

IMPLEMENTASI SOLENOID VALVE PADA ALAT PEMBUATAN SANDWICH ANEKA RASA BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

Sherli Orliana Karim¹⁾, Reni Listiana²⁾
Program Studi Tekni Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung^{1),2)}
Email: sherliorliana0102@gmail.com¹⁾, renilistiana@poltektedc.ac.id²⁾

Abstrak

Pada era industri 4.0, otomatisasi dalam proses produksi menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi, konsistensi, dan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem otomasi pada proses pembuatan roti lapis beraneka rasa menggunakan solenoid valve yang dikendalikan oleh Programmable Logic Controller (PLC). Sistem ini dirancang untuk mengotomatiskan pengeluaran selai dengan berbagai rasa, yaitu coklat, stroberi, dan bluberi, yang akan diaplikasikan secara presisi pada roti lapis. Alat ini memanfaatkan solenoid valve sebagai aktuatur utama untuk mengontrol aliran selai sesuai dengan jenis rasa yang dipilih. Sistem PLC bertindak sebagai pusat pengendalian yang menerima input dari berbagai sensor untuk mendeteksi keberadaan roti, jumlah roti, dan jenis selai yang diinginkan. Selain itu, PLC juga mengatur operasi konveyor dan mekanisme pendorong roti sehingga setiap proses dapat berjalan secara sinkron. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik dalam mengotomatiskan proses pembuatan roti lapis beraneka rasa. Penggunaan solenoid valve yang dikendalikan oleh PLC mampu meningkatkan presisi dalam pengeluaran selai, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan kecepatan produksi. Sistem ini juga dirancang dengan fleksibilitas yang memungkinkan pengaturan berbagai parameter produksi sesuai kebutuhan. Secara keseluruhan, implementasi otomasi pada proses pembuatan roti lapis ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi dan kualitas dalam industri pangan. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat diadopsi secara luas di industri untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk akhir.

Kata Kunci: Otomasi, Katup Solenoid, Roti Lapis.

Abstract

In the era of Industry 4.0, automation in production processes is crucial for improving efficiency, consistency, and product quality. This research aims to design and implement an automated system for the production process of various-flavored sandwich using solenoid valves controlled by a Programmable Logic Controller (PLC). The system is designed to automate the dispensing of different flavored spreads, such as chocolate, strawberry, and blueberry, which are to be precisely applied to the sandwich. This tool utilizes solenoid valves as the main actuators to control the flow of the spread according to the selected flavor. The PLC system acts as the control center, receiving input from various sensors to detect the presence of the bread, the number of bread slices, and the desired type of spread. Additionally, the PLC manages the operation of the conveyor and the bread-pushing mechanism, ensuring that each process runs synchronously. The results of this research demonstrate that the designed system can effectively automate the production process of various-flavored sandwich. The use of solenoid valves controlled by the PLC enhances precision in spread dispensing, reduces human error, and increases production speed. This system is also designed with flexibility, allowing for the adjustment of various production parameters as needed. Overall, the implementation of automation in the sandwich production process can significantly contribute to increased efficiency and quality in the food industry. Thus, this system is expected to be widely adopted in the industry to improve productivity and the quality of the final product.

Keywords: Automation, Solenoid Valve, Sandwich.

I. PENDAHULUAN

Industri makanan terus berkembang dengan pesat, terutama dalam hal inovasi dan efisiensi produksi. Salah satu produk makanan yang populer adalah *sandwich* dengan aneka rasa. Di Indonesia, *sandwich* semakin populer sebagai makanan ringan maupun sarapan cepat. *Sandwich* menjadi pilihan favorit karena praktis, mudah dibawa, dan cocok untuk gaya hidup perkotaan. Banyak pekerja kantoran atau mahasiswa memilih *sandwich* sebagai makanan utama atau cemilan.

Permintaan yang tinggi akan produk ini mendorong perusahaan untuk meningkatkan kapasitas produksi dan menjaga konsistensi kualitas. Dalam konteks ini, otomatisasi proses produksi

menjadi sangat penting. Salah satu komponen utama dalam sistem otomatisasi tersebut adalah *solenoid valve*, yang dikendalikan oleh *Programmable Logic Controller* (PLC).

Solenoid valve merupakan komponen elektromekanis yang mengontrol aliran cairan atau gas dalam sistem. Dengan memanfaatkan PLC sebagai pengendali utama, *solenoid valve* dapat dioperasikan secara presisi dan terintegrasi dalam sistem produksi *sandwich*. Implementasi teknologi ini memungkinkan pengaturan aliran bahan baku dan bahan tambahan secara otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi dan konsistensi produk akhir. Penggunaan *solenoid valve* berbasis PLC pada alat pembuatan *sandwich* aneka rasa memiliki

beberapa keuntungan. Pertama, sistem ini memungkinkan proses produksi berjalan lebih cepat dan dengan intervensi manusia yang minimal. Kedua, dengan pengaturan yang presisi, kualitas produk dapat dijaga konsistensinya. Ketiga, sistem ini fleksibel dan dapat diatur sesuai dengan variasi produk yang diinginkan, memungkinkan produksi berbagai jenis *sandwich* dengan rasa yang berbeda.

Namun, implementasi teknologi ini juga menghadapi beberapa tantangan. Di antaranya adalah kebutuhan akan pemrograman yang tepat pada PLC, pemilihan *solenoid valve* yang sesuai dengan spesifikasi sistem, dan integrasi komponen yang memastikan semua bagian berfungsi secara harmonis. Oleh karena itu, penulis ingin merancang suatu sistem "Implementasi *Solenoid Valve* pada Alat Pembuatan *Sandwich* Aneka Rasa Berbasis *Programmable Logic Controller*" yang berhubungan dengan produksi makanan agar efektif dalam pemberian variasi selai pada roti isi dan untuk sistem kontrolnya menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) yang mengontrol proses produksi secara kontinyu dan bertahap.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengertian PLC OMRON CP1E

PLC (Programmable Logic Controller) OMRON CP1E adalah perangkat kontrol yang dirancang untuk aplikasi otomasi industri skala kecil hingga menengah. Menurut Modul "Input, Output, ADC, dan PWM PLC OMRON CP1E-NA20DR-A" (2020), PLC OMRON CP1E-NA20DR-A merupakan produk PLC keluaran pabrikan OMRON tipe NA yang mendukung built-in analog. PLC ini bekerja pada tegangan suplai antara 100-240 VAC atau 24 VDC. Memori internal pada unit CPU terdiri dari RAM dan EEPROM dengan kapasitas program berjumlah 8K langkah dan kapasitas memori data 8K kata. Komunikasi serial antara PLC dan PC dapat menggunakan USB 2.0 serta mendukung penggunaan Human Machine Interface (HMI) yang dapat dilakukan dengan menggunakan kabel RS232 berupa port DB9.

PLC OMRON CP1E memiliki desain kompak yang memungkinkan pemasangan di ruang terbatas tanpa mengorbankan fungsionalitas. Perangkat ini dilengkapi dengan perangkat lunak pemrograman yang user-friendly, memudahkan pengguna dalam membuat dan mengedit program kontrol. Selain itu, PLC ini mendukung berbagai konfigurasi input dan output, baik digital maupun analog, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi spesifik.

Dengan fitur-fitur tersebut, PLC OMRON CP1E menjadi pilihan yang tepat untuk berbagai aplikasi otomasi industri yang membutuhkan solusi kontrol yang efisien dan andal.

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

1. Programmable, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.

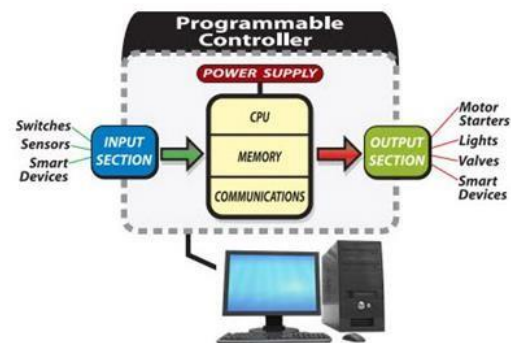
2. Logic, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. Controller, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan output-output. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi.

B. Diagram Blok Dasar PLC

Diagram blok PLC terdiri dari berbagai bagian atau komponen. Setiap komponen memiliki fungsi dan operasi tertentu yang terkait di dalam PLC.

Diagram Blok Dasar Sistem PLC



Gambar 1. Diagram Blok Dasar Sistem PLC

Berikut adalah komponen utama PLC:

1. Modul Input dan Output (I/O). Modul input dan output di PLC terdiri dari duajenis. Ini bisa berupa digital atau analog. Sama seperti perangkat atau mesin lain, kita harus memberikan input ke PLC. Ini dapat menghasilkan output. Modul input digunakan untuk menyediakan antarmuka (*interface*) untuk perangkat input seperti berbagai jenis saklar (*push button, selector switch, limit switch, sensor* dan lain-lain). Sedangkan modul output digunakan untuk menyediakan antarmuka (*interface*) untuk perangkat output

- seperti motor, fan, relay, pilot, lamp, heater, solenoid valve, bel dan lain- lain.
2. Power Supply. Power Supply adalah komponen elektronika yang berperan sebagai penyedia tegangan. Artinya, perangkat ini bertugas menyediakan tegangan listrik bagi perangkat elektronik lain yang membutuhkannya. Power Supply berfungsi untuk menyediakan daya DC atau AC untuk mengoperasikan PLC. Daya yang dibutuhkan untuk pengoperasian PLC sebagian besar bekerja pada 220 VAC atau 24 VDC.
 3. Central Processing Unit (CPU). Central Processing Unit adalah jantung dari sistem PLC. Fungsi CPU adalah untuk menyimpan dan menjalankan program perangkat lunak atau software PLC. CPU membantu untuk menjalankan aritmatika dasar, logika, pengendalian dan operasi input dan output yang ditentukan oleh instruksi. Ini terdiri dari tiga subbagian sebagai memori, prosesor dan catu daya
 4. Sistem Memori. Sistem memori bertanggung jawab untuk menyimpan dan mengambil data dan informasi. Memori PLC terdiri dari berbagai jenis memori seperti RAM, ROM, EEPROM dan memori Flash. Memori keseluruhan diklasifikasikan menjadi empat bagian berdasarkan jenis data yang disimpan yaitu ada:
 - a. Input dan Output Image Memory
 - b. Data Memory
 - c. User Memory
 - d. Executive Memory
 - e. Protocol Komunikasi
 Protocol Komunikasi berguna untuk bertukar informasi atau data antara perangkat yang terhubung melalui jaringan.
 5. Pemrograman PLC. Untuk mengimplementasikan komunikasi antara rangkaian PLC yang berbeda kita memerlukan instruksi pemrograman PLC. Informasi atau data yang diperlukan dapat dikomunikasikan oleh protokol komunikasi tertentu. Sebagian besar programmer PLC bekerja pada bahasa pemrograman ladder diagram.

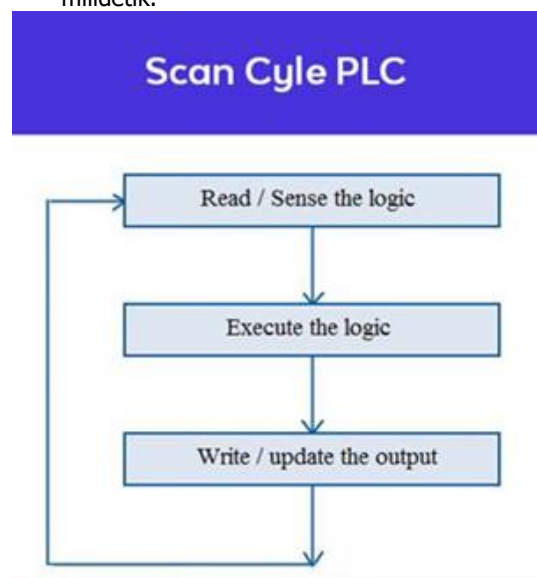
C. Cara Kerja PLC

Cara kerja PLC adalah PLC dioperasikan dengan program pemindahan terus menerus (continuously scanning program). Pemindahan atau scanning terjadi setiap kali per milidetik. Jadi, ini disebut sebagai Scan Cycle. Scan Cycle terdiri dari tiga langkah utama yaitu:

1. Membaca Input. PLC membaca status ON atau OFF sinyal input eksternal. Setelah menscanning input, itu akan disimpan di memori input, itu akan disimpan dimemori input. Input ini termasuk saklar, push button, proximity sensor, limit switch, pressure switch dan lain-lain.
2. Menjalankan Program Dengan CPU. Input yang discanning ini akan ditransfer ke CPU untuk

diproses dari memori input. Prosesor mengeksekusi instruksi pemrograman berdasarkan input. Setelah di eksekusi, hasilnya (on/off) akan disimpan di memori perangkat.

3. Update Output. Ketika program mengeksekusi instruksi terakhir, ia akan mengubah dan mengirim status on/off ke memori perangkat output. Outputnya meliputi solenoid, valve, motor, aktuator, dan pompa. Ketika langkah tersebut diselesaikan dalam Scan Time. Scan Time PLC adalah jumlah waktu yang dibutuhkan oleh prosesor untuk membaca atau mendeteksi inputan pertama dan menjalankan output terakhir. PLC sangat cepat karena dapat dengan mudah menscanning dan menjalankan program dalam beberapa milidetik, yaitu 10-15 milidetik.



Gambar 2. Scan Cycle PLC

D. Pengertian Solenoid Valve

Katup solenoid adalah katup yang dikendalikan secara elektrik yang memanfaatkan aktuator berupa elektromagnet untuk mengubah katup dari tertutup menjadi terbuka. Kumparan di aktuator menghasilkan medan magnet yang menarik atau mendorong yang mengontrol aliran cairan melalui katup. Katup solenoid berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanis yang menggerakkan mekanisme katup dan sebagai pengontrol pengoperasian katup.

Solenoid Valve yang paling umum memiliki duasaluran, namun ada juga yang memiliki tiga atau lebih saluran yang digunakan untuk mengganti arah aliran dan mencampurkan output. Aplikasi dari komponen seringkali ditemukan pada system fluida, seperti sistem hidrolik, sistem pneumatic dan lain sebagainya.

Fungsi Solenoid Valve adalah sebagai elemen

kontrol pada sistem fluida, seperti sistem pneumatik, sistem hidrolik atau pada sistem kontrol mesin yang memerlukan elemen kontrol otomatis. Solenoid Valve bisa menutup, membuka, menakar, mendistribusikan atau mencampur aliran fluida di dalam pipa. Cara kerja Solenoid valve ada dua bagian utama yang ada di solenoid valve, yaitu solenoid dan valve body (G). Bagian solenoid adalah lilitan kawat kumparan (A) yang mengelilingi inti besi yang bisa bergerak atau disebut dengan plunger (E). Saat tidak ada arus masuk ke kumparan, kondisinya bisa normally open atau normally closed tergantung dari jenis solenoid valvenya.

E. Komponen Utama Solenoid Valve

Struktur dan Komponen Utama Solenoid Valve: Solenoid valve terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk mengendalikan aliran fluida:

1. Solenoid (Kumparan): Bagian ini adalah kumparan kawat yang dililitkan pada inti besi. Ketika arus listrik dialirkan melalui solenoid, kumparan menghasilkan medan magnet yang menggerakkan plunger.
2. Plunger (Piston): Plunger adalah komponen bergerak yang biasanya terbuat dari besi atau bahan magnetik lainnya. Medan magnet yang dihasilkan oleh solenoid menarik plunger, yang kemudian membuka atau menutup jalur aliran fluida.
3. Spring (Pegas): Pegas digunakan untuk mengembalikan plunger ke posisi awal ketika arus listrik dihentikan, sehingga katup kembali ke keadaan semula (terbuka atau tertutup).
4. Valve Body (Badan Katup): Ini adalah rumah atau casing dari solenoid valve yang berfungsi sebagai tempat komponen lain berada dan mengatur jalur aliran fluida.
5. Inlet dan Outlet Ports (Port Masuk dan Keluar): Jalur ini memungkinkan fluida masuk dan keluar dari valve. Aliran fluida diatur oleh posisi plunger

F. Prinsip Kerja Sensor Infrared

Sensor infrared bekerja dengan memancarkan sinar inframerah dari pemancar ke area sekitarnya. Ketika ada objek yang menghalangi atau memantulkan sinar infrared, penerima akan mendeteksi perubahan intensitas cahaya yang diterima. Berdasarkan perubahan ini, sensor dapat menentukan keberadaan objek, jarak objek, atau bahkan mengenali gerakan.

Terdapat dua metode utama dalam cara kerja sensor infrared:

1. Reflektif (Reflective): Pada metode ini, sinar infrared dipancarkan dari pemancar dan kemudian dipantulkan oleh objek. Penerima akan mendeteksi sinar pantulan tersebut. Sensor akan mengukur intensitas cahaya yang diterima untuk menentukan jarak atau keberadaan objek.

2. Interruptive (Transmissive): Pada metode ini, pemancar dan penerima ditempatkan berseberangan. Ketika ada objek yang melintasi garis antara pemancar dan penerima, sinar infrared akan terhalang, menyebabkan penerima tidak mendeteksi sinar. Ini bisa digunakan untuk mendeteksi kehadiran atau gerakan objek.

G. Pengertian Motor Arus Searah

Motor arus searah atau direct current (DC), yaitu sebuah mesin listrik yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi kinetik dalam bentuk putaran ataupun gerak. Caranya dengan menciptakan medan magnet yang tenaganya berasal dari arus searah.

Di dalam mesin listrik tersebut terdapat beberapa komponen yang akan menciptakan energi mekanik. Diantaranya berupa commutator, field winding, pole dan lain-lain.

Berikut ini beberapa fungsinya:

1. Motor dengan arus DC atau searah banyak diaplikasikan sebagai penggerak pintu putar.
2. Motor jenis DC sering diaplikasikan untuk menggerakkan rangkaian robot sederhana.
3. Banyak diaplikasikan sebagai penggerak untuk berbagai jenis komponen pada perangkat elektronik, seperti baling-baling kipas, vibrator ponsel hingga alat bor.

Pada dasarnya cara kerja jenis motor arus DC adalah mengubah energi listrik yang berasal dari sumber utama menjadi energi kinetik atau gerak yang digunakan oleh peralatan elektronik. Adapun cara kerjanya secara lengkap adalah seperti berikut:

1. Arus DC yang masuk pada rangkaian dialirkan menuju kumparan sehingga menciptakan medan magnet yang akan menghasilkan torsi sebagai penggerak yang memutar motor.
2. Setelah menghasilkan torsi, commutator akan berfungsi menjaga putaran pada motor listrik agar menghasilkan arus searah.
3. Armature yang dihasilkan medan magnet nantinya diputar searah sehingga mampu menghasilkan gaya gerak atau mekanik.

Keunggulan Motor Arus DC. Ada beberapa keunggulan dari jenis motor arus DC sehingga banyak dijadikan pilihan untuk berbagai keperluan, diantaranya adalah:

1. Dirancang secara khusus untuk menghasilkan torsi awal yang besar.
2. Torsi dan kecepatannya mudah untuk dikendalikan.
3. Rangkaian sederhana dengan kontrol yang mudah dipahami.
4. Respon cukup baik dan cocok digunakan meskipun dengan daya rendah.
5. Performa yang dihasilkan mendekati linear.

Kekurangan Motor Arus DC. Selain memiliki beberapa keunggulan yang menjadi daya tarik tersendiri, motor arus DC juga tidak luput dari beberapa jenis kekurangan seperti berikut ini:

1. Agar fungsinya tetap optimal diperlukan

- perawatan khusus yang tidak boleh dilakukan sembarangan.
- 2. Tidak terlalu cocok jika digunakan pada jenis tegangan yang cukup besar.
- 3. Dibandingkan dengan perangkat yang sejenis harganya jauh lebih mahal.
- 4. Kurang efektif jika digunakan untuk kecepatan yang tinggi.

Motor DC bisa diartikan sebagai motor dengan arus DC atau searah yang akan mengubah energi listrik menjadi energi gerak atau energi mekanik dan kinetik. Salah satu keunggulannya adalah memiliki respon yang sangat baik dan bisa digunakan pada rangkaian elektronik dengan daya rendah

H. Pengertian Roti Isi/Lapis

Roti Isi atau Sandwich adalah makanan dari berbagai jenis roti, diiris berupa belahan tipis, diisi dengan berbagai macam isian serta disajikan sebagai cemilan atau makanan bagi mereka yang memiliki sedikit waktu untuk makan. Sandwich terdiri dari roti (bread), olesan (spread), isian (filling) serta hiasan (garnish).

Spread yang baik digunakan untuk sandwich adalah yang lunak, mudah diolah tapi tidak berair atau basah, contohnya yang sering digunakan yaitu selai, butter maupun mayonnaise. Sandwich sendiri merupakan makanan yang memiliki berat 160-200 gram disetiap porsinya.

Cara membuat sandwich melalui proses trimming, cutting, dressing (arranging) dan garnishing. Garnishing atau dekor sandwich adalah memberi hiasan untuk memperindah tampilan sandwich tetapi juga menambah gizi dan kalornya

III. METODE PENELITIAN

Flowchart merupakan gambaran umum dari alur program yang telah dibuat. Data yang dipakai sebagai dasar berupa data. Pada PLC akan dibuat program yang mengatur jalannya miniatur pembuatam roti sandwich aneka rasa otomatis.

Flowchart Solenoid Valve: Gambar di samping menunjukkan diagram alir (flowchart) dari proses otomatisasi untuk pembuatan roti sandwich dengan berbagai pilihan rasa selai (coklat, stroberi, bluberi).

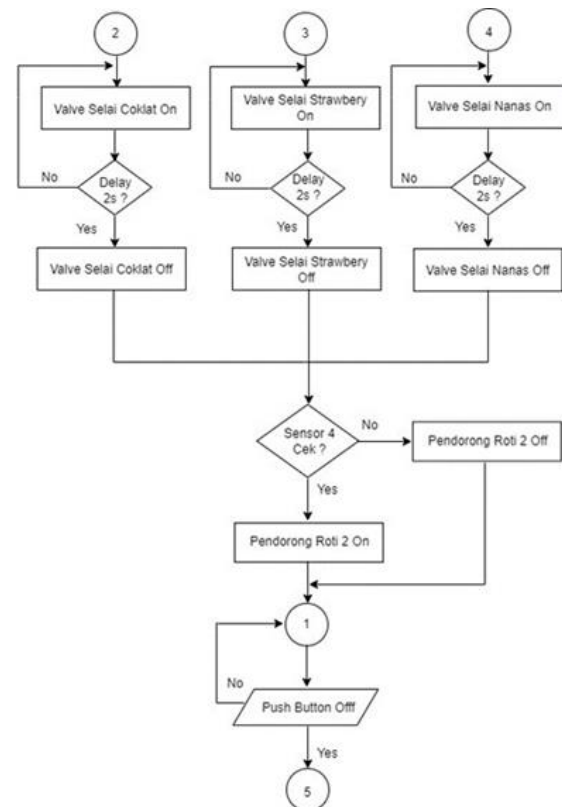
Berikut adalah penjelasan dari proses yang digambarkan pada diagram alir tersebut:

1. Pengisian Selai:
 - a. Jika jenis selai coklat dipilih, valve selai coklat akan terbuka selama 2 detik untuk mengisi selai ke roti, kemudian akan menutup.
 - b. Jika jenis selai stroberi dipilih, valve selai stroberi akan terbuka selama 2 detik untuk mengisi selai ke roti, kemudian akan menutup.
 - c. Jika jenis selai bluberi dipilih, valve selai bluberi akan terbuka selama 2 detik untuk mengisi selai ke roti, kemudian akan menutup.
2. Pemindahan Roti:
 - a. Setelah pengisian selai, sistem akan

memeriksa apakah sensor 4 mendeteksi adanya roti di tempat yang sesuai.

- b. Jika sensor mendeteksi roti, maka pendorong roti 2 akan menyala untuk memindahkan roti ke langkah selanjutnya.
- c. Jika tidak, pendorong roti 2 akan tetap mati.

Proses akan terus berjalan hingga tombol "Push Button Off" ditekan, yang akan menghentikan seluruh operasi.



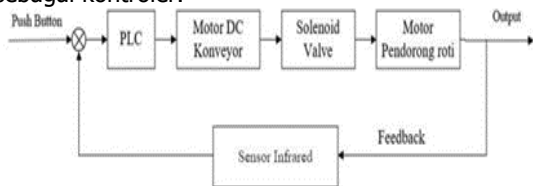
Gambar 3. Flowchart Software

Diagram ini menggambarkan bagaimana proses otomatisasi berjalan dengan memanfaatkan berbagai sensor dan aktuator (valve dan pendorong roti) yang dikendalikan oleh sistem logika yang sederhana. Setiap langkah dalam proses ini diatur oleh logika kontrol untuk memastikan bahwa setiap tahap berjalan sesuai dengan urutan yang benar sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Dari gambar flowchart diatas dapat dijelaskan bahwa jika masing-masing sensor proximity telah mendeteksi roti maka masing- masing solenoid valve akan aktif dan memberikan selai pada roti. Waktu yang dibutuhkan untuk memberikan selai di atas roti yaitu selama 2 detik setelah itu otomatis solenoid valve akan off kembali sampai datangnya roti keberikut dan konveyor tetap berjalan untuk menghantarkan roti yang telah di isi selai. Lalu roti yang telah di isi selai akan dilapisi/ditutupi lagi dengan roti, begitu seterusnya sampai roti habis.

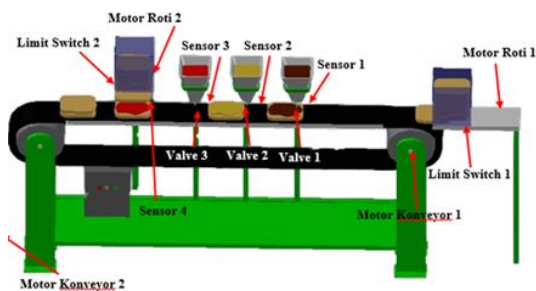
Berdasarkan diagram blok di bawah dapat diketahui bahwa prinsip kerja alat yang akan

dirancang menggunakan 4 buah sistem kendali, yaitu motor DC konveyor, solenoid valve, motor pendorong roti, dan komparator. Apabila diberikan input start melalui push button maka PLC akan mulai beroperasi dan motor DC akan aktif sehingga konveyor berjalan. Disampingnya akan diletakkan sensor proximity untuk mendeteksi roti sebagai feedback yang melintas pada konveyor. Proses tersebut akan terus berjalan hingga ditekan tombol stop. Untuk proses kerja solenoid valve dimana bukaan valve ini yang akan mengisi selai pada roti.

Kemudian proses motor pendorong roti diatur oleh PLC sebagai pusat kontrolnya yang akan aktif berdasarkan kontrol PLC dan komparator yang merupakan rangkaian sensor proximity sebagai pendeteksi roti semua tersebut dikontrol oleh PLC sebagai kontroler.



Gambar 4. Diagram Blok



Gambar 5. Perancangan Alat

Proses perancangan sistem ini dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan terhadap alat yang akan dibuat beserta kebutuhan sistemnya. Dalam tahapan ini ditentukan beberapa komponen yang dibutuhkan, yaitu:

Tabel 1. Komponen Alat

No	Komponen	Jumlah	Tegangan
1	Motor DC Gearbox	3	5 volt
2	Sensor infrared	4	-
3	Solenoid Valve	1	24 volt
4	Solenoid Valve	2	5 volt
5	Stepdown	1	12 volt
6	Stepdown	1	5 volt
7	Modul Relay	2	5 volt

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi beberapa aspek utama dari sistem, meliputi:

1. Fungsi Sistem: Memastikan bahwa setiap komponen, seperti solenoid valve, sensor, dan konveyor, bekerja dengan baik dan sesuai

dengan perintah yang diberikan oleh PLC.

2. Akurasi Pengeluaran Selai: Mengukur seberapa tepat solenoid valve dalam mengeluarkan selai dengan berbagai rasa sesuai dengan pengaturan yang ditentukan.
3. Sinkronisasi Proses: Menguji koordinasi antara konveyor, mekanisme pendorong roti, dan pengeluaran selai agar proses berjalan secara lancar dan terkoordinasi
4. Responsivitas Sistem: Menilai kecepatan dan ketepatan respons dari sistem terhadap input yang diberikan, seperti deteksi roti dan pemilihan rasa selai.
6. Kinerja Keseluruhan: Mengukur kinerja keseluruhan sistem dalam hal kecepatan produksi, kualitas roti sandwich yang dihasilkan, serta kestabilan dan keandalan sistem selama operasi berkelanjutan

Hasil perancangan alat untuk pembuatan roti sandwich beraneka rasa berbasis solenoid valve yang dikendalikan oleh Programmable Logic Controller (PLC) ini mencakup beberapa aspek penting yang menunjukkan bagaimana alat ini dapat memenuhi tujuan desain dan spesifikasi yang diinginkan.



Gambar 6. Keseluruhan



Gambar 7. Tampak Depan



Gambar 8. Bagian Selai

B. Pembahasan

Tabel pengujian timer pemberian selai yang digunakan dalam sistem pembuatan sandwich beraneka rasa berbasis PLC:

Tabel 2. Pengujian Timer

Ke	Selai	Detik	Penyeban Selai	(Sesuai/ Tidak Sesuai)
1	Bluberi	0,5	Sangat Sedikit	Tidak sesuai
2	Coklat	0,5	Pas	Sesuai
3	Stroberi	0,5	Tidak Sama Sekali	Tidak sesuai
4	Bluberi	1	Pas	Sesuai
5	Coklat	1	Sedikit Banyak	Tidak Sesuai
6	Stroberi	1	Tidak Sama Sekali	Tidak sesuai
7	Bluberi	1,5	Kelebihan	Tidak sesuai
8	Coklat	1,5	Kelebihan	Tidak sesuai
9	Stroberi	1,5	Tidak Sama Sekali	Tidak sesuai

Tabel di atas menunjukkan hasil pengujian waktu yang digunakan untuk mengatur durasi pengeluaran selai pada roti. Tujuan pengujian ini adalah untuk menemukan durasi yang paling optimal, di mana selai dapat tersebar secara merata dan sesuai dengan kebutuhan.

1. Timer (detik): Waktu yang diatur pada timer untuk mengontrol durasi pengeluaran selai. Waktu ini bervariasi dari 0,5 detik – 1,5 detik. Penyebaran Selai: Hasil pengamatan terhadap jumlah selai yang dikeluarkan pada roti selama durasi yang ditetapkan:

- a. Sangat Sedikit: Menunjukkan bahwa waktu terlalu singkat, sehingga jumlah selai yang keluar sangat sedikit.
 - b. Sedikit: Waktu masih terlalu singkat, selai yang keluar belum mencukupi.
 - c. Sesuai: Menunjukkan bahwa waktu pengeluaran selai optimal, dengan jumlah selai yang pas dan merata pada roti.
 - d. Kelebihan: Waktu terlalu lama, sehingga selai yang keluar berlebihan.
 - e. Sangat Kelebihan: Waktu jauh terlalu lama, mengakibatkan terlalu banyak selai yang keluar.
2. (Sesuai/Tidak Sesuai): Kolom ini mencatat apakah hasil penyebaran selai dianggap sesuai atau tidak sesuai dengan standar yang diharapkan.
 - a. Sesuai: Hasil yang diharapkan, di mana selai tersebar merata dan dalam jumlah yang tepat.
 - b. Tidak Sesuai: Hasil tidak sesuai karena terlalu sedikit atau terlalu banyak selai yang keluar.
 3. Analisis Keseluruhan
 Analisis sistem keseluruhan alat ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari software yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan input *pushbutton* jenis selai:

Ke	Selai	Sensor Selai			Valve Selai			Keterangan
		S1	S2	S3	Stroberi	Coklat	Bluberi	
1	Stroberi	√	-	-	√	-	-	Sesuai
2	Coklat	-	√	-	-	√	-	Sesuai
3	Bluberi	-	-	√	-	-	√	Sesuai
4	Bluberi	-	-	√	-	-	√	Sesuai
5	Stroberi	√	-	-	√	-	-	Sesuai
6	Coklat	-	√	-	-	√	-	Sesuai
7	Coklat	-	√	-	-	√	-	Sesuai
8	Stroberi	√	-	-	√	-	-	Sesuai
9	Bluberi	-	-	√	-	-	√	Sesuai

Analisis keseluruhan dari tabel di atas menunjukkan bahwa sistem deteksi dan pengeluaran selai pada alat pembuatan roti sandwich berbasis solenoid valve dan sensor berfungsi sesuai dengan harapan. Berikut adalah analisisnya:

1. Fungsi Sensor dan Valve: Setiap kali jenis selai yang diinginkan terdeteksi, sensor yang relevan (S1 untuk stroberi, S2 untuk coklat,

- S3 untuk bluberi) berhasil mengaktifkan valve yang sesuai, memastikan hanya selai yang benar dikeluarkan.
2. Pada percobaan dengan selai stroberi (percobaan 1, 5, 8), sensor S1 aktif dan valve stroberi terbuka, mengeluarkan selai stroberi.
 3. Pada percobaan dengan selai coklat (percobaan 2, 6, 7), sensor S2 aktif dan valve coklat terbuka, mengeluarkan selai coklat.
 4. Pada percobaan dengan selai bluberi (percobaan 3, 4, 9), sensor S3 aktif dan valve bluberi terbuka, mengeluarkan selai bluberi.

Keselarasan Sensor dan Valve: Setiap sensor yang aktif menunjukkan valve yang sesuai bekerja dengan benar. Tidak ada pengeluaran selai yang salah, seperti valve yang tidak sesuai atau selai yang tidak terdeteksi oleh sensor. Ini menunjukkan bahwa sistem kontrol bekerja secara sinkron antara input sensor dan output valve

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dalam tugas akhir ini diimplementasikan sebuah sistem otomasi untuk pembuatan sandwich aneka rasa menggunakan solenoid valve yang dikendalikan oleh Programmable Logic Controller (PLC). Sistem ini mampu mengotomatiskan proses pemilihan dan pengeluaran selai dengan rasa coklat, strawberry, dan blueberi secara presisi, sesuai dengan pilihan yang diinginkan.
2. Implementasi solenoid valve yang dikendalikan oleh Programmable Logic Controller (PLC) telah berhasil meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pembuatan roti sandwich beraneka rasa. Sistem otomatis ini memungkinkan pengeluaran selai dengan presisi, mengurangi kesalahan manual, dan mempercepat produksi. Selain itu, fleksibilitas dalam pengaturan parameter produksi memungkinkan sistem ini untuk memenuhi berbagai kebutuhan industri. Secara keseluruhan, penggunaan PLC dalam mengendalikan solenoid valve telah meningkatkan kualitas produk dan efisiensi proses, menjadikannya solusi yang efektif untuk industri makanan.

B. Saran

Berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Penyempurnaan Desain Mekanis
2. Efisiensi dan Keandalan: Pertimbangkan untuk memperbaiki desain mekanis agar lebih efisien dan andal. Misalnya, gunakan material yang lebih tahan lama atau desain yang meminimaliskan.
3. Pengendalian Proses yang Lebih Canggih
4. Sensor Tambahan: Tambahkan sensor untuk memantau berbagai parameter seperti suhu, kelembaban, atau berat bahan untuk

5. Pengaturan Otomatis: Implementasikan kontrol otomatis untuk menyesuaikan parameter proses berdasarkan data sensor agar hasil akhir lebih konsisten

DAFTAR PUSTAKA

- Allidino (2019, September 20) Komponen dan Prinsip Kerja PLC. From [plc.mipa.ugm :https://plc.mipa.ugm.ac.id/komponen-dan-prinsip-kerja-plc/](https://plc.mipa.ugm.ac.id/komponen-dan-prinsip-kerja-plc/)
- Astraotoshop (2024, Oktober 10) Fungsi dan Kerja Solenoid Valve pada Mobil. From [Astraotoshop.com :https://astraotoshop.com/article/solenoid-valve-mobil](https://astraotoshop.com/article/solenoid-valve-mobil)
- Automization (2023) Prinsip Kerja PLC dan Siklus Scan PLC. From [The Automization.com :https://theautomization-com.translate.goog/plc-working-principle-and-plc-scan-cycle/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc](https://theautomization-com.translate.goog/plc-working-principle-and-plc-scan-cycle/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc)
- HUSNIA, A. I. (2016). RANCANG BANGUN ALAT PEMBUAT ROTI SANDWICH ANEKA RASA OTOMATIS BERBASIS PLC (BAGIAN II) (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- LidahTekno (2024, Juni 14) Cara Kerja Sensor Infrared. From [Lidahtekno.com :https://lidahtekno.com/cara-kerja-sensor-infrared/amp/](https://lidahtekno.com/cara-kerja-sensor-infrared/)
- LesTeknik.com. (2024, Juli 28). *Mengenal PLC Omron CP1E Beserta Fitur dan Fungsinya*. From [LesTeknik.com:https://lesteknik.com/mengenal-plc-omron-cp1e-beserta-fitur-dan-fungsinya/](https://lesteknik.com/mengenal-plc-omron-cp1e-beserta-fitur-dan-fungsinya/)
- Norgantara (2024) Apa itu Solenoid Valve: Pengertian, Fungsi, dan Cara Kerja. From [PT Norgantara Prima Prakasa :https://norgantara.co.id/apa-itu-solenoid-valve-pengertian-fungsi-dan-cara-kerja/#TOP](https://norgantara.co.id/apa-itu-solenoid-valve-pengertian-fungsi-dan-cara-kerja/#TOP)
- PLC, K. (2023, September 27). *Pengertian Catu Daya: Fungsi, Contoh, Cara Kerja & Komponennya*. From [Kelas PLC:https://www.kelasplc.com/catu-daya/](https://www.kelasplc.com/catu-daya/)
- Prastyo, A.E (2012) Pengertian dan Penjelasan tentang Solenoid Valve. From [Arduino Indonesia :https://www.arduinoindonesia.id/2022/09/pengertian-dan-penjelasan-tentang.html?m=1](https://www.arduinoindonesia.id/2022/09/pengertian-dan-penjelasan-tentang.html?m=1)
- R, Alief. (2022, Oktober 27). *Push Button Switch: Pengertian, Fungsi, Jenis-jenis (Lengkap)*. From [Rakhman Net:https://rakhman.net/electrical-id/push-button/](https://rakhman.net/electrical-id/push-button/)
- Rejeki, S (2022) Modul Ajar Kolaborasi Konsentrasi Kuliner. From [Modul:https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/735410-1673340768.pdf](https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/735410-1673340768.pdf)
- Robi. (2024, September 29). *Pengertian Motor DC, Fungsi, Jenis, Komponen & Cara Kerja*. From [ilmuteknik:https://ilmuteknik.id/motor-dc/](https://ilmuteknik.id/motor-dc/)
- RS (2023, Januari 11) Panduan Lengkap Motor DC. From [UK RS Online :https://uk-rs-online-com.translate.goog/web/content/discovery/ideas-and-advice/dc-motors-](https://uk-rs-online-com.translate.goog/web/content/discovery/ideas-and-advice/dc-motors-)

- guide?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sge&_x_tr_hist=true#
- Romadhon, A. S. (2022). *Programable Logic Controller (PLC)*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Team, CD (2023, Agustus 28) Mengenal Sensor IR dan LED IR: Fungsi, Perbedaan, dan Aplikasi. From Electronicsforu.com : https://www-electronicsforu-com.translate.goog/technology-trends/learn-electronics/ir-led-infrared-sensor-basics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc&_x_tr_hist=true
- T, Ajif. (2022). *Pengertian Solenoid Valve Macam Macam Serta Cara Kerjanya*. From Edukasikini.com: <https://www.edukasikini.com/2022/04/pengertian-solenoid-valve-macam-macam.html>.