

## PENERAPAN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK PADA ALAT STEMPEL OTOMATIS MASA KADALUARSA MAKANAN DAN MINUMAN BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Satriana T<sup>1)</sup>, Eva Damayanti<sup>2)</sup>  
Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung<sup>1),2)</sup>  
Email: satriana1517@gmail.com<sup>1)</sup>, evadamayanti@poltektedc.ac.id<sup>2)</sup>

### Abstrak

Perkembangan teknologi industri telah meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi. Penerapan sistem elektropneumatik pada alat stempel otomatis berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)* memadukan gerakan pneumatik yang cepat dan kuat dengan kontrol elektrik presisi, memungkinkan otomatisasi dan mengurangi keterlibatan manusia. Penelitian ini bertujuan menentukan tekanan udara optimal dan gaya piston, serta mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas cetakan stempel otomatis seperti media, bentuk cetakan, dan waktu stamping. Hasilnya menunjukkan bahwa tekanan udara 3 bar menghasilkan cetakan terbaik, dengan media kardus, plastik, dan kayu sebagai yang paling efektif. Bentuk cetakan persegi panjang memberikan hasil terbaik, sedangkan bentuk segitiga paling buruk. Durasi kontak 2 hingga 3 detik adalah yang paling efektif, sementara waktu lebih dari 5 detik menurunkan kualitas cetakan. Gaya piston mencapai 60,288 N pada langkah maju dan 60,203 N pada langkah mundur, menunjukkan stabilitas yang baik. Teknologi ini memungkinkan produksi otomatis yang efisien, meminimalkan kesalahan, dan meningkatkan produktivitas.

**Kata Kunci:** Teknologi Industri, Sistem Elektropneumatik, Alat Stempel Otomatis, *Programmable Logic Controller (PLC)*.

### Abstract

The development of industrial technology has enhanced efficiency and productivity in production. The implementation of an electro-pneumatic system in an automatic stamping tool based on *Programmable Logic Controller (PLC)* combines fast and powerful pneumatic motion with precise electrical control, enabling automation and reducing human intervention. This research aims to determine the optimal air pressure and piston force, and to evaluate factors affecting the quality of automatic stamping, such as media, stamp shape, and stamping time. The results show that an air pressure of 3 bar produces the best stamp, with cardboard, plastic, and wood being the most effective media. The rectangular stamp shape provides the best results, while the triangular shape performs the worst. A contact duration of 2 to 3 seconds is the most effective, whereas durations longer than 5 seconds reduce the quality of the stamp. The piston force reaches 60.288 N on the forward stroke and 60.203 N on the return stroke, indicating good stability. This technology enables efficient automated production, minimizes errors, and increases productivity.

**Keywords:** Industrial Technology, Electro-pneumatic System, Automatic Stamping Tool, *Programmable Logic Controller (PLC)*.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi industri telah membawa banyak manfaat termasuk peningkatan efisiensi, produktivitas dan ketepatan dalam proses produksi. Teknologi ini telah memungkinkan mesin-mesin untuk beroperasi dengan lebih cepat dan akurat. Implementasi inovasi teknologi di industri dapat berguna untuk memudahkan proses produksi dan meningkatkan pendapatan suatu industri. Selain hal tersebut pemanfaatan teknologi juga dapat menghemat waktu proses produksi dengan produktifitas yang tinggi. Salah satu inovasi dalam bidang ini adalah penerapan sistem elektropneumatik pada alat stempel pemberi label masa kedaluwarsa otomatis berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)*.

Pada suatu kemasan produk, informasi yang pertama kali dilihat oleh konsumen yaitu label pada kemasan. Beberapa informasi yang biasanya

terdapat pada label kemasan yaitu identitas produk, komposisi, nilai gizi, cara penggunaan, tanggal kadaluarsa, informasi produsen dan nomor izin edaran. Dengan informasi yang lengkap dan jelas pada label kemasan, konsumen dapat membuat keputusan yang lebih baik dan lebih cerdas saat memilih produk.

Salah satu informasi dalam label yang paling populer dan sering diperhatikan adalah tanggal kadaluarsa produk. Dengan adanya label tanggal kadaluarsa maka diharapkan konsumen tidak keliru dalam menentukan dan mendapat jaminan kualitas produk. Salah satu masalah yang sering dihadapi adalah ketika mesin stempel dan perhitungan barang secara manual digunakan pada proses penstempelan menjadi kurang efisien dan dapat menyebabkan kesalahan dalam proses produksi.

Penggunaan teknologi pneumatik memungkinkan gerakan cepat dan kuat, sementara kontrol elektrik yang presisi memungkinkan pengaturan yang tepat dan

fleksibel. Dengan mengintegrasikan PLC, sistem ini dapat diprogram untuk menjalankan berbagai tugas secara otomatis dan terkoordinasi, meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses penstempelan produk. PLC memberikan kemampuan kontrol yang canggih, memungkinkan pemrograman kompleks dan penyesuaian mudah sesuai kebutuhan produksi.

Penggunaan peralatan kontrol dan system elektro pneumatic seperti ini akan menjadikan produksi lebih mudah dengan waktu yang cepat dan dapat mengurangi penggunaan tenaga manusia. hal ini dapat memungkinkan mesin-mesin untuk beroperasi secara otomatis atau semi-otomatis, dengan sedikit campur tangan manusia. Oleh karena itu penulis mengangkat tugas akhir dengan judul "Penerapan sistem elektro pneumatic pada alat stempel otomatis berbasis programmable logic controller (PLC)".

**II. LANDASAN TEORI**

**A. Mesin Stempel**

**2.1 Pengertian Mesin Stempel**

Mesin Stempel merupakan alat yang digunakan untuk mencetak atau menempelkan logo berupa gambar, teks, angka dan lain-lain. Pada mesin stempel biasanya dapat beroperasi secara manual dan otomatis.. Mesin stempel biasanya digunakan pada dunia industry, percetakan, sekolah, kantor, dan lain-lain. Sedangkan pengertian stempel sendiri yaitu alat yang digunakan untuk memberikan tanda legalisasi, pengesahan pada dokumen dan ada juga stempel yang digunakan untuk menunjukkan kepemilikan benda.

**2.2 Pengertian Tanggal Masa Kadaluausa**

Tanggal kadaluarsa adalah keterangan dari produsen kepada konsumen yang menunjukkan batas atau tanggal kadaluarsa penggunaan yang "baik" dan "aman" suatu produk makanan atau minuman (Nugraha, 2017).Memperhatikan tanggal masa kadaluarsa pada makanan atau minuman sangat penting dilakukan agar makanan yang di konsumsi aman bagi kesehatan.

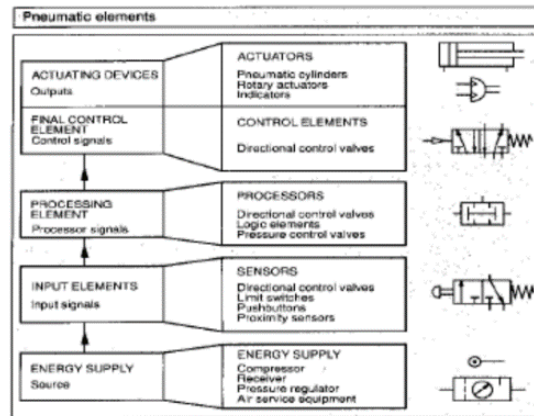
**B. Pneumatik**

**2.1 Pengertian Sitem Pneumatic**

Pneumatik berasal dari bahasa yunani pneuma yang artinya udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut sistem pneumatic (M. Iqbal Nur Fahmi, Wahyudi 2017).

**2.2 Struktur Kerja Sistem Pneumatik**

Urutan kerja dari sistem pneumatic dapat digambarkan dalam struktur atau aliran sinyal (signal flow) pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Struktur aliran siny pneumatic

**C. Sistem Elektro Pneumatik**

**2.1 Pengertian Sistem Elektro Pneumatic**

Sistem Elektro Pneumatik adalah system yang menggunakan gabungan komponen pneumatic dan elektrik. Penggunaan ini didasarkan pada kebutuhan atau bertujuan untuk optimalisasi system.

Perbedaan dengan sistem pneumatic adalah pada sistem elektro pneumatic pada bagian sinyal input, pemroses sinyal dan pengendali sinyal digunakan komponen elektronika atau komponen kombinasi antara pneumatic dan elektronik. Sebagai contoh adalah katup dengan aktuasi solenoid (*solenoid valve*).

**2.2 Prinsip Kerja Elektro Pneumatik**

Elektro pneumatic ini yaitu menggabungkan teknologi elektronika dengan tekanan udara untuk menciptakan sistem yang dapat mengontrol pergerakan dengan presisi tinggi dan respon yang cepat. Pneumatik melibatkan penggunaan udara terkompresi untuk menggerakkan komponen mekanis, seperti silinder pneumatic. Silinder pneumatic adalah perangkat yang mengubah energi udara terkompresi menjadi gerakan linear. Elektro-pneumatic mengintegrasikan kendali elektronik untuk mengatur aliran udara ke dalam silinder pneumatic. Ini memungkinkan pengaturan dan pengendalian yang lebih tepat dibandingkan dengan sistem pneumatic konvensional yang hanya menggunakan katup mekanis.

**2.3 Komponen Elektro Pneumatic**

**a. Kompresor**

Kompresor merupakan penghisap udara di atmosfer dan memampatkan serta menyimpannya dalam tangki penampungan hingga tekanan tertentu. Menurut Tuapetel dan Narwalutama (2022), kompresor memiliki persamaan yang digunakan untuk menghitung daya kompresor seperti di bawah ini:

$$N_s = Q_s \times \eta_{total}$$

Keterangan :

- $N_s$  = Daya Kompresor
- $Q_s$  = Debit udara kompresor
- $\eta_{total}$  = Efisiensi

Kebutuhan udara dihitung dengan satuan liter/menit (l/min) sesuai dengan standar kapasitas kompresor. Kebutuhan udara silinder dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut (Priyono, SST., 2017).

$$Q = 2 \times (s \times n \times q)$$

Keterangan :

- Q = Kebutuhan udara silinder (l/min)
- q = Kebutuhan udara persentimeter langkah piston
- s = Panjang langkah piston (cm)
- n = Jumlah siklus kerja per menit

b. Unit Pelayanan (*Air Service Unit*)

Air services unit berfungsi untuk distribusi udara terkompresi dari kompresor ke seluruh sistem, perlu adanya pengaturan baik kebersihan, tekanan maupun keperluan pelumasan.

c. Katup Selonoid Valve

Selonoid valve merupakan sebuah katup yang menggunakan solenoid (kumparan kawat yang dililitkan di sekitar inti besi) untuk mengontrol aliran fluida. Ketika solenoid diaktifkan dengan listrik, medan elektromagnetik yang dihasilkan akan menarik atau mendorong bagian internal katup untuk membuka atau menutup aliran fluida.

d. Katup Pengarah

Katup ini berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara terkompresi yang akan bekerja menggerakkan actuator atau bisa disebut katup yang dapat mengendalikan arah gerakan actuator.

e. Silinder Pneumatic Tunggal (*Single Acting Cylinder*)

Single acting cylinder merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara bertekanan. Single acting cylinder ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong ataupun menekan piston dalam satu arah saja (umumnya keluar) dan menggunakan pegas pada sisi yang lain untuk mendorong piston kembali pada posisi semula (Subhan and Satmoko 2016).

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat. gaya piston single acting cylinder dapat dihitung secara teoritis yaitu sebagai berikut (M. Iqbal Nur Fahmi, Wahyudi 2017).

$$F = 2x \frac{\pi}{4} x p - f$$

Keterangan :

- F = Gaya Piston (N)
- f = Gaya Pegas (N)
- p = Tekanan Kerja (Pa)

f. Silinder Kerja Ganda (*Double Acting Cylinder*)

*Double acting cylinder* adalah silinder yang memiliki dua port untuk instroke dan outstroke. Silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali ke posisi awal (menarik ke dalam) maka silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal (Subhan and Satmoko 2016).

Sebelum menghitung gaya piston saat bergerak maju dan bergerak mundur mula mula kita dapat menghitung luas permukaan silinder. Untuk menghitung luas permukaan silinder dapat menggunakan persamaan 2.3 berikut (Syahril dan Hidayat 2018):

$$A = \frac{\pi}{4} x D^2$$

Keterangan:

- A = Luas permukaan silinder
- D = Diameter piston

Menurut Tuapetel dan Narwalutama (2022), gaya piston yang dihasilkan oleh silinder dipengaruhi oleh tekanan udara, diameter silinder, serta gesekan yang timbul pada komponen perapat. Secara teoritis, gaya piston double acting cylinder pada langkah maju dan langkah mundur dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

1. Langkah maju

$$F = D^2 \frac{\pi}{4} . p$$

2. Langkah mundur

$$F = D^2 - d^2 . \frac{\pi}{4} p$$

Keterangan:

- F = Gaya Piston (N)
- f = Gaya Pegas (N)
- D = Diameter Piston (m)
- d = Diameter Batang Piston (m)
- A= Luas Penampang piston ( $m^2$ )
- p = Tekanan Kerja (Pa)

g. Sensor Infrared

Sensor infrared (IR) adalah perangkat yang menggunakan sinar inframerah untuk mendeteksi objek atau jarak antara objek dan sensor. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengukuran jarak, deteksi gerakan, dan komunikasi

data nirkabel. Sistem sensor infra merah pada dasarnya menggunakan infra merah sebagai media untuk komunikasi data antara receiver dan transmitter. Sistem akan bekerja jika sinar infra merah yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda.

#### D. *Programmable Logic Controller*

##### 2.1 Pengertian *Programmable logic controller*

Menurut Capiel (1982) *Programmable Logic Controller* adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industry, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik logika. Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

##### a. *Programmable*

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

##### b. *Logic*

*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.

##### c. *Controller*

*Controller* menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

##### 2.2 Prinsip Kerja *Programmable Logic Controller*

Pada prinsipnya PLC melalui modul input bekerja menerima data data berupa sinyal dari peralatan input luar (*external input device*) dari sistem yang dikontrol. Peralatan input luar tersebut antara lain berupa saklar, tombol, dan sensor. Data-data masukan yang masih berupa sinyal analog tersebut akan diubah oleh modul input AID (*analog to digital input module*) menjadi sinyal digital. Selanjutnya CPU (*Central Processing Unit*) yang ada di dalam PLC sinyal digital itu diolah sesuai dengan program yang telah dibuat dan disimpan didalam Selanjutnya CPU mengambil keputusan dan memberikan perintah, melalui modul output dalam bentuk sinyal digital. Kemudian oleh modul output DIA (*digital to analog output module*) sinyal digital itu bila perlu diubah menjadi sinyal analog. Pada akhirnya sinyal analog inilah yang mampu menggerakkan peralatan output luar (*external output device*) dari sistem yang dikontrol seperti kontaktor, relay, solenoid valve, heater, alarm, dan lampu indikator.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Tahapan Perancangan

Tahapan perancangan alat ini dilakukan untuk memastikan bahwa proses perancangan dilakukan secara sistematis dan terstruktur, sehingga setiap langkah dapat dilaksanakan dengan efisien dan

efektif, dengan adanya tahapan yang jelas alat ini dapat dilakukan untuk meminimalisir risiko kesalahan, memastikan bahwa semua kebutuhan dan spesifikasi alat terpenuhi, serta memungkinkan identifikasi dan penyelesaian masalah sejak tahap awal. Perancangan alat ini dilakukan melalui beberapa tahap yang meliputi:

##### 1. Menentukan kebutuhan dan spesifikasi

Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan alat yaitu menentukan kebutuhan fungsi dan spesifikasi pada alat tersebut. Hal ini mengenai pemahaman tentang apa yang harus dilakukan oleh alat dan bagaimana alat tersebut harus beroperasi.

##### 2. Menentukan komponen

Menentukan komponen dan hardware apa saja yang digunakan, seperti sensor, aktuator, PLC, Arduino, dan elemen-elemen lainnya. Menentukan komponen dilakukan dengan mempertimbangkan bagaimana setiap bagian dari flowchart akan diimplementasikan secara fisik dan elektronik.

##### 3. Pembuatan blok diagram

Pembuatan blok diagram berfungsi untuk memberikan gambaran umum tentang hubungan antar komponen yang dipetakan melalui blok diagram.

##### 4. Pembuatan Flowchart

Selanjutnya yaitu pembuatan flowchart yang berfungsi untuk menggambarkan proses kerja alat, alur kontrol, dan interaksi antar komponen.

##### 5. Pembuatan Desain

Setelah menentukan komponen yang digunakan selanjutnya membuat desain alat agar dapat mengetahui tata letak setiap komponen dan memberikan instruksi yang jelas tentang perakitan, pemasangan, dan konfigurasi alat. Contohnya seperti skema rangkaian listrik, layout fisik, dan integrasi perangkat lunak.

##### 6. Pembuatan atau perakitan prototype

Mengumpulkan dan merakit semua komponen sesuai dengan desain yang telah dibuat. Yaitu pemasangan dan wiring komponen fisik, seperti cylinder pneumatic, motor DC, dan solenoid valve, serta integrasi sistem kontrol dengan PLC dan Arduino nano.

##### 7. Membuat pengalamatan input dan output

Selanjutnya yaitu menentukan input dan output yang digunakan pada alat stempel otomatis dengan membuat tabel input dan output sehingga dapat memudahkan dalam pembuatan ladder diagram.

##### 8. Pembuatan ladder diagram pada software CX-Programmer.

##### 9. Pembuatan program counter dan RPM menggunakan software Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C.

##### 10. Pengembangan perangkat lunak (software)

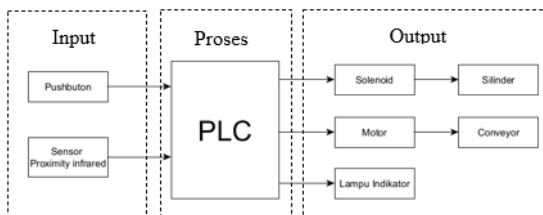
Selanjutnya yaitu menyusun dan menguji perangkat lunak yang diperlukan untuk mengontrol sistem, termasuk program PLC dalam bentuk ladder diagram dan kode Arduino dalam bahasa C.

11. Pengujian prototype
  - a. Pengujian fungsi
 

Menguji prototipe untuk memastikan bahwa semua fungsi bekerja sesuai dengan desain. Ini meliputi uji coba stamping, pengaturan kecepatan motor, kepekaan sensor proximity infrared dan respons dari komponen pneumatik.
  - b. Pengujian kinerja
 

Memeriksa kinerja alat dalam berbagai kondisi untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan.

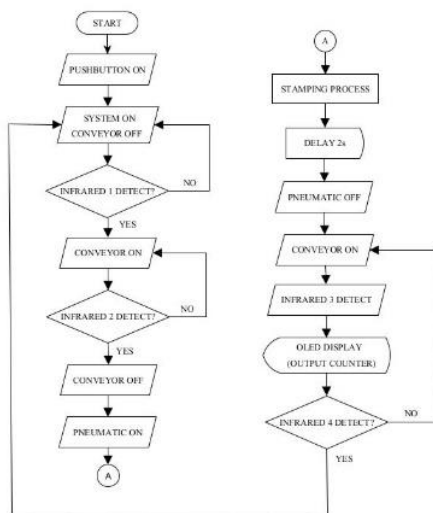
B. Blok Diagram



Gambar 2. Blok Diagram

Pada gambar 2 blok diagram sistem ini dijelaskan gambaran bagaimana sistem ini bekerja. Blok diagram ini mencakup bagian alur input dan output secara keseluruhan sistem pada rangkaian. Pada sistem ini PLC (*Programmable Logic Controller*) ini yang mengatur beberapa komponen dalam suatu proses otomatisasi.

C. Flowchart System



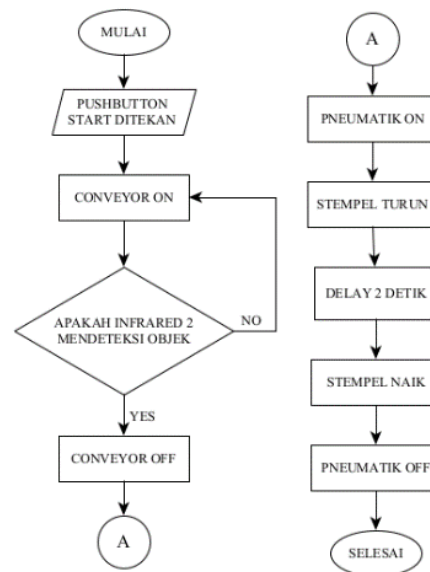
Gambar 3. Flowchart sistem stempel otomatis

Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja sistem stempel otomatis dengan sistem elektro pneumatik. Proses dimulai ketika tombol start ditekan, yang mengaktifkan sistem. Pada tahap ini, meskipun sistem telah menyala, konveyor masih dalam keadaan mati (OFF). Sistem kemudian memeriksa sensor infrared 1 untuk mendeteksi keberadaan objek. Jika sensor tidak mendeteksi

objek, konveyor tetap mati. Namun, jika objek terdeteksi, konveyor menyala (ON) dan mulai menggerakkan objek ke arah depan.

Setelah objek dibawa oleh konveyor, sistem kembali melakukan pengecekan melalui sensor infrared 2. Jika sensor ini tidak mendeteksi objek, konveyor terus bergerak. Namun, jika terdeteksi, konveyor akan berhenti (OFF), dan sistem pneumatik menyala (ON) untuk memulai proses stamping. Pada tahap ini, terdapat waktu tunda (delay) selama 2 detik sebelum sistem pneumatik kembali dimatikan (OFF). Setelah waktu tunda berakhir, konveyor menyala kembali dan membawa objek. Saat objek mendekati sensor infrared 3, sensor tersebut akan mendeteksi objek dan menampilkan hasil perhitungan (counter) pada layar OLED. Proses berlanjut hingga sensor infrared 4 mendeteksi objek. Jika tidak ada deteksi, konveyor tetap berjalan, tetapi ketika sensor infrared 4 mendeteksi objek, sistem tetap menyala (ON) sementara konveyor dimatikan (OFF), menandakan bahwa siklus telah selesai.

Adapun *flowchart* *stemple* otomatis dengan sistem elektro pneumatic yaitu sebagai berikut:

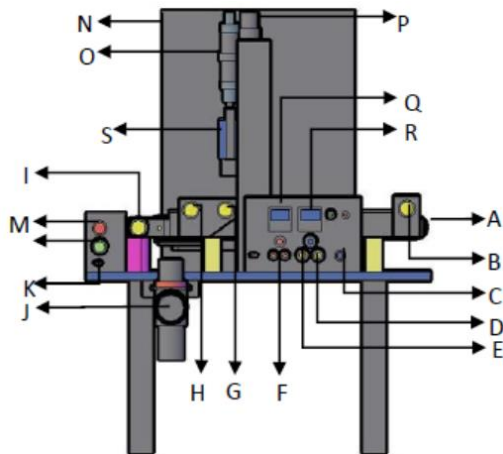


Gambar 4. Flowchart stempel dengan system elektro pneumatic

Flowchart pada gambar 4 merupakan *flowchart* penerapan sistem elektro pneumatic pada alat stempel otomatis pada masa kadaluarsa makanan/minuman berbasis PLC dengan mode otomatis. Pada saat menekan *pushbutton start* konveyor akan on dan terdapat sensor infrared 2 yang berfungsi untuk mengaktifkan pneumatik apakah sensor infrared 2 mendeteksi objek jika tidak konveyor akan terus bergerak jika ya konveyor akan off dan *pneumatic* akan on. Selanjutnya stempel akan turun untuk melakukan stempel terdapat delay selama 2 detik setelah 2 detik stempel akan naik kembali ke posisi semula dan pneumatic akan off.

D. Perancangan Alat

Perancangan alat ini dilakukan yaitu membuat desain alat terlebih dahulu pada software autocad agar dapat menentukan komponen untuk di integrasikan antara satu komponen dengan komponen yang lain. Perancangan alat secara keseluruhan pada stempel otomatis dibuat sebagai panduan penulis dalam pembuatan alat



Gambar 5. Desain alat

Keterangan:

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| A : Conveyor                     | J : Regulator         |
| B : Sensor infrared 1            | K : Saklar            |
| C : Dimmer                       | L : Pushbutton Start  |
| D : Pushbutton Conveyor          | M : Pushbutton Stop   |
| E : Pushbutton Pneumatik         | N : Panel             |
| F : Lampu conveyor dan pneumatic | O : Pneumatik         |
| G : Sensor infrared 2            | P : Water level tinta |
| H : Sensor infrared 3            | Q : Display Rpm       |
| I : Sensor infrared 4            | R : Display Counter   |
|                                  | S : Stempel           |

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Luas Permukaan Silinder

Silinder double acting merupakan komponen aktuator yang menggunakan tekanan udara untuk menggerakkan piston dalam dua arah, maju dan mundur. Analisis terhadap luas permukaan silinder ini sangat penting karena mempengaruhi efisiensi kinerja. Untuk menghitung luas permukaan silinder dapat menggunakan persamaan yaitu sebagai berikut

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

Keterangan:

- A = Luas permukaan  
D = Diameter piston

Diketahui Diameter piston pada double acting cylinder yang digunakan yaitu D = 16 mm = 0,016 m, maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$A = \frac{\pi}{4} \times (0,016)^2 = 2,0096 \times 10^{-4}$$

Dari perhitungan luas permukaan silinder yaitu  $2,0096 \times 10^{-4}$

B. Perhitungan kebutuhan udara

Kebutuhan udara merupakan faktor penting yang perlu di perhitungkan untuk memastikan kinerja yang optimal pada pneumatic. Untuk menghitung kebutuhan udara dapat menggunakan persamaan yaitu sebagai berikut:

Keterangan :  $Q = 2 \times (s \times n \times q)$

Q = Kebutuhan udara silinder (l/min)

q = Kebutuhan udara persentimeter langkah piston

s = Panjang langkah piston (cm)

n = Jumlah siklus kerja per menit

Diketahui Panjang langkah piston (s) yaitu 50 mm atau sama dengan 5 cm, jumlah siklus kerja per menit (n) yaitu 0,033 dan kebutuhan udara per sentimeter langkah piston (q) yaitu 0,008 di dapat dari tabel 2.1 maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = 2 \times (5 \times 0,03 \times 0,008) = 0,00264 \text{ liter/menit}$$

Sehingga diperoleh kebutuhan udara pada *double-acting cylinder* yaitu 0.00264 liter/menit

C. Perhitungan Gaya Piston

Gaya piston adalah gaya yang dihasilkan oleh piston ketika udara ditekan masuk ke dalam silinder dan mendorong piston untuk bergerak.

1. Gaya piston Langkah maju

Diketahui diameter piston (D) yaitu 16 mm atau sam dengan 0,016 m dan tekanan kerja (p) yaitu 3 bar atau sama dengan  $3 \times 10^5$  maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = 0,016^2 \times \frac{\pi}{4} \times 3 \times 10^5 = 60,288 \text{ N}$$

Sehingga di peroleh gaya gaya piston silinder pnematik pada saat langkah maju yaitu 60,288 N.

2. Gaya piston Langkah mundur

Langkah mundur adalah kebalikan dari langkah maju yaitu pergerakan piston dari posisi akhir menuju posisi awal.

Diketahui diameter piston (D) yaitu 16 mm atau sam dengan 0,016 m, Diameter batang piston (d) yaitu 6 mm atau sama dengan 0,0006 m dan tekanan kerja (p) yaitu 3 bar atau sama dengan  $3 \times 10^5$  maka dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = 0,016^2 - 0,0006^2 \times \frac{\pi}{4} \times 3 \times 10^5 = 60,203 \text{ N}$$

Sehingga di peroleh gaya piston silinder pneumatik pada saat langkah mundur yaitu 60,203N.


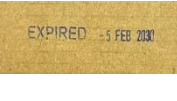

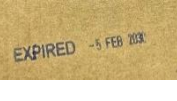
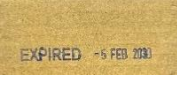

D. Pengujian hasil stempel

1. Berdasarkan Tekanan Udara

Pengujian hasil stempel berdasarkan tekanan udara bertujuan untuk mengetahui berbagai macam

tekanan udara mempengaruhi hasil kualitas stempel.dapat menentukan tekanan udara optimal yang menghasilkan kejelasan,kedalaman dan konsistensi dengan hasil terbaik.Adapun hasil pengujian tekanan udara yaitu sebagai berikut:

**Tabel 1.** Pengujian Berdasarkan Kebutuhan Udara

No	Tekanan Udara	Kejelasan Teks	Gambar
1	1 bar	Tidak ada	
2	2 bar	Teks pada tulisan "EXPIRED" sedikit tidak sempurna dan sedikit tipis	
3	3 bar	Teks pada tulisan "EXPIRED" sempurna, ketebalan huruf yang pas	
4	4 bar	Teks pada tulisan "EXPIRED" sedikit kurang tajam namun ada beberapa teks yang tampak buram terdapat bagian yang terlalu tebal dan terdapat bercak tinta	
5	5 bar	Teks "EXPIRED" dan "5 FEB 2030" cukup jelas dan terdapat ketidakrataan pada beberapa bagian teks, sedikit bercak tinta.	
6	6 bar	Teks "EXPIRED" dan "5 FEB 2030" jelas namun teks terlalu tebal. Terdapat tulisan yang buram dan terdapat bercak.	

2. Pengujian berdasarkan media  
 Pengujian hasil stempel berdasarkan media adalah proses evaluasi untuk memastikan bahwa

cetakan/tanda yang di hasilkan oleh stempel pada berbagai jenis media sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah yang dapat mempengaruhi ketajamaan, daya tahan dan kejelasan hasil stempel. Adapun tabel pengujian dalam berbagai media yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2.** Pengujian Berdasarkan Media

No	Media	Hasil	Pengamatan	Gambar
1	Kardus	Jelas dan tajam	Tidak ada noda, tinta cepat kering	
2	Stearofom	Jelas dan tajam	baik, namun hati-hati dengan tekanan agar tidak merusak permukaan	
3	Aluminium foil	jelas	Teks terlihat sedikit lebih tebal.	
4	Plastik	Jelas dan merata	Rapi dan tidak ada noda	
5	Aluminium	Jelas dan tajam	Tinta menempel dengan baik namun tulisan "EXPIRED" terlihat sedikit lebih tebal	
6	Kayu	Jelas dan tajam	Tinta menempel dengan baik	

3. Pengujian berdasarkan waktu  
 Pengujian stempel berdasarkan waktu berfungsi untuk mengetahui bagaimana hasil dari stempel pada delay waktu 1 detik hingga 10 detik sehingga penulis dapat mengetahui waktu delay yang sesuai dalam proses penstempelan. Adapun pengujian hasil stempel berdasarkan waktu yaitu sebagai berikut:

**Tabel 3.** Pengujian berdasarkan waktu

No	waktu	Hasil Stempel	Keterangan
1	1 detik	Kurang baik	Teks terlihat samar dan sangat singkat.

2	2 detik	Baik	Teks jelas dan terbaca durasi kontak sudah cukup baik,.
3	3 detik	Baik	Teks sangat jelas ,tetapi sedikit terlalu tebal, waktu pas
4	4 detik	Cukup baik	Jelas tetapi mulai menebal dan tinta mulai melebar.
5	5 detik	Kurang baik	Terdapat beberapa huruf yang kabur
6	6 detik	Buruk	Tebal dan melebar sehingga sulit terbaca
7	7 detik	Buruk	Teks "EXPIRED" menebal dan ada huruf yang kabur
8	8 detik	Buruk	Teks "EXIRED" melebar dan tebal dan sedikit sulit terbaca
9	9 detik	Buruk	Teks sulit terbaca karena tinta melebar dan tebal
10	10 detik	Buruk	Teks tebal, tinta melebar dan ada beberapa huruf yang kabur

E. Analisa Pengujian

Analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem stempel otomatis masa kadaluarsa makanan dan minuman berbasis Programmable Logic Controller (PLC).

1. Pada pengujian hasil stempel berdasarkan tekanan udara yaitu menunjukkan bahwa tekanan udara sangat mempengaruhi kualitas cetakan stempel otomatis. Pada tekanan 1 bar, tidak ada hasil cetakan yang terlihat, sementara pada 2 bar, cetakan mulai terbentuk namun masih tipis dan tidak jelas. Tekanan 3 bar menghasilkan cetakan yang optimal, dengan teks "EXPIRED" yang jelas, merata, dan tanpa bercak tinta, sehingga tekanan ini dianggap paling ideal. Tekanan di atas 3 bar justru menurunkan kualitas cetakan. Pada 4 hingga 6 bar, muncul masalah seperti ketebalan yang berlebihan, bercak tinta, dan teks yang buram, menandakan tekanan terlalu tinggi untuk hasil yang baik. Oleh karena itu, tekanan 3 bar adalah yang paling tepat untuk menghasilkan cetakan yang konsisten dan berkualitas.
2. Pengujian stempel berdasarkan media benda, media yang paling cocok untuk proses stamping adalah kardus, plastik, dan kayu, karena hasil cetakan yang rapi, jelas, dan tanpa noda. Sementara itu, aluminium foil memerlukan perhatian lebih, dan aluminium mungkin memerlukan penyesuaian pada ketebalan tinta atau tekanan untuk hasil yang optimal.

3. Pengujian stempel berdasarkan waktu menunjukkan bahwa durasi kontak mempengaruhi kualitas cetakan. Pada 1 detik, hasil cetakan samar karena tinta tidak sempat menyerap dengan baik. Waktu 2 detik memberikan hasil optimal dengan teks yang jelas dan terbaca. Pada 3 detik, teks mulai menebal sedikit, tetapi hasilnya masih baik. Di atas 4 detik, kualitas mulai menurun, dengan tinta yang melebar dan teks menjadi kurang jelas. Pada 5 detik, beberapa huruf mulai kabur, dan pada 6 detik, teks menjadi sangat tebal dan sulit terbaca. Hasil semakin buruk pada 7 hingga 10 detik, dengan teks yang sangat tebal dan melebar secara berlebihan, hampir tidak terbaca. Secara keseluruhan, waktu 2 hingga 3 detik adalah yang paling efektif untuk hasil stempel yang baik, sementara waktu lebih lama dari 5 detik menyebabkan penurunan kualitas yang signifikan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, desain, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya pada penerapan sistem elektro pneumatik pada alat stempel otomatis masa kadaluarsa makanan dan minuman berbasis programmable logic controller (PLC) maka dapat disimpulkan beberapa sebagai berikut:

1. Pada prototype stempel otomatis ini menggunakan sistem Programmable Logic Controller (PLC) dan sistem elektro pneumatik sebagai penggerak pada stempel otomatis ini menggunakan double acting cylinder dengan diameter 16 mm solenoid valve 5/2way valve dan PLC dengan tipe CP1E E20
2. Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder pneumatik dipengaruhi oleh tekanan udara yang masuk ke dalam silinder. Pada langkah maju, gaya piston mencapai 60,288 N, sedangkan pada langkah mundur sedikit lebih rendah, yaitu 60,203 N. Perbedaan ini disebabkan oleh variabel seperti perubahan tekanan dan area kerja piston selama kedua langkah tersebut. Secara keseluruhan, sistem pneumatik ini mampu menghasilkan gaya yang konsisten baik pada langkah maju maupun mundur, dengan perbedaan yang sangat kecil.
3. Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa tekanan udara berperan penting dalam menentukan kualitas cetakan stempel otomatis. Tekanan 3 bar adalah yang paling ideal untuk menghasilkan cetakan yang jelas, merata, dan bebas dari bercak tinta. Media yang paling efektif untuk stamping adalah kardus, plastik, dan kayu, karena memberikan hasil cetakan yang rapi dan jelas. Aluminium foil membutuhkan perhatian khusus untuk mencapai hasil yang optimal. Selain itu, waktu stamping 2 hingga 3 detik adalah yang paling efektif, sementara waktu lebih dari 5 detik

menyebabkan penurunan kualitas cetakan yang signifikan.

#### B. Saran

Adapun saran untuk perancangan sistem ini yang bertujuan untuk pengembangan kedepannya yaitu sebagai berikut:

1. Menambahkan sistem alarm untuk memberikan pemberitahuan ketika tinta pada stempel telah habis.
2. Menambahkan sistem untuk meletakkan objek pada konveyor secara otomatis.
3. Menambahkan sistem pengisian tinta otomatis pada penampang stempel.
4. Menambahkan HMI (Human Mechine Interface) untuk memantau, mengontrol dan mengatur proses stempel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, M., Nasrullah, E. and Trisanto, A. (2016) 'Rancang Bangun Catu Daya DC 1V–20V Menggunakan Kendali P-I Berbasis Mikrokontroler', *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 10(2), pp. 99–109. Available at: <http://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/viewFile/214/pdf>.
- Lubis, A.H. (2020) 'Simulasi Sistem Otomasi Pemberian Label Tanda Tanggal Kedaluarsa (Expired Date) Berbasis PLC OMRON CP1E', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 13(April), pp. 15–38.
- Mahardika (2017) 'Conveyor Belt Terhadap Kualitas Pengemasan', pp. 1–12.
- M. Iqbal Nur Fahmi, Wahyudi, B.R. (2017) 'Perancangan Dan Pembuatan Alat Pelipat Baju Dengan Pengontrol Sistem Elektro Pneumatik Dan Plc Untuk Industri Konveksi 1,a', *J Material*, 1(2), pp. 46–55.
- Nugraha, B. (2017) 'Perlindungan Hukum Bagi Konsumen Terhadap Produk Pangan Dalam Olahan Industri Rumah Tangga Yang Tidak Mencantumkan Tanggal Kedaluarsa Pada Label Kemasan', *Ekp*, 13(3), pp. 1576–1580.
- PUTRI, S.R. and ANDARINI, S. (1970) 'Persepsi Pencantuman Label Halal, Label Bpom, Dan Tanggal Kedaluarsa Mempengaruhi Minat Beli Konsumen Minuman Ready To Drink Di Surabaya', *I-ECONOMICS: A Research Journal on Islamic Economics*, 8(1), pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.19109/ieconomics.v8i1.11384>.
- Razik, A. and Almasri, A. (2023) 'Rancang Bangun Prototype Pick and Place Berbasis PLC Sebagai Media Pembelajaran', *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 11(3), p. 269. Available at: <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i3.123022>.
- Saleh, M. and Haryanti, M. (2017) 'Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay', *Jurnal Teknologi Elektro*,

Universitas Mercu Buana, 8(2), pp. 87–94. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/141935-ID-perancangan-simulasi-sistem-pemantauan-p.pdf>.

Sri Wahyuni et al. (2024) 'Belajar Pentingnya Menyadari Tanggal Kedaluarsa: Sosialisasi Pendidikan Anak-Anak Tentang Keamanan Dan Kesehatan Konsumsi', *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), pp. 49–53. Available at: <https://doi.org/10.59562/abdimas.v2i1.2320>.

Subhan, M. and Satmoko, A. (2016) 'Untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan', 10(1978), pp. 50–61.

Susanto, E. (2013) 'Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)', *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(1), pp. 3–6.

Syahril, A. and Hidayat, M.F. (2018) 'Perancangan Ulang Peralatan Pneumatik Berbasis Programmable Logic Control (Plc) Untuk Kegiatan Praktikum', *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 5(1), pp. 40–49. Available at: <https://doi.org/10.21009/jkem.5.1.7>.

Tuapetel, J.V. and Narwalutama, R. (2022) 'Perencanaan Sistem Pneumatik Sebagai Penggerak pada Pintu Gerbong Kereta', *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 6(3), p. 244. Available at: <https://doi.org/10.30998/string.v6i3.10536>.