15	00:01:23	00:01:28	30	00:01:23	00:01:25

Rata-rata: 00:01:25 detik (*manual*); 00:01:25 detik (*auto*)

Berdasarkan Tabel 3 ditunjukkan, bahwa waktu rata-rata operasi lengan *rejector* selama satu menit dua puluh lima detik.

Pengukuran terhadap botol dengan kondisi tutup *rejected*, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Pengukuran terhadap botol dengan kondisi tutup *rejected*

Berdasarkan Gambar 10 ditunjukkan, bahwa setelah dilakukan pengukuran terhadap kondisi botol dengan tutup *rejected*, karena kerapatan pemasangan tutup botol lebih dari 1 milimeter terhadap seratus botol, terdeteksi oleh *proximity sensor* ke #3 botol *rejected* sebanyak jumlah botol terdeteksi, sehingga diperoleh keakuratan *rejection system* untuk pengamatan kondisi tutup botol sebesar 100%.

#### 4. Kesimpulan

Berpedoman kepada hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai sasaran penelitian. Fungsionalisasi bentuk fisis simulator *rejection system* pada miniatur mesin konveyor, dipabrikasi dan dirakit kembali melalui penggantian motor *stepper* dengan motor *wiper* sebagai penggerak lengan *rejector* dan penempatan sejumlah sensor pada konveyor, sehingga

dilakukan tahapan lanjutan pengintegrasian seluruh komponen dan pengawatan pada sistem PLC dan HMI. Pemrograman untuk sistem tertanam pada simulator dilakukan dengan lima tahapan utama, yaitu (i) penyediaan *software* untuk PLC dan HMI, (ii) pemrograman terhadap PLC berbasis *ladder diagram*, (iii) proses *compiling* dan *uploading* program dari PC ke dalam PLC, (iv) konfigurasi PLC dan HMI via *ethernet*, dan (v) proses *compiling* dan *uploading* program dari PC ke dalam HMI. Kinerja simulator *rejection system* untuk pengamatan kondisi tutup botol melalui HMI diamati saat (i) sinkronisasi antara prototipe sistem dan kontrol PLC berbantuan HMI, (ii) pembacaan sensor-sensor terpasang pada prototipe, dan (iii) proses putaran miniatur lengan *rejector* berbantuan sistem motor *wiper*. Secara keseluruhan, simulator *rejection system* berbasis PLC dan berbantuan HMI pada miniatur mesin konveyor dengan sensor *proximity* dapat dijadikan acuan untuk proses simulasi terhadap implementasi sistem *rejection*, karena keakuratan untuk pengamatan sebesar seratus persen.

Gambaran pengembangan ke depan terkait dengan penelitian ini, yaitu sistem berbentuk simulator untuk pengamatan terhadap kesempurnaan pemasangan tutup botol ini dapat dikembangkan dan diintegrasikan ke sistem pada fase-fase proses sebelumnya, seperti pengisian cairan ke dalam botol dan pemasangan tutup botol, maupun fase-fase setelah *rejection system* ini, sehingga dapat diperoleh sebuah sistem terintegratif dan *user friendly* berbasis PLC dan HMI untuk sejumlah keperluan berbentuk simulator.

## Daftar Rujukan

- [1] M. Wildan, A. Goeritno, dan J. Irawan. (2021, April). Embedded Device Berbasis PLC pada Miniatur Konveyor untuk Pengoperasian Simulator Rejection System. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*. 5(2), 301-311. Tersedia di: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2994>
- [2] OMRON, *The CP1E Programmable Controller: Economical, Easy to Use, and Efficient*. Tokyo, Japan: Omron, pp. 1-48, 2013.
- [3] Schneider Electric. (2020, November). Modicon M221 Logic Controller: User Guide. Schneider Electric. City of Clute, TX. [Online]. Available: [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=EIO000000976.02.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000000976](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO000000976.02.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000000976)
- [4] Schneider Electric. (2020, September). Easy Harmony GXU User Manual. Schneider Electric. City of Clute, TX. [Online]. Available: [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=EIO0000002073.03.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000002073](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO0000002073.03.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000002073)
- [5] T.A. Kinney. (2015, December 23). Proximity Sensors Compared: Inductive, Capacitive, Photoelectric, and Ultrasonic. Machine Design website. [Online]. Available: <https://www.machinedesign.com/automation-iiot/sensors/article/21831577/proximity-sensors-compared-inductive-capacitive-photoelectric-and-ultrasonic>
- [6] I. Morishita, and M. Okumura, "Automated Visual Inspection Systems for Industrial Applications," *Measurement*, vol. 1, no. 2, pp. 59-67, 1983.
- [7] S.P. Kumar, and H.V. Ramakrishna, "Automated Bottle Cap Inspection Using Machine Vision System," *International Journal of Innovative Research in Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 131-136, 2015.
- [8] S. Sridevi, P. Karthikeyan, C.A. Prakash, A. Jaganathan, and A. Mani, "Bottle Cap Inspection Based on Machine Vision," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 4, no. 26, pp. 1-4, 2016.
- [9] Prismanto, D.T. Nugroho, Y. Ramadhani, dan T. Herdantyo, "Penerapan Programmable Logic Controller Human Machine Interface Untuk Monitoring Objek pada Konveyor," *Prosiding Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan*, 2018, [tema: 4, energy baru dan terbarukan]
- [10] W. Bolton, *Programmable Logic Controllers*, 4th ed. Burlington, MA: Elsevier Newnes, pp. 1-14, 2006.
- [11] A. Goeritno, dan S. Pratama, "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material. *Jurnal Rekayasa Elektro*, vol. 16, no. 3, hlm. 198-206, Desember 2020. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v16i3.14905>
- [12] S. Tirta, dan A. Goeritno. (2020, Desember). Simulator Berbasis PLC untuk Pengaturan Lalu-lintas Jalan Raya pada Perlintasan Jalur Kapal. *Jurnal RESTI*. [Online]. 4(6), hlm. 1007-1016. Tersedia: <https://doi.org/10.29207/resti.v4i6.2668>
- [13] H. Carlsson, B. Svensson, F. Danielsson, and B. Lennartson, "Methods for Reliable Simulation-Based PLC Code Verification," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 8, no. 2, pp. 267-278, May 2012, <http://dx.doi.org/10.1109/TII.2011.2182653>
- [14] S.Y. Dimpudus, V.C. Poekoel, dan P.D.K. Manembu. (2015). Sistem Pengemasan Botol Minuman Kemasan Berbasis Programmable Logic Controller. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*. [Online]. 4(7), hlm. 65-72. Tersedia: <https://ejournal.unsra.ac.id/index.php/elektdankom/article/view/10717/10305>
- [15] R. Pawar, and N.R. Bhasme. (2016, June). Application of PLC's for Automation of Processes in Industries. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*. [Online]. 6(6), pp. 53-59. Available: [https://www.ijera.com/papers/Vol6\\_issue6/Part%20-%203/I0606035359.pdf](https://www.ijera.com/papers/Vol6_issue6/Part%20-%203/I0606035359.pdf)
- [16] E.R. Alphonsus, and M.O. Abdullah. (2016, July). A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. [Online]. 60(C), pp. 1185-1205. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.025>
- [17] M.S. Saleh, K.G. Mohammed, Z.S. Al-sagar, and A.Z. Sameen. "Design and Implementation of PLC-Based Monitoring and Sequence Controller System," *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, vol 10, no. 02 special issue, pp. 2281-2289, 2018.
- [18] R. Langmann, and M. Stiller. (2019). The PLC as a Smart Service in Industry 4.0 Production Systems. *Applied Science*. [Online]. (3815), 1-20. Available: [https://res.mdpi.com/d\\_attachment/applsci/applsci-09-03815/article\\_deploy/applsci-09-03815-v2.pdf](https://res.mdpi.com/d_attachment/applsci/applsci-09-03815/article_deploy/applsci-09-03815-v2.pdf)
- [19] A. Goeritno, dan Y. Herutama, "Sistem Elektronis Berbantuan PC untuk Pemantauan Kondisi Pasokan Daya Listrik," *Jurnal Rekayasa Elektro*, vol. 14, no. 2, hlm. 96-104, 2018. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i2.10904>
- [20] A. Goeritno, dan I. Mustofa. (2017, Juni). Minimum System Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Pemantauan dan Tampilan Kondisi Instalasi Kelistrikan Otobis, *Jurnal Ilmiah SETRUM*. [Online]. 6(1), hlm.55-67. Tersedia: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/1721/2122>
- [21] A. Goeritno, S.F. Ginting, dan R. Yatim. (2017, Juli 25). Pengoperasian Beban Listrik Fase Tunggal Terkendali melalui Minimum System Berbasis Mikrokontroler dan Sensor Voice Recognition (VR). SNATIF ke-4 tahun 2017 FT UMK. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1244/862>
- [22] A. Goeritno, Sopyandi, dan R. Yatim. (2017, Juli 25). Beban-beban Listrik Terkontrol melalui Minimum System Berbasis

- Payload Data Handling Berbantuan Mikrokontroler. SNATIF ke-4 tahun 2017 FT UMK. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1270/882>
- [23] M.Y. Afandi, A. Goeritno, dan R. Yatim (2017, Juli 25). Minimum System Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Berbantuan Sensor Passive Infrared Receiver dan Fingerprint Untuk Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Roda Empat atau Lebih. SNATIF ke-4 tahun 2017 FT UMK. [Online]. Tersedia: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1264/879>
- [24] M.T. Sholehati, dan A. Goeritno, "Sistem Minimum Berbasis Mikrokontroler ATmega2560 sebagai Sistem Pengamanan pada Analogi Lemari Penyimpanan Brankas," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 3, hlm. 158-166, Desember 2018. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i3.11649>
- [25] A. Goeritno, dan M.Y. Afandi, "Modul Elektronika Berbasis Mikrokontroler sebagai Sistem Pengamanan pada Mobil Terintegrasi dengan Engine Immobilizer," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 15, no. 2, hlm. 75-84, Agustus 2019. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v15i2.12872>
- [26] A.E.K. Pramuko, S. Asura, A. Goeritno, dan Ritzkal. (2017, Feb. 4). Pengkondisian Suhu Ruangan Berbantuan Sensor LM35 dan Passive Infrared (PIR) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi di Industri (SENIATI) 2017 ITN Malang. [Online]. Tersedia: <http://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/766>
- [27] A. Goeritno, S. Asyura, Ritzkal, A.E.K. Pramuko, B.A. Prakoso, "Minimum System Berbasis Mikrokontroler Berbantuan Sensor Passive Infrared (PIR) dan Sensor Suhu LM35 Untuk Pengkondisian Suhu pada Analogi Ruangan," di *SNMI-VIII UBL*, Jakarta Barat, JK, 22 April 2017, hlm. (ICT) 281-293.
- [28] F. Hendrian, Ritzkal, dan A. Goeritno, "Penggunaan Protokol Internet untuk Sistem Pemantauan pada Analogi Instalasi Listrik Fase-3 Berbantuan Mikrokontroler Arduino UNO R3 Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android," di *Prosiding SNRT ke-2 FST-UPH*, Tangerang, BT, 17-18 Mei 2017, hlm. (II) 103-110.
- [29] A. Goeritno, F. Hendrian, dan Ritzkal. (2017, Juli 25). "Lampu Pijar pada Analogi Instalasi Listrik Fase-Tiga Terkendali melalui Smartphone Berbasis Android Terhubung Internet Berbantuan Mikrokontroler," di *Prosiding SNATIF ke-4*, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus. [Online]. Tersedia: <http://jurnal.umk.ac.id/index.php/SNA/article/view/1243/861>
- [30] I. Setyawibawa, dan A. Goeritno. (2019, April). Communication Interface Adapter Berbasis Mikrokontroler Arduino Terkendali Sinyal Dual Tone Multi Frequency, *Jurnal ELKHA (Jurnal Teknik Elektro)*. [Online]. 11(1), hlm.19-26, 2019. <http://dx.doi.org/10.26418/elkha.v11i1.30374>
- [31] A. Goeritno, F. Hendrian, dan Ritzkal. (2019, Desember). Pengendalian Lampu Pijar pada Analogi Instalasi Listrik Fase-Tiga melalui Smartphone Berbasis Android Berbantuan Jaringan Wi-Fi. *Jurnal Ilmiah SETRUM*. [Online]. 8(2), hlm. 274-286. Tersedia: [https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/6977/pdf\\_62](https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/6977/pdf_62)
- [32] A.F. Nasyarudin, Ritzkal, dan A. Goeritno. (2020, October). Prototipe Perangkat untuk Pemantauan dan Pengendalian Berbasis Web Diiintegrasikan ke Smarthome System, Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations Systems (IJEIS). [Online]. 10(2), hlm. 167-178. <https://doi.org/10.22146/ijeis.58316>
- [33] L. Hardian, dan A. Goeritno. (2021, Februari). Pabrikasi Unit Kontrol Berbasis Web pada Smarthome System untuk Pengoperasian Pintu Gerbang. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*. [Online]. 5(1), hlm. 163-173. Tersedia: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2879>
- [34] S. Suhendri, dan A. Goeritno, "Pemantauan Energi Listrik pada Satu kWh-meter Fase Tunggal untuk Empat Kelompok Beban Berbasis Metode Payload Data Handling," *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol. 14, no. 3, hlm. 189-197, Desember 2018. <http://dx.doi.org/10.17529/jre.v14i3.11952>
- [35] D. Suhartono, dan A. Goeritno. (2019, April). Prototipe Sistem Berbasis Mikrokontroler untuk Pengkondisian Suhu pada Analogi Panel dengan Analogi Sistem Air Conditioning, *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*. [Online]. 13(1), hlm. 22-30. Tersedia: <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eccis/article/download/554/345>
- [36] D. Darussalam, dan A. Goeritno. (2021, April). Pemanfaatan RFID, Loadcell, dan Sensor Infrared Untuk Miniatur Penukaran Botol Plastik Bekas. *Jurnal RESTI*. [Online]. 5(2), hlm. 281-291. Tersedia: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3048>
- [37] F.G. Airlangga, A. Triwiyatno, dan Sumardi. (2017, Maret). Perancangan Sistem Automasi pada Pengemasan Susu Dalam Botol dengan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1E terhadap Purwarupa Filling Bottle and Capping Machine. *Transient*. [Online]. 6(1), hlm. 103-109. Tersedia: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/download/17069/16354>