

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan SITI RAHMAH dkk, pengerjaan pengemasan dengan menggunakan rancang bangun otomasi produk pengemas telur secara otomatis menggunakan pemrograman PLC dengan ladder diagram bisa menghasilkan 3 ton dalam satu hari dan capaian waktu yang dihasilkan sangat cepat yaitu 3 menit perkardus berjumlah 12 butir telur [3]. Kelebihan dari penelitian ini yaitu ini mengulas penerapan otomatisasi dalam proses pengemasan telur dengan memanfaatkan teknologi PLC, yang sesuai dengan gambaran penulis mengenai kebutuhan industri masa kini dalam meningkatkan efisiensi serta mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia, kekurangan dari penelitian ini yaitu penelitian ini sepertinya masih berada pada tahap simulasi atau pembuatan prototipe awal, tanpa adanya pengujian di lingkungan industri yang sesungguhnya, sehingga penerapannya dalam kondisi produksi nyata belum dapat dipastikan efektivitasnya.

Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan MELAN SRI HANDANI dkk, Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pelabel botol otomatis dapat menyelesaikan proses penyetempelan dengan waktu rata-rata 20 detik per botol terhitung dari ujung *conveyor* sampai pada ujung satunya lagi, dengan tingkat keberhasilan pelabelan mencapai 98% [5]. Kelebihan dari penelitian ini yaitu tingkat keberhasilan dalam proses pelabelan mencapai 98%, yang mengindikasikan adanya peningkatan efisiensi bila dibandingkan dengan metode pelabelan secara manual, kekurangan dari penelitian ini yaitu kurang

menyajikan rincian teknis secara spesifik, seperti tipe sensor dan motor yang digunakan, padahal informasi tersebut penting untuk proses replikasi maupun pengembangan sistem di masa depan.

Hasil pengujian dari ARIF SUERSA dkk, metode pengemasan otomatis dengan menggunakan kecepatan motor 300 Rpm terbukti jauh lebih efisien dan konsisten dibandingkan dengan metode pengemasan manual untuk produk Keripik berat 40 gram [6]. Kelebihan dari jurnal ini yaitu proses pengemasan yang dilakukan terbukti lebih efisien menggunakan mesin yang telah dibuat dibanding dengan tenaga manual, kekurangannya yaitu penggunaan sensor yang kurang tepat karena prosentase eror masih terbilang tinggi sekitar 20 %.

Pada penelitian yang dilakukan ERWIN KOMARA MINDARTA dkk, Mesin ini mengurangi waktu pelabelan hingga 50% dibandingkan dengan metode manual, meningkatkan produktivitas dan memungkinkan UMKM memenuhi permintaan pasar dengan lebih efektif. Teknologi ini tidak hanya meminimalkan kesalahan manusia, tetapi juga meningkatkan konsistensi dan profesionalisme produk, yang berdampak pada manfaat ekonomi seperti penurunan biaya tenaga kerja dan peningkatan margin keuntungan.[7]

2.2 Landasan Teori

Melalui penggunaan PLC, seluruh tahapan mulai dari penataan telur ke dalam kemasan hingga pemasangan stempel dapat diatur secara otomatis, sehingga dapat mengurangi potensi kesalahan akibat faktor manusia serta

menurunkan ketergantungan terhadap tenaga kerja manual. Sistem pneumatik yang digunakan juga memungkinkan proses penanganan telur berlangsung lebih lembut dan efisien, menjaga mutu produk tetap baik.

Penerapan sistem otomatis ini tidak hanya mempercepat proses produksi, tetapi juga menghasilkan produk yang lebih beragam dan berkualitas, sekaligus meningkatkan daya saing telur asin di tengah persaingan pasar yang kian ketat.

2.2.1 PLC (*Programmable Logic Controller*)

PLC adalah perangkat keras yang dapat diprogram untuk mengendalikan mesin atau proses industri secara otomatis, menjadi bagian integral dari berbagai sektor industri [8]. PLC Outseal merupakan teknologi otomasi inovatif buatan anak bangsa yang umum dimanfaatkan dalam sistem kendali pada industri otomatisasi. Perangkat ini dikembangkan berbasis platform Arduino Nanodan menggunakan metode pemrograman *ladder diagram*. Untuk menjalankan fungsinya.

A. Plc outseal

Outseal Mega V3 adalah produk PLC (*Programmable Logic Controller*) buatan dalam negeri yang dikembangkan untuk menjawab kebutuhan otomasi industri dengan biaya yang ekonomis serta kemampuan yang fleksibel. PLC ini berbasis mikrokontroler ATmega128A sebagai unit

pemroses utama, dan mendukung sistem pemrograman menggunakan ladder diagram melalui perangkat lunak khusus bernama Outseal Studio.



Gambar 2. 1 plc outseal mega v3

Berikut spesifikasi dari plc outseal mega v3 dan pinout plc outseal mega v3 bisa dilihat pada gambar 1 dibawah :

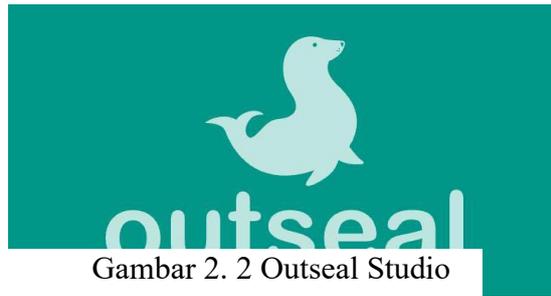
Tabel 2. 1 Spesifikasi outseal mega v3

No	Spesifikasi	Outseal mega v3	Keterangan
1.	<i>Digital Input</i>	16 pin	S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, S.7, S.8 (<i>sinking</i>) dan S.9, S.10, S.11, S.12, S.13, S.14, S.15, S.16 (<i>sourcing</i>)
2.	<i>Digital Output</i>	16 pin	R.1, R.2, R.3, R.4, R.5, R.6, R.7, R.8, R.9, R.10, R.11, R.12, R.13, R.14, R.15, R.16 dan (+X21)
3.	Analog Input	2 pin	A1 dan A2

4.	<i>High Speed Counter (HSC)</i>	1 pin	~30kHz
5.	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	1pin	~10kHz
6.	MODBUS RTU RS485 MASTER	1 pin	AM dan BM
7.	MODBUS RTU RS485 SLAVE	1 pin	AS dan BS
8.	Komunikasi I2C	2 pin	SDA dan SCL
9.	Komunikasi SPI	1 pin	MOSI, MISO, SCK
10.	Konektor Modul	-	Bluetooth, external module HC05/HC06
11.	Konektor Modul	-	WiFi DT06,eksternal
12.	<i>Power supply</i>	VIN dan GND	12–24VDC

B. Outseal studio

Outseal studio adalah *software* untuk mendesain sistem pengontrolan berbasis *ladder* diagram yang dapat digunakan dalam aplikasi pemrograman seperti PLC pada umumnya.[9]

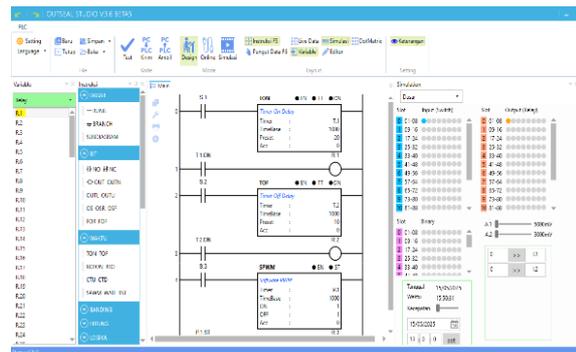


Gambar 2. 2 Outseal Studio

Outseal Studio merupakan sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk menyusun dan mengelola program pengendalian pada PLC Outseal, khususnya tipe PLC Outseal Mega V3. Aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman *ladder*, yang merupakan standar umum dalam sistem otomasi industri.

C. Diagram Tangga

Salah satu bahasa pemrograman yang bersifat acak yakni sanggup mengeksekusi baris berikutnya terlebih dahulu untuk melakukannya. Diagram tangga atau *ladder diagram* merupakan skema diagram yang dipakai untuk memprogram sistem otomatis, terutama pada PLC (*Programmable Logic Controller*) dalam sektor industri. Disebut "tangga" karena tampilannya mirip tangga, dengan dua garis vertikal di sisi kiri dan kanan, serta beberapa garis horizontal di tengah yang menyerupai anak tangga.



Gambar 2. 3 Ladder Diagram

Notasi variabel dalam diagram tangga PLC adalah kode atau lambang yang digunakan untuk merepresentasikan elemen logika seperti *input*, *output*, *memori*, *timer*, *counter*, dan komponen lainnya dalam program PLC (*Programmable Logic Controller*). Notasi variabel pada plc outseal bisa dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2. 2 Notasi *variable*

Notasi	Keterangan
S	Simbol untuk <i>switch</i>
R	Simbol untuk <i>relay</i>
T	Simbol untuk <i>timer</i>
C	Simbol untuk <i>counter</i>
B	Simbol untuk <i>Binary</i>
P	Simbol untuk PWM
D	Simbol untuk waktu

E. *Switch Normally Open (NO)*

Switch NO atau saklar *Normally Open* adalah komponen input yang dalam kondisi normal (tidak diaktifkan) tidak menghubungkan rangkaian listrik. Saat saklar NO tidak aktif, terminal input PLC akan membaca sinyal logika "0" (OFF), dan berubah menjadi "1" (ON) begitu saklar diaktifkan.



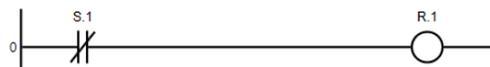
Gambar 2. 4 NO saat tidak berjalan



Gambar 2. 5 NO saat berjalan logika "true"

F. Switch Normally Close (NC)

Saat saklar *normally close* (NC) tidak diaktifkan, arus mengalir dari sumber positif melalui saklar ke input PLC, sehingga PLC membaca sinyal "1". Saat saklar diaktifkan (terbuka), aliran arus terputus, dan input PLC beralih ke "0". Berbanding terbalik dengan switch *normally open*.



Gambar 2. 6 NC saat tidak berjalan



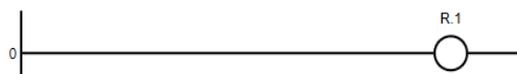
Gambar 2. 7 NC saat berjalan logika "false"



Gambar 2. 8 NC berjalan saat kondisi logika "true"

G. Output (R)

Instruksi ini memiliki fungsi untuk menuliskan nilai logika, yaitu true atau false, ke dalam bit tujuan yang merupakan variabel dengan notasi R atau B. Penulisan nilai logika ini ditentukan oleh kondisi jalur masuk. Jika jalur masuk dalam keadaan berenergi (aktif), maka nilai true akan dituliskan ke bit tujuan. Sebaliknya, jika jalur masuk tidak berenergi (nonaktif), maka nilai false yang akan dituliskan. Penting untuk dipahami bahwa kondisi pada jalur keluar akan selalu mengikuti kondisi jalur masuk, dan bukan mengikuti nilai logika yang ditulis ke bit tujuan tersebut.



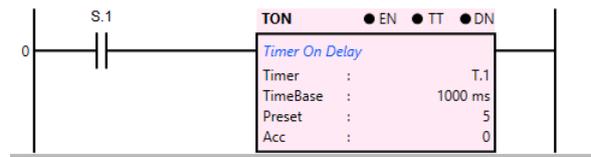
Gambar 2. 9 Kondisi relay saat tidak berjalan



Gambar 2. 10 Kondisi relay saat berjalan

H. Timer ON Delay (TON)

TON adalah sebuah instruksi yang digunakan untuk memperlambat (delay) perubahan logika dari false menjadi true dengan durasi perlambatan yang dapat diatur.

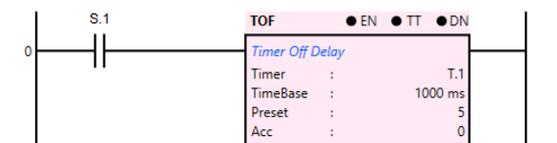


Gambar 2. 11 Intruksi TON

Lama keterlambatan dapat diatur dengan menentukan nilai interval dan preset. Interval adalah satuan waktu dasar yang digunakan sebagai acuan, sedangkan preset adalah jumlah berapa kali satuan waktu tersebut akan dihitung. Misalnya, jika ingin menghasilkan keterlambatan selama 5 detik, kita bisa menggunakan interval 1 detik dan preset 5, yang artinya 1 detik dihitung sebanyak 5 kali. Alternatif lainnya, bisa juga digunakan interval yang lebih kecil seperti 10 milidetik dengan preset 500, sehingga 10 milidetik dikalikan 500 menghasilkan total keterlambatan 5 detik.

I. Timer Off Delay (TOF)

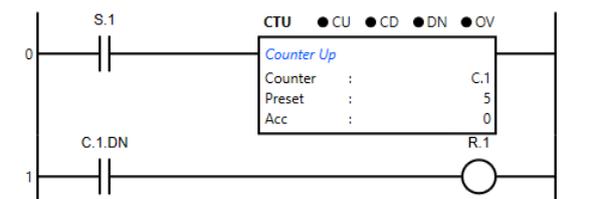
TOF adalah sebuah instruksi yang digunakan untuk memperlambat (delay) perubahan logika dari true menjadi false dengan durasi perlambatan yang dapat diatur. Instruksi TOF kebalikan dari TON. Berikut ini adalah gambar dari simbol TOF.



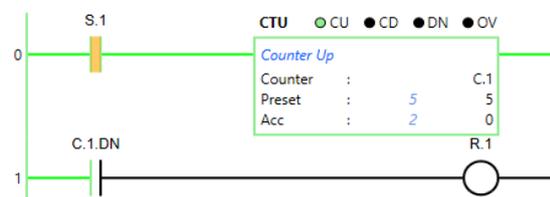
Gambar 2. 12 Intruksi TOF

J. Counter UP (CTU)

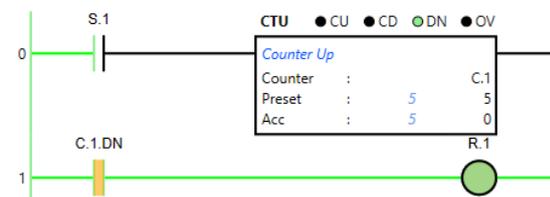
CTU merupakan instruksi yang digunakan untuk melakukan pencacahan atau perhitungan pulsa. Instruksi ini bekerja dengan cara menghitung secara naik (increment), yaitu nilai hitungannya akan bertambah setiap kali terjadi perubahan kondisi dari tidak berenergi menjadi berenergi pada jalur masuknya.



Gambar 2. 13 CTU saat tidak berjalan



Gambar 2. 14 CTU saat berjalan



Gambar 2. 15 CTU saat berjalan

2.2.2 Conveyor

Conveyor merupakan sebuah rancangan alat pengangkut yang berfungsi untuk menyalurkan benda atau material dari satu tempat yang saling berjauhan secara kontinyu agar lebih efisien, dengan kecepatan dan volume yang tetap dan stabil.[10]



Gambar 2. 16 *Conveyor*

Conveyor adalah pilihan yang ideal untuk mendukung proses otomatisasi di dunia industri. Penggunaan sistem ini membuat alur produksi menjadi lebih cepat, teratur, dan bebas gangguan, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi kerja serta memperkuat daya saing perusahaan maupun pelaku UMKM.

A. Belt conveyor

Belt conveyor merupakan salah satu alat pemindah material yang paling banyak dipakai di dunia industri. Alat ini memiliki kapasitas pemindahan yang cukup besar sehingga sangat memungkinkan untuk memindahkan material dari satu tempat ke tempat yang lain secara terus-menerus.[11]



Gambar 2. 17 Karpét

Karpet pada *belt conveyor* umumnya dibuat dari material seperti karet, PVC, atau bahan sintetis lainnya, dan bergerak secara berkelanjutan di atas dua atau lebih roller yang digerakkan oleh motor. Penggunaan karpet sebagai media penghantar memberikan permukaan yang rata dan stabil, sehingga sangat sesuai digunakan untuk mengangkut barang-barang dengan beban ringan hingga sedang, seperti produk kemasan, makanan, maupun komponen dalam proses industri

B. Roller

Roller merupakan komponen ban berjalan berbentuk silinder yang terbuat dari besi cor, memiliki beberapa fitur sebagai penopang sabuk dan semua material yang dibawanya. Ada dua jenis *roller*: *flat roll idler* dan *troughed roll idler*. Yang digunakan sebagai penyangga sabuk *conveyor* dengan tujuan mempermudah pergerakan sabuk *conveyor*. [12]



Gambar 2. 18 *Roller*

Roller conveyor dirancang menggunakan poros (as) yang dilapisi amplas guna meningkatkan gaya gesek antara *roller* dan media penghantar, sehingga pergerakan *conveyor* menjadi lebih stabil dan tidak mudah tergelincir.

C. *Pillow Block Bearing*

Pillow Block digunakan sebagai alas pendukung kerja pada poros dengan bantuan dari bantalan (*bearing*) yang sesuai dengan ukuran diameter porosnya.[13]



Gambar 2. 19 *Pillow Block Bearing*

D. Motor *gearbox* 370 12v

Gearbox berfungsi sebagai alat untuk melambatkan putaran motor listrik, sehingga diharapkan dapat digunakan untuk menyesuaikan putaran serta mengubah daya atau torsi dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar.[14]

Motor *gearbox* yang digunakan dalam sistem *conveyor* ini dipilih berdasarkan sifat beban yang ringan namun mudah rusak, yakni telur asin. Untuk itu, dipilihlah motor *gearbox* tipe 370 12V dengan torsi rendah dan kecepatan rotasi sedang (sekitar 30–70 RPM). Penggunaan motor dengan karakteristik tersebut memungkinkan proses pemindahan berjalan dengan stabil, aman, serta efisien dalam konsumsi daya, tanpa memerlukan spesifikasi aktuator yang berlebihan.

Berikut spesifikasi dari *gearbox* yang dipilih:

Tabel 2. 3 Spesifikasi motor gearbox

No.	Spesifikasi	keteraangan
1.	Tegangan	12v
2.	Kecepatan	66 rpm
3.	Tanpa beban	35 ma
4.	arus beban	180 ma

Gambar 2. 20 Motor *Gearbox* 370

2.2.3 Pneumatic

Pneumatic adalah sebuah sistem penggerak yang memanfaatkan tekanan udara sebagai tenaga penggerakannya. Jadi, secara sederhana *pneumatic* adalah tekanan udara yang dinaikkan oleh kompresor udara, sehingga mampu menggerakkan alat-alat industri.[15]

Dibawah ini adalah komponen untuk membuat mini *pneumatic*:

A. Silinder *pneumatic*

Silinder *pneumatic* adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak-balik piston secara linier (gerakan keluar - masuk). Silinder *pneumatic* terbagi menjadi 2 tipe, yaitu Silinder Kerja Tunggal dan

Silinder Kerja Ganda. Prinsip kerja dari silinder pneumatic adalah sistem *pneumatic* menggunakan udara terkompresi untuk membuat gerakan mekanis berputar atau *linier* dan aplikasi daya yang 'bekerja'. [16]



Gambar 2. 21 Silinder

B. Solenoid valve

Solenoid *valve* adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC. [17]



Gambar 2. 22 Solenoid Valve

Tabel 2. 4 Spesifikasi selenoid valve

Tabel 1 Merek	AIRTAC
Tipe	4v210 08, lubang 2/5
<i>voltage</i>	24 VDC
Tekanan kerja	0,8 mpa – 8 bar
Daya	3.0 watt

C. Fitting atau konektor

Konektor itu sendiri berfungsi untuk menyambung atau menjepit selang agar tersambung erat dengan selang yang di gunakan .[18]



Gambar 2. 23 Fitting

D. Selang Pu

Fungsi utama dari selang PU adalah untuk mengalirkan udara bertekanan dari satu komponen ke komponen lain dalam sistem *pneumatic*. [19]



Gambar 2. 24 Selang Pu

E. Air service

Air service unit ini digunakan karena memang maksimal *pressure*-nya yang mencapai 10 bar, sedangkan maksimal *pressure kompresure* hanya mencapai 8 bar. Sehingga *Air service unit* sangat cocok untuk digunakan.[20]



Gambar 2. 25 Air Service Unit

F. Compresor

Compresor adalah pesawat/mesin yang berfungsi untuk memampatkan atau menaikkan tekanan udara atau fluida gas atau memindahkan fluida gas dari suatu tekanan statis rendah ke suatu keadaan tekanan statis yang lebih tinggi.[21]



Gambar 2. 26 Compresor

G. Silencer

Silencer/muffler pada air motor starter berfungsi sebagai keluarnya udara bertekanan yang masuk ke motor starter setelah memutar turbin *blade*. Sehingga agar tidak terjadi tekanan berlebihan di dalam motor starter.[22]



Gambar 2. 27 Silencer

2.2.4 Sensor *Proximity infrared*

Sensor *proximity* adalah alat atau perangkat yang dapat mendeteksi perubahan jarak pada suatu benda. Namun proses tersebut terjadi dengan tanpa adanya kontak fisik. dalam prosesnya sensor *proximity* memakai pemancar radiasi elektromagnetik. Inilah yang membuat

perangkat bisa mendeteksi keberadaan benda atau kondisinya meskipun tanpa ada kontak fisik.[23]



Gambar 2. 28 Sensor *Proximity Infrared*

Tabel 2. 5 spesifikasi sensor

Tegangan input	5 VDC
Konsumsi arus	25mA – 100mA
Tipe	PNP
Pembacaan jarak	3 – 80 cm

2.2.5 Power Supply

Power Supply adalah suatu perangkat listrik yang dapat menyalurkan energi listrik ke perangkat listrik atau elektronik lainnya. Pada dasarnya *power supply* ini mengambil sumber energi listrik kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik lainnya.[24]

Tabel 2. 6 Spesifikasi *power supply*

Tegangan input	110 – 240 VAC
Tegangan output	12 VDC
Arus output	10 ampere

Gambar 2. 29 *Power Supply*

2.2.6 Box kemasan Telur asin

Kemasan atau *packaging* merupakan merupakan salah satu ujung tombak penjualan suatu produk. Pada awalnya fungsi kemasan secara mendasar adalah untuk mewedahi dan melindungi produk dari kerusakan-kerusakan.[25]



Gambar 2. 30 Kemasan Telur Asin

2.2.7 Relay

Relay merupakan saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan mekanikal (kontak saklar/*switch*).[26]



Gambar 2. 31 Relay