

MODUL SISTEM KONTROL INDUSTRI MENGGUNAKAN PLC

Ratnanto Fitriadi^{1*}, Ahmad Kholid Al Ghofari², Gancang Bayu Kuncoro³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan, Surakarta.

*Email: ratnanto_fitriadi@ums.ac.id

Abstrak

Di industri manufaktur, sistem kontrol dan otomasi mengambil peran penting karena sekuensial dan urutan proses dari setiap stasiun kerja akan teratur. PLC (Programmable Logic Controller) berfungsi menggantikan relay yang jumlahnya sangat banyak apabila diterapkan dalam suatu sistem kontrol otomasi di manufaktur. Penelitian ini ingin menyiapkan piranti pendukung untuk pengenalan sistem kontrol industri menggunakan PLC berupa modul pembelajaran di laboratorium yang bisa mewakili kasus-kasus manufaktur. Diawali dengan identifikasi model, penelitian ini melakukan observasi dan tinjauan pustaka berupa pengamatan langsung di industri, internet (terutama video), referensi dari buku dan jurnal untuk dasar pembuatan model. Setelah mendapatkan gambaran sistem kontrol yang ada di industri selanjutnya dibuat model untuk modul pembelajaran. Pemodelan sistem kontrol industri dengan mendeskripsikan proses dan sekuensial sistem kontrol, pengelompokan dan penyederhanaan, serta membuat diagramnya. Dilanjutkan dengan uji validasi dan verifikasi model terhadap sistem apakah sudah merepresentasikan kondisi riil sistem dan kebutuhan pembelajaran di laboratorium. Langkah berikutnya adalah pembuatan diagram ladder dari setiap model yang menjelaskan urutan proses dan logika sistem kontrol, berikutnya dilakukan simulasi ke PLC kit LG Glofa dengan program GEMWIN 4.17. Dari hasil penelitian didapatkan lima model yang merepresentasikan sistem kontrol industri yaitu model proses produksi (assembly), proses pengepakan, proses pengendalian kualitas, proses kontrol pada sistem gudang, dan sistem transportasi. Analisa input-proses-output memverifikasi model, program dan simulasi sudah berjalan sebagaimana mestinya, selanjutnya modul pembelajaran juga disertakan berikut tambahan usulan peripheral devices untuk melengkapi visualisasi dari simulasi program. Diantaranya satu unit konveyor lagi dengan proximity switch, counter, sensor capacitive, motor dan pendorong (saat ini di laboratorium sudah tersedia dua unit konveyor, dan PLC kit LG Glofa).

Kata Kunci: sistem kontrol, PLC, modul laboratorium

1. PENDAHULUAN

Untuk menjadi industri yang kompeten dan bisa *survive* ada beberapa upaya yang dilakukan untuk mencapai efisiensi dan produktivitas yang tinggi. Terkait hal tersebut ternyata ada banyak aspek yang berpengaruh, diantaranya adalah perbaikan dari sisi input, proses dan output. Sistem kontrol merupakan proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (*variabel* atau *parameter*) sehingga berada pada suatu harga atau *range* tertentu. Penelitian - penelitian lain diantaranya adalah Sugijono (2012) yang menyebutkan bahwa proses pemisahan produk cacat yang dilakukan secara manual yaitu oleh pekerja biasanya sering terjadi kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusiawi, hal ini bisa dieliminir dengan menggunakan program penggeser (program *shifter*) yang terdapat pada PLC. Guo Liping (2009) menggunakan PLC sebagai basis *design project* yang ternyata sangat mengasah kreatifitas dan kemampuan siswa dalam *practical problem solving skill*, banyak kasus pembelajaran seperti pengisian tangki, mengontrol gerakan konveyor dan lainnya

Penerapan sistem kontrol menggunakan PLC diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses diantaranya dengan memperlancar sekuensial/urutan proses dan tanpa melakukan kesalahan yang berakibat berulangnya proses atau munculnya kecacatan. Sistem kontrol membantu operator untuk melakukan proses operasi dengan benar dan efisien, untuk mengakomodasi kompleksitas sistem kontrol yang terkadang sangat banyak maka PLC (*Programmable Logic Controller*) menjadi salah satu solusinya.

Beberapa kelebihan PLC pada sistem kontrol menurut Agfianto,2007 diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Dibandingkan dengan system kontrol proses konvensional, jumlah kabel yang dibutuhkan bias berkurang 80%.
2. PLC mengkonsumsi daya lebih rendah dibandingkan dengan system kontrol proses konvensional (berbasis relay).
3. Fungsi diagnostic pada sebuah kontrol PLC membolehkan pendeteksian kesalahan yang mudah dan cepat.
4. Perubahan pada urutan operasional atau proses (aplikasi) dapat dilakukan dengan mudah, hanya dengan melakukan perubahan atau penggantian program, baik melalui terminal konsol maupun komputer PC.
5. Tidak membutuhkan *spare part* yang banyak.
6. Lebih murah dibandingkan dengan system konvensional, khususnya dalam kasus penggunaan instrument I/O yang cukup banyak dan fungsi operasional prosesnya cukup kompleks.
7. Ketahanan PLC jauh lebih baik dibandingkan dengan relai auto-mekanik.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kolaboratif yang melibatkan beberapa dosen dan mahasiswa (asisten laboratorium Teknik Industri). Hal ini sebagai upaya untuk mengoptimalkan peralatan laboratorium, menghidupkan atmosfer akademik yang lebih baik terutama mengaktifkan kelompok studi mahasiswa yang berminat di bidang otomasi.

Dalam penelitian ini ada empat fase yaitu identifikasi awal untuk merumuskan masalah dan menentukan tujuan penelitian dengan melihat latar belakang yang ada, identifikasi model untuk melakukan observasi awal serta studi literatur dan tinjauan pustaka sebagai pengayaan bahan penelitian, fase pembuatan model untuk memvalidasi model apakah sudah mewakili kasus industri riil serta memodelkan dan mensimulasikan dalam program yang ada di PLC laboratorium, fase pembuatan modul pembelajaran sebagai salah satu output penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

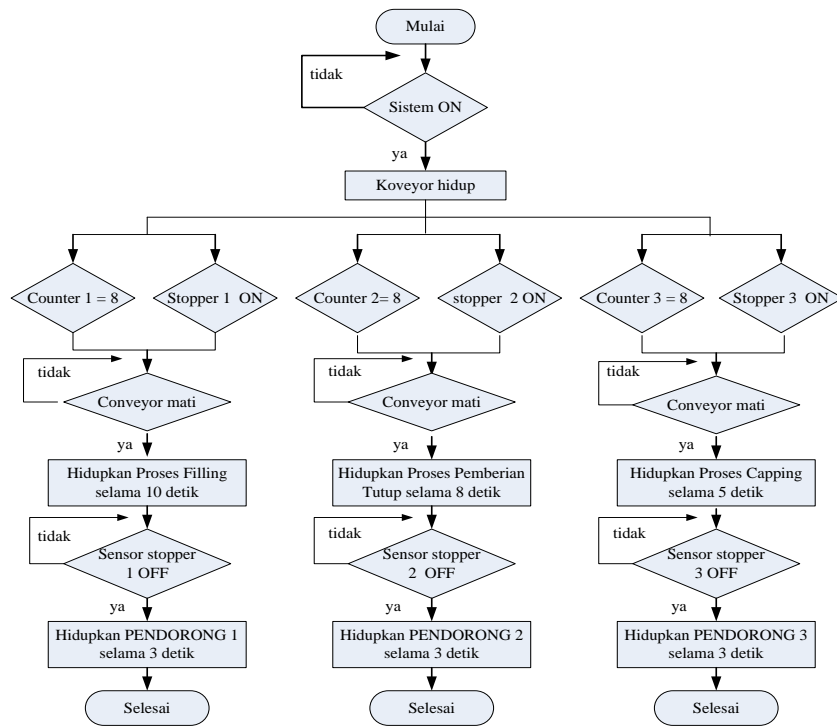
3.1 Identifikasi Model

Tabel 1 Identifikasi Model

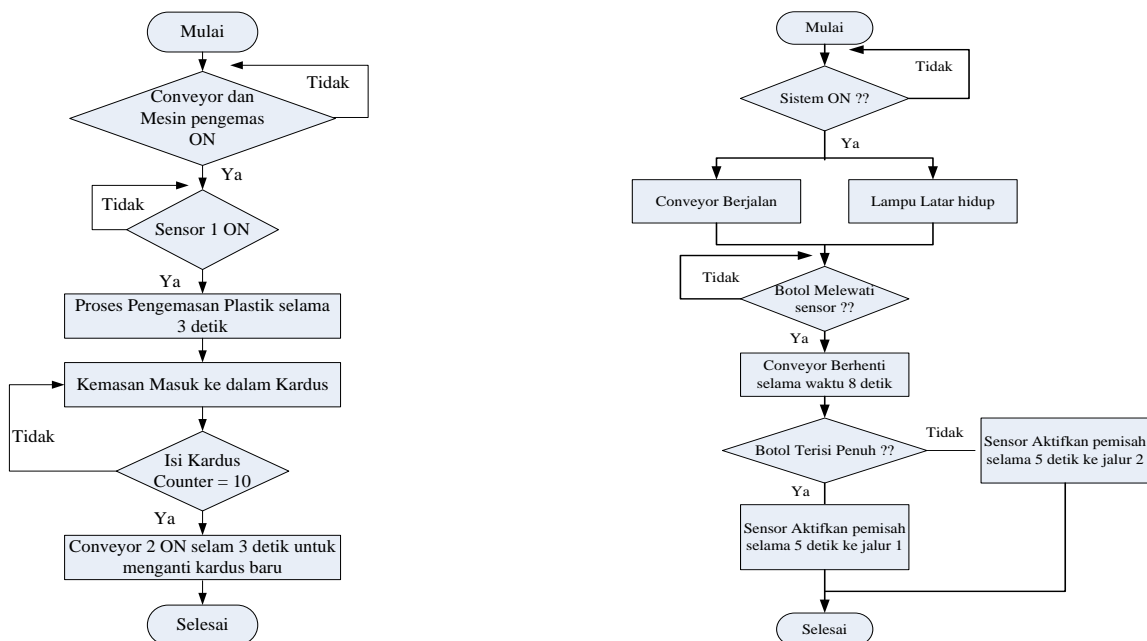
No	Kategori	Sistem Kontrol		Model
1	Proses Produksi (PP)	A1	Aplikasi PLC proses pengisian dan penyegelan air minum kemasan	<i>Filling and capping process</i>
		A2	Aplikasi Mesin Minuman Kaleng Menggunakan PLC	
2	Pengepakan (PC)	B1	Aplikasi PLC pada Sistem Otomasi Pengemasan Cat	Pengepakan makanan kemasan plastik
		B2	Proses pengepakan menggunakan sistem PLC	
		B3	Aplikasi Proses Pengepakan Botol secara otomatis	
3	Pengendalian kualitas (QC)	C1	Pemisahan Produk Cacat	<i>Quality Control water level</i>
		C2	Sistem kontrol pemilihan produk berbentuk kotak	
4	Kontrol (CL)	D1	Aplikasi PLC pada sistem kontrol tangki	Pintu Gudang otomatis
		D2	Aplikasi PLC Pengendali Ketinggian Minyak Pelumas	
		D3	Aplikasi Control Pintu Gudang	
5	Transportasi (TP)	E1	Pengendalian Gerak Lift menggunakan PLC	<i>Traffic Lamp T-Junction</i>
		E2	Sistem Trafic Light menggunakan sistem kontrol PLC	
		E3	Eskalator Otomatis (Eskalator with Automatic Operation Function)	

Identifikasi Model adalah proses pengamatan mengenai objek yang akan diteliti yaitu sistem kontrol aplikasi PLC yang diterapkan di industri manufaktur yang diklasifikasikan sesuai dengan kategori sistem kontrol. Tahap ini sebagai dasar klasifikasi atau pengelompokan untuk pembuatan model dan simulasi sistem kontrol dengan pengumpulan data dan informasi lewat observasi secara tidak langsung pada obyek penelitian dan pengambilan referensi. Menghasilkan 5 kategori identifikasi model sebagai dasar untuk proses pembuatan model dan sistem kontrol yang ditunjukkan pada tabel 2.

3.2 Pemodelan Sistem Kontrol Otomatis

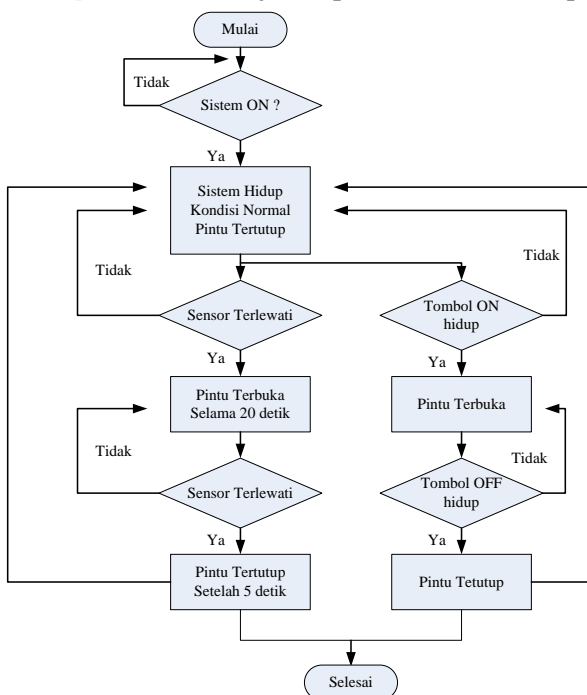


Gambar 1 Flowchart Filling And Capping Process



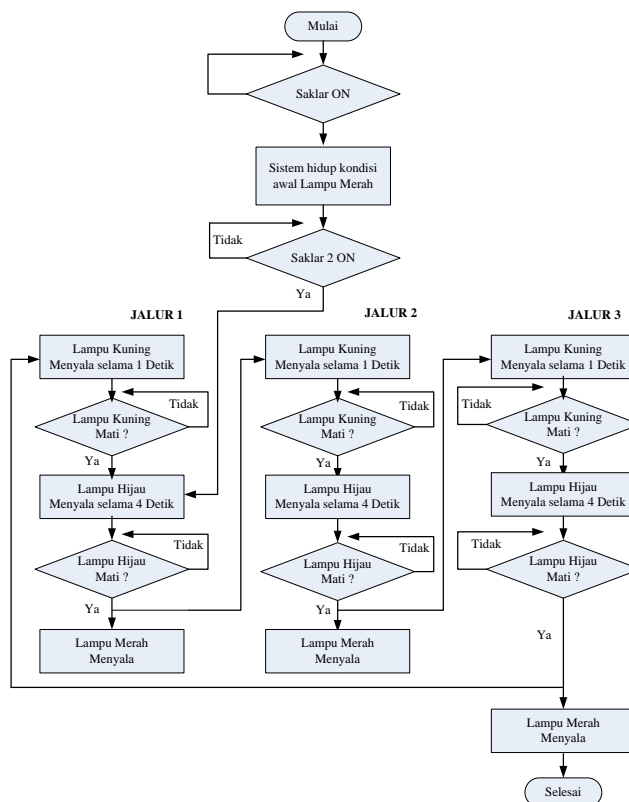
Gambar 2. Flowchart Pengemasan makanan Kemasan plastik

Dari identifikasi model dihasilkan 5 buah dari masing masing kategori model simulasi yang akan dirancang, antara lain :*Production Process, Packaging, Quality Control Produksi, Control, Transportation.*Ditunjukkan pada Gambar 1 sampai 5.



Gambar 4. Flowchart Proses Pintu Gudang Otomatis

Gambar 3. Proses Quality Control WaterLevel



Gambar 5. Flowchart Proses Traffic Lamp T-Junction

3.3 Validasi dan Verifikasi model

Pemodelan sistem akan dilakukan tahap validasi dan verifikasi model untuk mengetahui apakah konsep dan model sesuai. Validasi adalah proses menentukan apakah model simulasi merefleksikan model konseptual dengan tepat, dan verifikasi adalah menentukan apakah konsep merefleksikan model dengan tepat. Pada tahap ini akan dilakukan validasi dan verifikasi model dengan cara komparasi (*comparasion*). Hasil ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut:

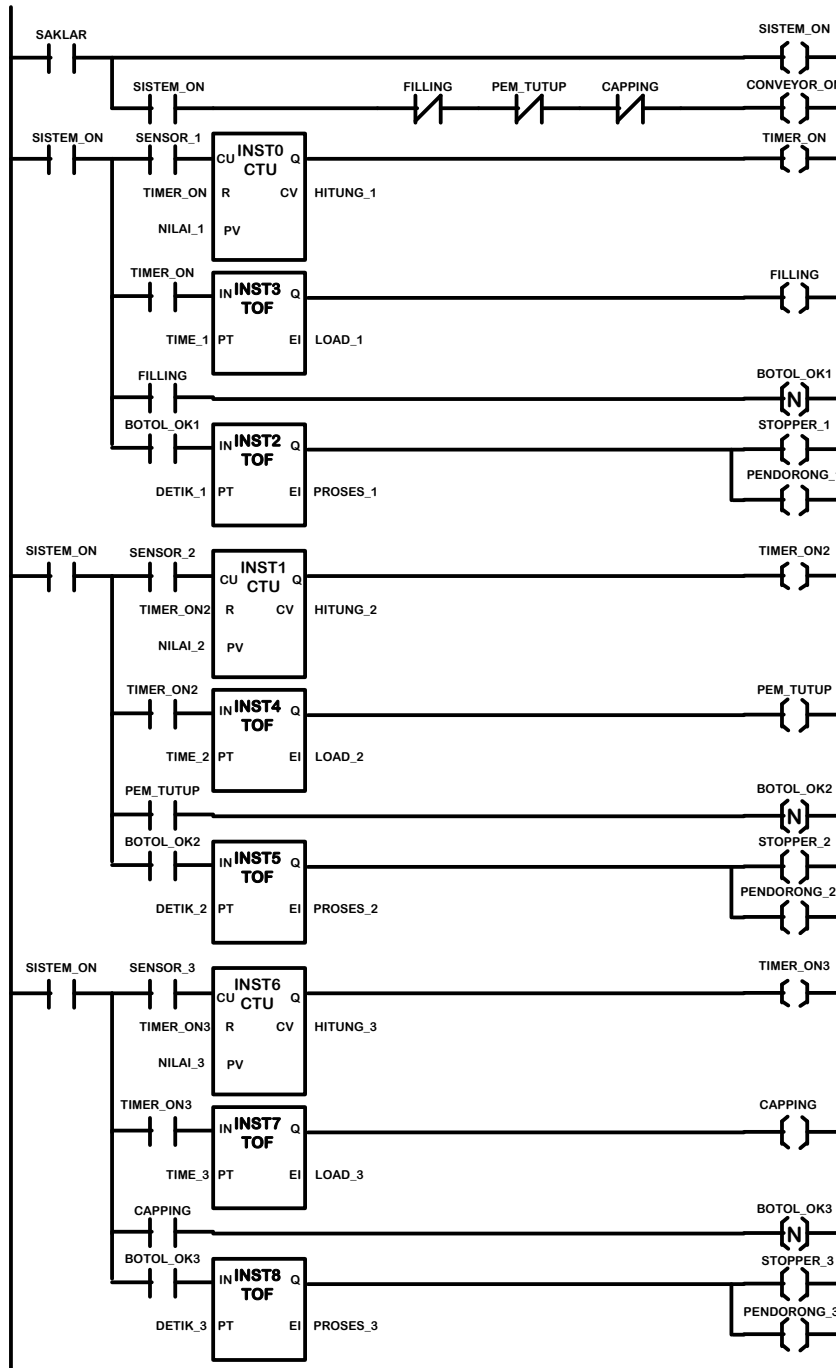
Tabel 2. Validasi dan Verifikasi Model

Model	Validasi Model						Hasil	Verifikasi Model						
	Sistem nyata			Konsep				Sistem nyata			Konsep			Hasil
	I	O	P	I	O	P		I	O	P	I	O	P	
Produksi	3	4	14	3	4	14	Valid	3	4	14	3	4	14	Passed
Pengepakan	3	3	4	3	3	4	Valid	3	3	4	3	3	4	Passed
Pengendalian Kualitas	4	3	6	4	3	6	Valid	4	3	6	4	3	6	Passed
Kontrol	4	3	6	4	3	6	Valid	4	3	6	4	3	6	Passed
Transportasi	2	1	8	2	1	8	Valid	2	1	8	2	1	8	Passed

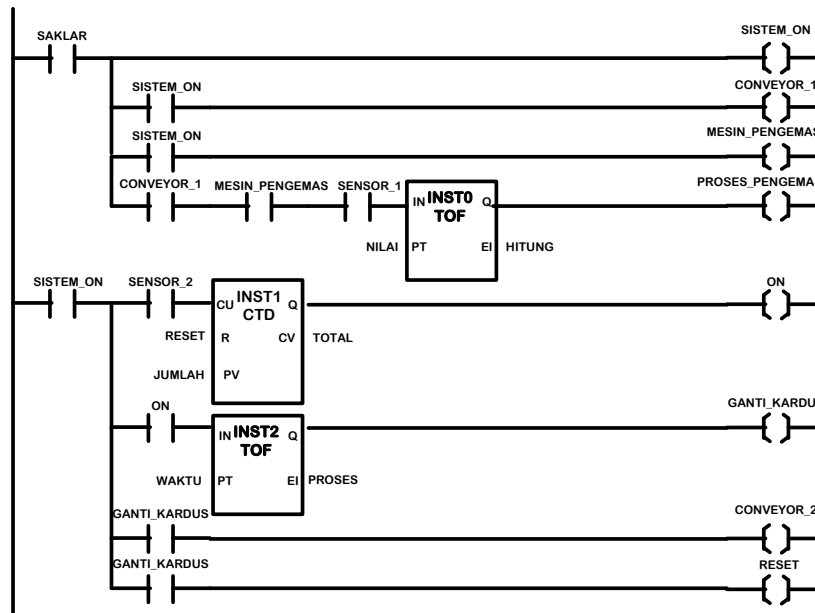
Hasil diatas menunjukan input (I), Output(O), dan proses (P) telah sesuai dan merefleksikan model masing masing sehingga telah melewati uji validasi dan verivikasi model.

3.4 Pembuatan dan simulasi program

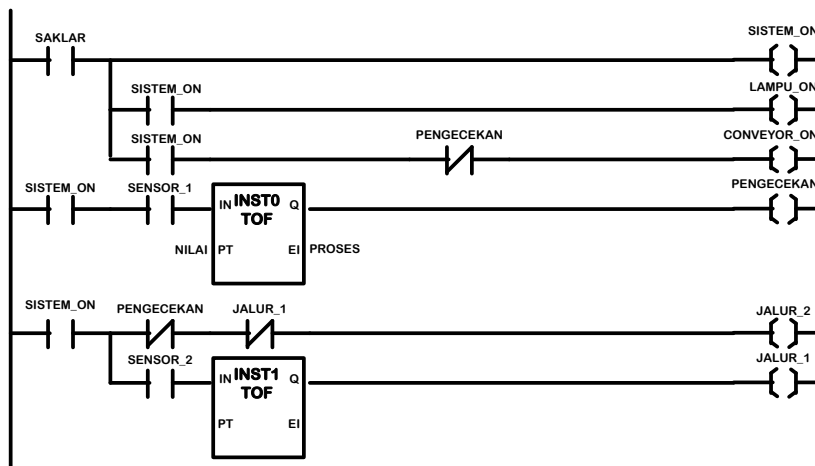
Pembuatan program dan masing masing model yaitu proses produksi, proses pengepakan, proses pengendalian kualitas, proses kontrol, dan proses transportasi simulasi ditunjukkan dengan diagram ladder pada gambar 6 sampai 9.



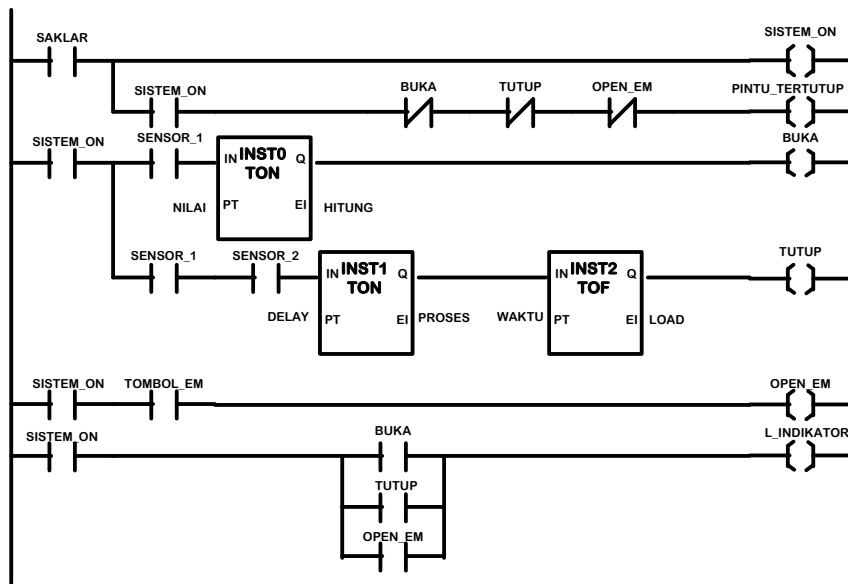
Gambar 6. Diagram Ladder simulasi proses produksi



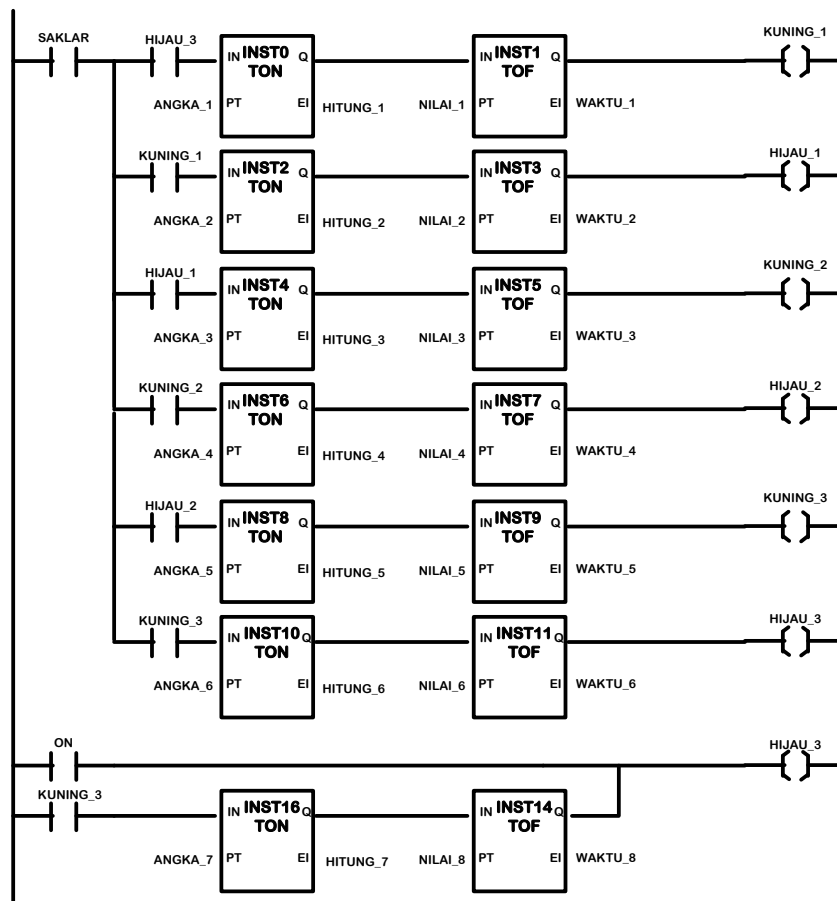
Gambar 7. Diagram Ladder simulasi proses pengepakan



Gambar 8. Diagram Ladder proses pengendalian kualitas



Gambar 11 Diagram Ladder proses kontrol



Gambar 9. Diagram Ladder proses transportasi

3.5 Analisa

Pada tahap analisa menunjukkan hasil dari sistem kontrol yang telah dirancang, dan dianalisa rekapitulasi kebutuhan alat dari hasil input dan output dari model sistem kontrol. Ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Analisa kebutuhan Model

Model Produksi			
Kode	Alat	Kode	Alat
1	Counter 1	8	Kontrol Pendorong 2
2	Counter 2	9	Kontrol Pendorong 3
3	Counter 3	10	Mesin Filling
4	Kontrol Stopper 1	11	Mesin Pemberi tutup
5	Kontrol Stopper 2	12	Mesin Capping
6	Kontrol Stopper 3	13	1 set Box
7	Kontrol Pendorong 1	14	1 set Conveyor
Model Pengemasan			
Kode	Alat	Kode	Alat
1	Sensor	5	Stand dropper
2	Counter	6	Conveyor 1
3	Box/ Kardus	7	Conveyor 2
4	1 set Mesin pengemas		
Model Pengendalian kualitas			
Kode	Alat	Kode	Alat
1	Lampu Penerang	5	Botol
2	Sensor 1	6	Kontrol Pemisah
3	Sensor 2	7	Papan Background sensor
4	Plat Jalur Produk	8	1 set Conveyor
Model Kontrol			
Kode	Alat	Kode	Alat
1	Sensor Ultrasonik	5	Buzzer
2	Sensor fotoelektrik 1	6	Push Button On/off
3	Sensor fotoelektrik 2	7	1 set Motor pintu
4	Lampu indikator		
Model Transportasi			
Kode	Alat	Kode	Alat
1	1 set <i>Traffic Lamp</i> Jalur 1*	4	Papan
2	1 set <i>Traffic Lamp</i> Jalur 2*	5	1 set Kontrol Box
3	1 set <i>Traffic Lamp</i> Jalur 3*	*) Lampu Merah, kuning, hijau	

3.6 Pembuatan Modul

Modul pembelajaran PLC yang dihasilkan berjumlah 5 modul yaitu:

- Modul pembelajaran proses produksi “*Filling And Capping Process*”.
- Modul pembelajaran proses pengemasan “Pengepakan makanan kemasan plastik”.
- Modul pembelajaran proses pengendalian kualitas “*Quality Control Water Level*”.
- Modul pembelajaran proses kontrol “Pintu Gudang Otomatis”.
- Modul pembelajaran proses transportasi “*Traffic Lamp T-Junction*”

Dari masing-masing modul pembelajaran sistem kontrol yang berisi tentang pengenalan PLC, pengoprasian software GMWIN 4.17 beserta dasar penggunaan, dan cara kerja dari masing-masing model sistem kontrol yang dirancang.

4. KESIMPULAN

- Terdapat 5 identifikasi kategori aplikasi PLC yang mewakili sistem kontrol pada industri manufaktur antara lain:
 - Sistem kontrol proses produksi
 - Sistem kontrol proses pengemasan
 - Sistem kontrol proses pengendalian kualitas

- d. Sistem kontrol pengendalian
- e. Sistem kontrol transportasi.
2. Pemodelan sistem kontrol otomatis terdapat rancangan model yang dihasilkan berdasarkan identifikasi model sistem kontrol industri manufaktur yaitu: *filling and capping process* (proses produksi), Pengepakan makanan kemasan plastik (proses pengepakan), Quality control water level (proses pengendalian kualitas), Pintu gudang otomatis (Proses pengendalian kontrol), dan “*Traffic Lamp T-Junction*” yang telah telah diuji validasi dan verifikasi model dengan cara komparisasi sistem kontrol nyata pada industri manufaktur.
3. Modul pembelajaran PLC yang dihasilkan berjumlah 5 modul pembelajaran dari masing-masing sistem kontrol yang berisi tentang pengenalan PLC, pengoprasian software GMWIN 4.17 beserta dasar penggunaan, dan cara kerja dari masing-masing model sistem kontrol yang dirancang.

5. SARAN

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan modul yang telah dirancang dapat direalisasikan dengan membuat prototip simulasi kontrol sehingga dapat mempermudah proses pembelajaran dan dapat menambah pengetahuan mengenai sistem kontrol.
2. Dapat dilakukan pembuatan modul-modul selanjutnya secara kontinyu sehingga dapat terus meng-update sistem kontrol pada industri manufaktur yang semakin canggih.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Industri khususnya kepada asisten otomasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto, Eko Putra 2007, PLC Konsep, Pemograman dan Aplikasi, Yogyakarta, Gramedia.
- Guo, Liping. 2009. *Design Projects in a Programmable Logic Controller (PLC) Course in Electrical Engineering Technology, Technology Interface Journal/Fall 2009*, Volume 10 No. 1, USA Department of Technology Northern Illinois University.
- Iwan, Setiawan, 2006, Programmable Logic Controller Dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol, Yogyakarta, Andi Offset.
- Sugiyono. 2012. Pemisahan Produk Cacat Menggunakan PLC Schneider Twido TWD20DTK, Jurnal Teknik Elektro Terapan, Vol. 1 No. 1 April 2012 : 28-33, Semarang, Politeknik Negeri Semarang.
- Thomas, J Kakiay 2004, Pengantar Sistem Simulasi, Yogyakarta, Andi Offset.