

## **APLIKASI PLC SCHNEIDER PADA MESIN PENGEPAKAN TELUR**

**Budiyanto Darmadi<sup>1)</sup>, Agung Prayitno<sup>2)</sup>**

Jurusan Teknik Elektro / Fakultas Teknik<sup>1,2)</sup>

budiyanto\_d@ymail.com<sup>1)</sup>

Prayitno\_agung@staff.ubaya.ac.id<sup>2)</sup>

**Abstrak** -Dalam industri telur, pengepakan menjadi poin utama sehingga dibutuhkan pengepakan yang cepat dan tepat. Dalam Tugas Akhir ini, penulis mengaplikasikan SR3B261FU *Smart Relay* pada *plant* mesin pengepakan telur sehingga mesin tersebut dapat melakukan pengepakan telur secara otomatis. Pembuatan mesin pengepakan telur otomatis meliputi perancangan mekanik, perancangan *hardware* dan perancangan perangkat lunak. Perancangan mekanik menjelaskan mengenai sistem utama yang digunakan pada mesin pengepakan telur. Perancangan *hardware* menjelaskan mengenai *sensor* dan *motor* yang digunakan pada mesin pengepakan telur. Perancangan perangkat lunak menjelaskan mengenai desain algoritma serta penerapan algoritma pada *Ladder Diagram* dan *Function Block Diagram*. Hasil pengujian mesin pengepakan telur ini belum menghasilkan performansi yang memuaskan. Performansi yang kurang memuaskan ini disebabkan adanya beberapa kesalahan pemilihan bahan yang tidak sesuai serta kesalahan dalam desain *hardware* dan mekanik. Terlepas dari kurangnya performansi mesin pengepakan telur tersebut, penulis dapat memperoleh pengalaman dan informasi untuk menyempurnakan mesin pengepakan telur tersebut dari segi mekanik maupun hardware. Selain penyempurnaan mekanik dan hardware, penulis juga mempelajari perbedaan, kapabilitas, keunggulan dan kelemahan dari *Ladder Diagram* maupun *Function Block Diagram*.

**Kata Kunci** -*PLC Schneider, Ladder Diagram, Function Block Diagram*

### **PENDAHULUAN**

Perdagangan kini menjadi tiang utama perekonomian. Untuk menjaga perekonomian dan perdagangan yang stabil, diperlukan sistem pengadaan barang yang stabil. Untuk mencapai sistem pengadaan barang yang stabil, dibutuhkan sistem produksi, pengepakan, dan distribusi mampu mencapai keseimbangan. Dalam ketiga sistem tersebut, tenaga kerja manusia merupakan sumber daya yang paling banyak digunakan. Hal inilah yang kemudian menjadi kendala dalam menciptakan sistem perdagangan yang stabil, karena sumber daya manusia sulit untuk dioptimalisasi.

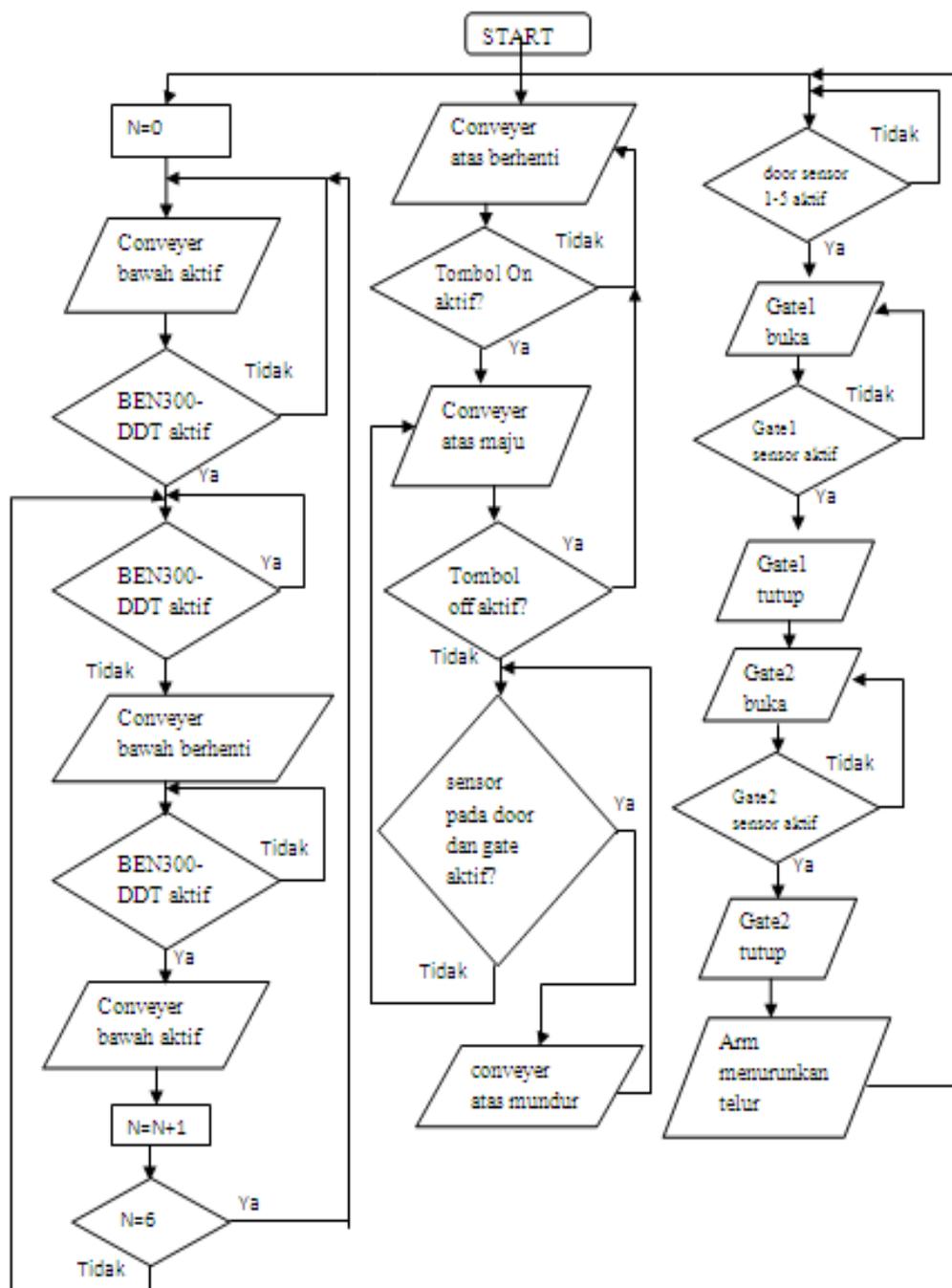
Penyebab rendahnya optimalisasi dalam penggunaan tenaga kerja manusia dalam sektor industri adalah karena rendahnya stabilitas dan terlalu banyaknya variabel yang mempengaruhi hasil kerja seperti kesehatan, faktor emosional, dan kesejahteraan. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sebuah sistem yang memiliki stabilitas, konstan, dan mudah dikontrol. Sistem tersebut dapat direalisasikan dengan otomasi mesin industri, dimana komponen manusia sebagai penggerak dan kontrol, digantikan oleh mesin otomatis. Mesin otomatis umumnya dikontrol dengan menggunakan *PLC (Programmable Logic Control)*. *PLC* banyak dipilih karena mudah di-program, murah dan handal.

Kebutuhan telur ayam yang meningkat merupakan peluang dan sekaligus tantangan bagi peternak ayam petelur. Peluang tingginya permintaan konsumen akan telur dan tantangan untuk menyiapkan telur dalam jumlah banyak, cepat dan baik. Untuk itu pemanfaatan teknologi menjadi hal yang tidak bisa dielakkan bagi pengusaha. Proses pengepakan telur yang cepat dan baik menjadi salah satu penunjang keberhasilan para pengusaha. Selama ini proses pengepakan telur masih dilakukan secara manual dengan tenaga manusia yang memiliki beberapa kelemahan seperti yang disebutkan di atas.

Pada Tugas Akhir ini sebuah mesin pengepak telur akan direalisasikan dengan menggunakan *PLC Schneider SR3B261FU Smart Relay*. Keunggulan *PLC* ini yaitu murah dan mampu di-program tidak hanya menggunakan *Ladder Diagram* melainkan juga *Function Block Diagram*.

## PERANCANGAN MESIN PENGEPAKAN TELUR

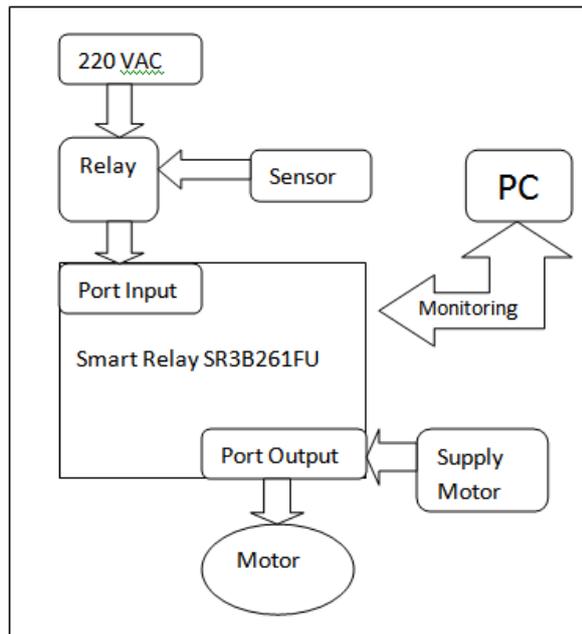
Perancangan mesin pengepakan telur terdiri dari 3 bagian, perancangan mekanik, perancangan *hardware*, dan perancangan *software*. Perancangan mesin pengepakan telur disesuaikan dengan algoritma mesin pengepakan telur.



Gambar 1. Algoritma mesin pengepakan telur

Pada perancangan mekanik, mesin pengepakan telur ini terbagi dalam 4 sistem utama, yaitu *conveyor* atas, *conveyor* bawah, *Gate*, dan *Arm*. *Conveyor* Atas berada pada bagian awal, dimana telur-telur diletakkan. Pengepakan ini dilakukan secara acak, tanpa dilakukan pengaturan atau manipulasi terlebih dahulu. Telur-telur tersebut kemudian akan dibawa oleh *conveyor* hingga mencapai *Gate* setelah sebelumnya dibagi menjadi 5 baris. Sistem ini terdiri dari sebuah *conveyor* yang digerakkan oleh sebuah *motor*. Sistem *Gate* merupakan sistem untuk menahan telur agar tidak turun sebelum waktunya. Sistem *Gate* terbagi menjadi 2, *Gate1* dan *Gate2*. *Gate1* berfungsi memastikan telur yang telah dibagi menjadi 5 baris telah berada pada tempatnya, sehingga saat *Gate1* terbuka, seluruh ruang kosong di belakang *Gate2* akan terisi penuh. Terdapat 5 buah *limit switch* pada *Gate1*, 5 buah *limit switch* ini berada di 5 baris berbeda yang difungsikan untuk memastikan 5 baris tersebut sudah terdapat telur. *Limit switch* pada tiap baris ini kemudian disebut *door*. *Gate2* berfungsi menahan telur yang telah melalui *Gate1* dan memasuki ruang kosong di belakang *Gate2* hingga *Gate1* tertutup. Setelah *Gate1* menutup, maka *Gate2* terbuka, sehingga telur dapat turun ke *Arm*. Setiap *gate* digerakkan oleh sebuah *motor* DC, sehingga tiap *Gate* memiliki gerakan yang terpisah. Sistem *Arm* berfungsi menahan telur sebelum diturunkan ke *tray* telur. Sistem *Arm* terdiri dari 2 buah lempang besi yang digerakkan sesuai jalur berbentuk segitiga sehingga memungkinkan gerakan membuka dan menutup. *Arm* hanya akan bergerak setelah *Gate2* tertutup. *Arm* terbuat dari besi yang dilapisi dengan lem *silicone* sehingga telur tidak berbenturan secara langsung dengan permukaan besi. *Conveyor* bawah merupakan sistem yang berfungsi menempatkan *tray* tepat di bawah *Arm*. Bagian yang *tray* ditempatkan di bawah *Arm* merupakan bagian untuk menempatkan telur. Untuk memastikan tempat yang tepat, digunakan *sensor* BEN300-DDT sebagai *sensor* posisi.

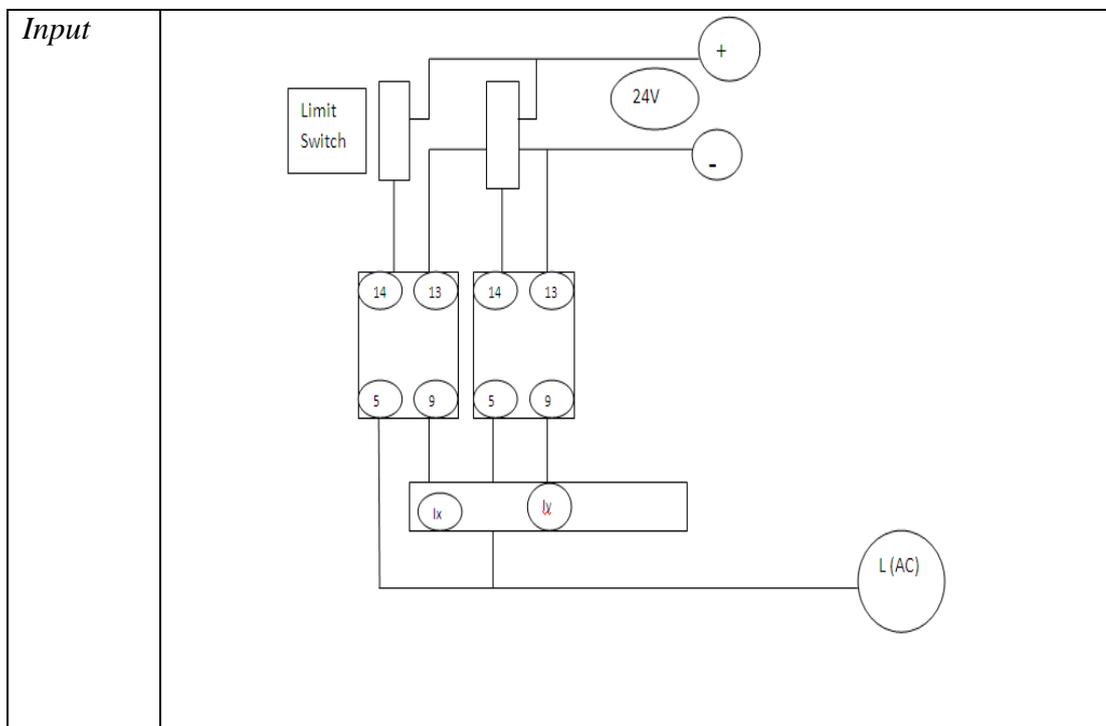
Pada perancangan hardware terdapat beberapa *sensor* yang digunakan sebagai *input* untuk *SR3B261FU Smart Relay*, antara lain *limit switch* dan *sensor* jarak BEN300-DDT. *Motor* yang digunakan pada mesin pengepakan telur ini antara lain 2 buah *power window* dan 3 buah *motor* DC 12 Volt. Pengontrol utama pada mesin pengepakan telur ini yaitu *Smart Relay*.

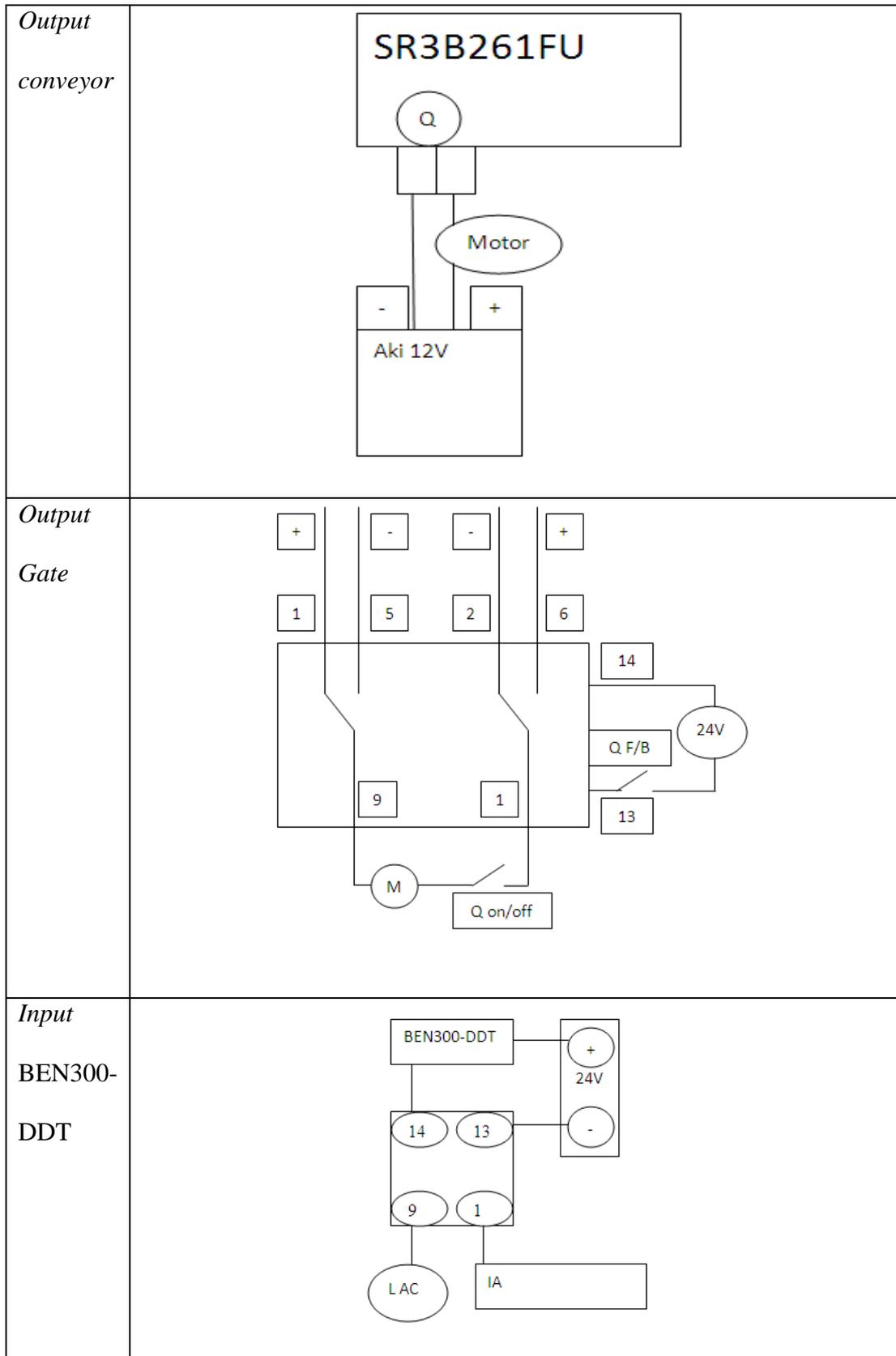


Gambar 2. Blok diagram mesin pengepakan telur

Karena *input* logika *high* dari *Smart Relay* tersebut berupa 0,6mA 220VAC, maka digunakan *relay* sebagai *switching* daya.

Tabel 1. Pengkabelan sensor dan aktuator

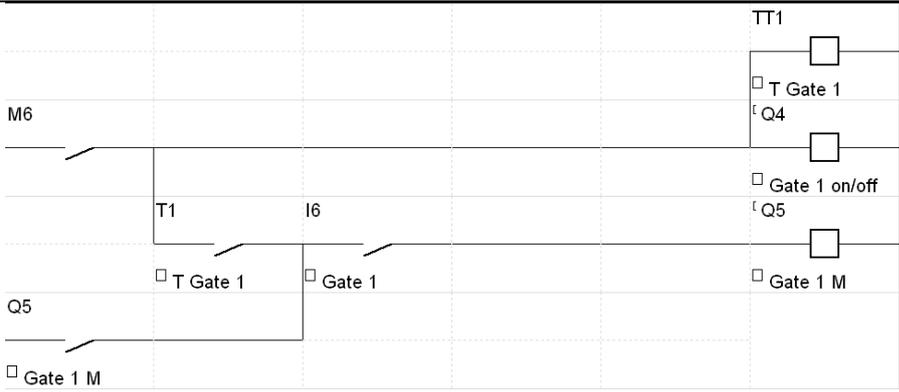
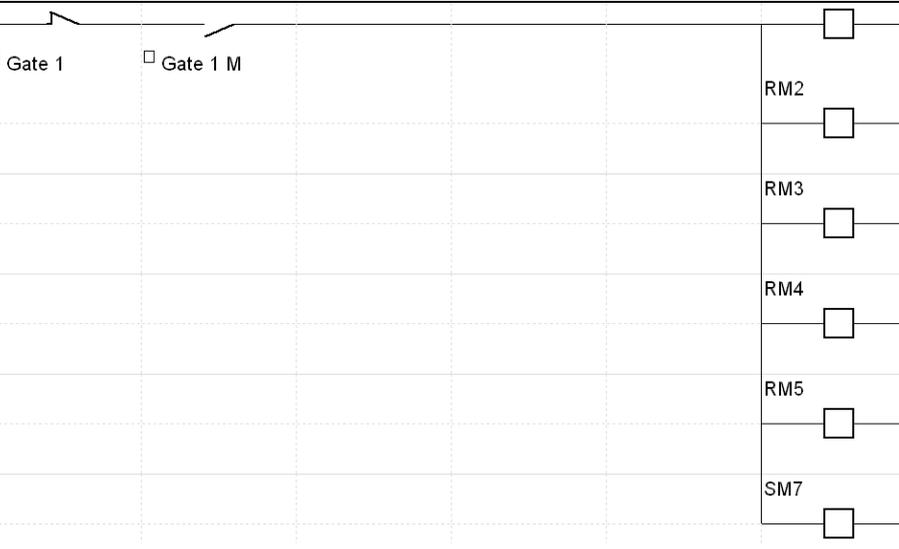
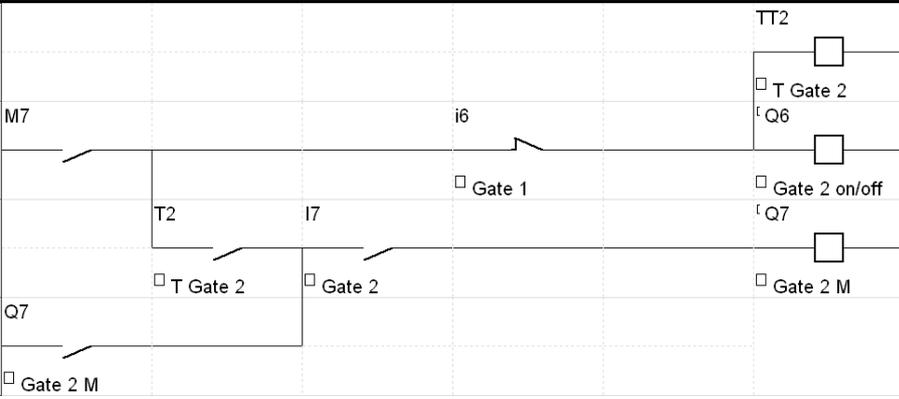


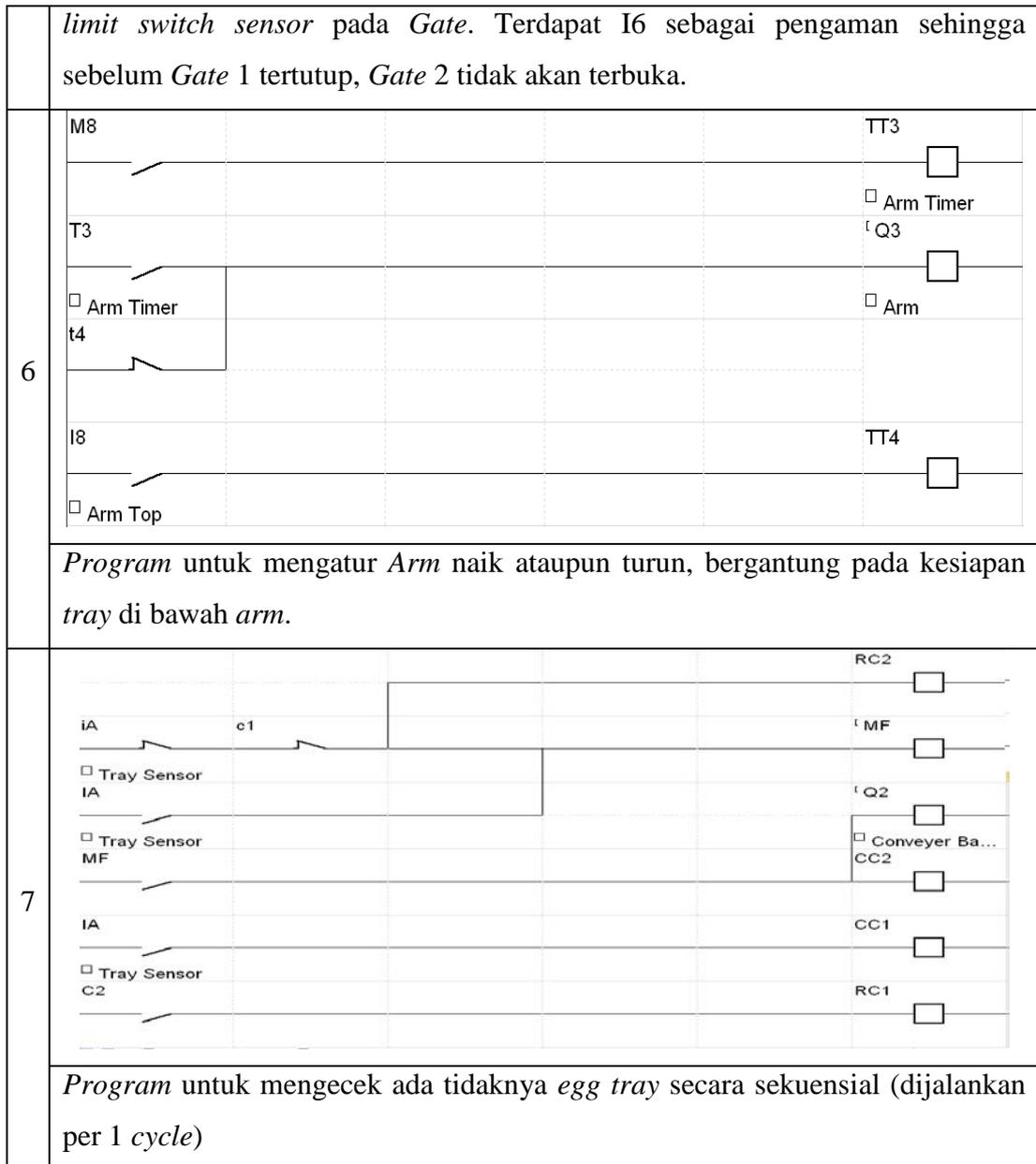


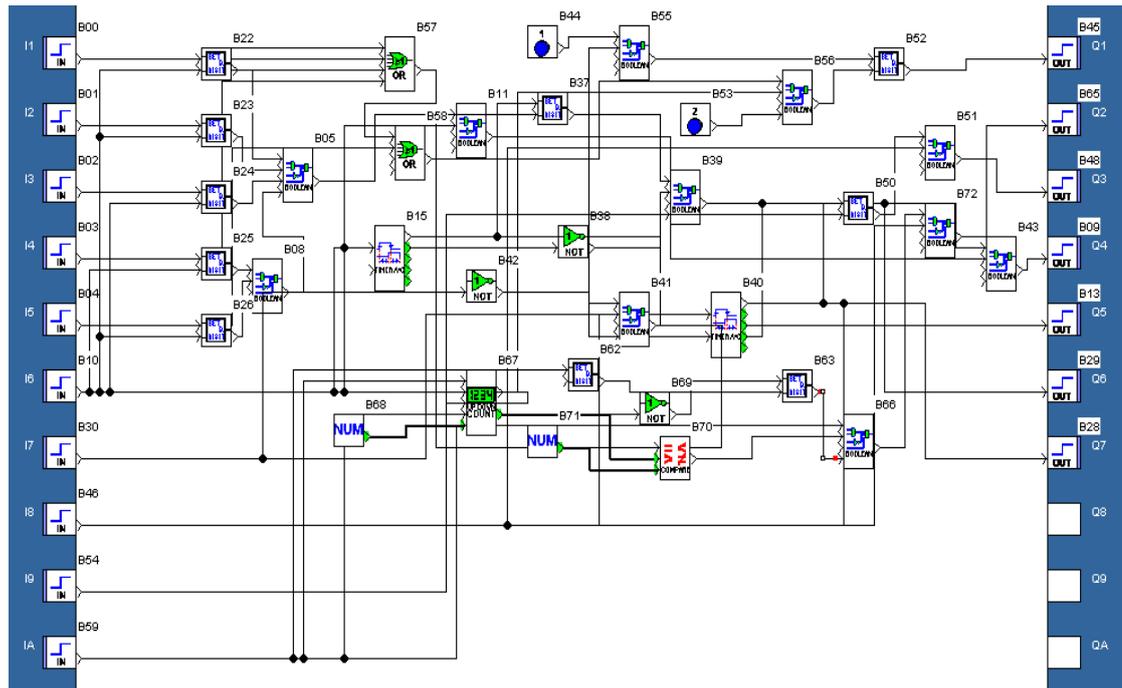
Perancangan *software* terbagi menjadi 2, *Ladder Diagram (LD)* dan *Function Block Diagram (FBD)*.

Tabel 2. Program menggunakan *LD*

1	<p>                 Z1                  z2                  Q1                  MG                  Q1                  Conveyor Atas                  Q8                  Conveyor Atas             </p>
<p><i>Conveyor atas (Q1) akan aktif saat Z1 keys ditekan dan akan terputus saat Z2 keys ditekan.</i></p>	
2	<p>                 I1                  Door 1                  I2                  Door 2                  I3                  Door 3                  I4                  Door 4                  I5                  Door 5                  M1 M2 M3 M4 M5 M6             </p>
<p><i>Program pengecekan untuk tiap gate. Saat telur mencapai gate, maka limit switch akan aktif dan input akan masuk. Namun seluruh gate input terhubung pada internal relay yang akan menjaga input tetap menyala.</i></p>	

3	
<p>Kontrol <i>motor</i> untuk membuka atau menutup <i>Gate</i> 1. T1 merupakan <i>timer</i> untuk menjaga <i>Gate</i> tetap terbuka. T1 diperlukan karena hanya terdapat 1 buah <i>limit switch sensor</i> pada <i>Gate</i>.</p>	
4	
<p><i>Program</i> ini berfungsi mengembalikan nilai dari <i>virtual relay</i> M1-M5. Hal ini diperlukan untuk mengembalikan sistem ke kondisi semula.</p>	
5	
<p>Kontrol <i>motor</i> untuk membuka atau menutup <i>Gate</i> 2. T2 merupakan <i>timer</i> untuk menjaga <i>Gate</i> tetap terbuka. T2 diperlukan karena hanya terdapat 1 buah</p>	





Gambar 3. Program menggunakan FBD

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan 2 tahap uji coba:

1. Uji coba menggunakan *simulator*.
2. Uji coba dengan menjalankan mesin sesuai *program*.

Pada uji coba pertama, akan digunakan *simulator* yang terdapat pada *Zeliosoft*. Hal ini diperlukan sebelum pengujian yang sebenarnya pada *hardware*, sehingga kesalahan dari sisi *program* bisa diminimalisir. Pengujian ini dibagi menjadi 2, yaitu simulasi *program* yang menggunakan *LD* dan simulasi *program* yang menggunakan *FBD*.

Pada pengujian ini, *program* telah berjalan sebagaimana mestinya. Pengujian ini dinyatakan berhasil, dimana *program* telah dapat berjalan sesuai algoritma.

Pada uji coba ke-2, mesin pengepakan telur dijalankan sesuai program, kemudian dilakukan penghitungan presentase telur yang berhasil ditempatkan pada *egg tray*. Telur yang telah dipersiapkan merupakan telur dengan ukuran yang telah ditentukan. Setelah menjalankan mesin pengepakan telur, dilakukan pengambilan data. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini dilihat dari persentase telur yang selamat. Mesin dinyatakan berhasil ketika tingkat keberhasilan mencapai 100%.

Tabel 3. Tabel pengujian mesin

No	Jumlah Telur	<i>Ladder</i>			<i>FBD</i>		
		Utuh	Pecah	Keterangan	Utuh	Pecah	Keterangan
1	40	35	5	87,5%	34	6	85%
2	40	33	7	82,5%	36	4	90%
3	40	36	4	90%	32	8	80%
4	40	28	3	-	34	6	95%
5	40	34	6	85%	31	9	77,5%
Rata-rata		86,25%			86,5%		

Pada pengujian ini, tingkat keberhasilan hanya berkisar pada 86%. Dengan demikian, Pengujian ini dinyatakan gagal. Sebagian besar telur yang pecah disebabkan oleh mekanik yang kurang sempurna dan desain yang tidak tepat, antara lain:

1. Jalur yang akan dilewati telur terbuat dari besi dan terlalu kasar sehingga telur sering kali sulit bergerak.
2. Penggunaan *limit switch* dengan penampang sentuh yang terlalu kecil.
3. Desain gate yang membuat telur rawan pecah karena tekanan.

Pada percobaan 4 *LD* terdapat kasus khusus dimana telur yang pecah tersangkut pada *limit switch*, sehingga mesin tidak dapat bergerak lebih jauh kecuali telur yang pecah disingkirkan secara *manual*.

Secara keseluruhan, mesin hanya dapat bekerja dengan baik saat mendapat subyek yang tepat, dalam hal ini yaitu telur dengan ukuran yang sesuai. Hal ini disebabkan adanya kekurangan pada desain hardware dan mekanik yang tidak tepat. Pada sisi lain *software* juga berpengaruh penting pada keseluruhan sistem.

Fungsi *software* yaitu pada pemrograman yang mendukung agar mesin dapat digerakkan sesuai kebutuhan.

*Conveyor* merupakan bagian yang paling penting dari mesin pengepakan telur ini. *Conveyor* bekerja sebagai inisiator, dimana *conveyor* akan membawa telur menuju *gate*, memungkinkan algoritma *gate* mulai bekerja. Permasalahan pada *conveyor* ada pada penggunaan belt yang terlalu kasar, serta penggunaan *belt* yang rata sehingga menyebabkan telur tidak dapat diposisikan dengan mudah.

*Conveyor* yang seharusnya dipakai berupa *conveyor* yang berupa ruji-ruji sehingga memungkinkan telur dapat berada pada kolom yang tepat. Selain itu melalui penggunaan ruji dapat memberi jarak yang cukup pada tiap-tiap telur sehingga tidak ada telur yang terjepit saat memasuki *gate*.

Kesalahan pada *gate* yaitu gerakan *gate* yang menekan telur dan menyebabkan telur rawan retak dan pecah. Sistem *gate* ini sebenarnya bertujuan agar telur tidak turun sebelum waktunya, serta mencegah agar hanya 1 butir telur yang turun pada tiap barisnya. Untuk mencegah agar telur yang turun tidak lebih dari 1, maka *gate1* akan tertutup dan karena ruang diantara *gate1* dan *gate2* hanya cukup terisi 1 butir telur, maka seharusnya hanya ada 1 telur di antara *gate1* dan *gate2*. Kesalahan pada mekanisme ini adalah pada saat *gate1* menutup, terdapat sebutir telur tepat di bawah *gate1*, menyebabkan terjepitnya telur saat *gate1* menutup.

Kesalahan pada *arm* yaitu pada mekanisme. Mekanisme *arm* dimana bagian atas *arm* mengecil agar bagian bawah *arm* terbuka dapat menyebabkan masuk ke *arm* secara horisontal menjadi rawan pecah.

Pada hardware, kesalahan utama yaitu penggunaan *limit switch* sebagai pendeteksi posisi telur. Telur memiliki sifat yang mudah pecah jika mendapat tekanan pada bidang kecil, sedangkan *limit switch* memiliki penampang tekanan yang kecil. Penggunaan *limit switch* seharusnya dapat diganti dengan *sensor non-sentuh* seperti BEN300-DTT.

Penggunaan *SR3B261FU Smart relay* dinilai cukup dalam kondisi tertentu. Hal ini mengacu pada beberapa hal, antara lain, penggunaan jumlah *port input*, jumlah pemakaian *port output*, dan variasi pada *output*. Penggunaan jumlah *port input* dan *output*, dimana jumlah *port input* dan *output* yang tidak dipakai dari

*SR3B261FU Smart relay* yaitu 6 port dari 16 port input dan 3 port output dari keseluruhan 10 port output.

Selain dari penggunaan port, penggunaan *SR3B261FU Smart relay* ini dinilai cukup karena penggunaan motor yang bervariasi. Dengan penggunaan motor yang membutuhkan supply tegangan berbeda, output *SR3B261FU Smart relay* sangatlah berguna. Output *SR3B261FU Smart relay* yang berupa relay switch memungkinkan motor yang digunakan sebagai output untuk dihubungkan pada supply yang berbeda-beda.

Kelemahan *SR3B261FU Smart relay* dalam penerapan terhadap sebuah plant yaitu port input yang membutuhkan input tegangan sebesar 220VAC. Hal ini tidaklah sulit dicapai saat plant membutuhkan sensor DC, sehingga perlu ditambahkan sebuah relay yang berfungsi sebagai switching tegangan.

Secara global, terdapat sebuah kesalahan besar dimana bahan mesin penata telur ini mayoritas menggunakan besi yang dapat menyebabkan keretakan hingga pecahnya telur yang akan di-packing.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengujian desain dan perancangan mesin pengepakan telur secara simulasi program, pengujian sensor manual, dan pengujian menggunakan telur, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mekanik hardware kurang sesuai dengan karakteristik telur. Pada sistem mekanik, kesalahan terbesar terdapat pada penggunaan bahan, sistem gate, dan sistem arm. Penggunaan besi sebagai bahan utama membuat telur rawan retak, sistem gate yang pada posisi tertentu dapat menekan telur hingga retak, serta sistem arm yang dapat membuat telur retak ketika turun pada sudut yang salah.
2. Terdapat penggunaan sensor yang tidak tepat. Sensor yang dimaksudkan yaitu sensor limit switch sebagai sensor letak telur yang berada pada gate1. Limit switch yang memiliki penampang luas yang kecil berpotensi membuat telur retak.
3. Penggunaan *SR3B261FU Smart Relay* pada plan sudah mencukupi, ditinjau dari penggunaan port yang masih menyisakan banyak port

kosong, penggunaan motor/output yang bervariasi tanpa harus tergantung internal output dari *SR3B261FU Smart Relay*.

4. Dengan menggunakan algoritma yang sama, tidak terdapat perbedaan respon pada *program FBD* dan *LD*. *FBD* dan *LD* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam pengimplementasian algoritma ke dalam *program*.

Dalam pembuatan plant ini, seharusnya dilakukan simulasi mekanik terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan mekanik mesin memegang peran yang sangat penting, dan bukanlah hal mudah untuk merombak mekanik kembali saat ada kesalahan. Selain itu karakteristik subjek juga harus benar-benar dipahami. Dalam plant ini dikarenakan telur yang rentan pecah, sehingga hendaknya penggunaan *sensor* fisik seperti *limit switch* dikurangi dan diganti dengan *sensor* non sentuh lain.

## DAFTAR PUSTAKA

Autonics, BEN Series Datasheet

Iebhe. (13 Agustus 2009). Pemrograman PLC dengan Ladder Diagram. Available: <http://ndoware.com/pemrograman-plc-dengan-ladder-logic-diagram.html>

Schneider Electric, Zelio Logic 2 Online Help, Zeliosoft 4.5.0 Software