

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan pustaka

Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memberikan gambaran dan memperjelaskan kerangka berfikir dalam pembahasan kemudian untuk dijadikan pembandingan dan acuan maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti mencantumkan hasil penelitian terlebih dahulu yang relevan mengenai analisis dari beberapa sistem kerja komponen.

Penelitian oleh Muhammad Rafly, Andi Sri Irtawaty, Maria Ulfah (2024) yang berjudul “Rancang Bangun Alat Bantu Pengepres Minuman Kaleng Menggunakan Pneumatik Berbasis Arduino Uno” Penelitian ini merancang alat pengepres kaleng otomatis menggunakan sistem pneumatik yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini dilengkapi dengan sensor proximity untuk mendeteksi keberadaan kaleng dan sensor ultrasonik untuk memantau kapasitas penampungan. Ketika kaleng terdeteksi, aktuator pneumatik akan menggerakkan piston untuk mengepres kaleng tersebut.

Penelitian oleh Moliza (2019) yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengepresan Kaleng Minuman Otomatis Menggunakan Aktuator Pneumatik Berbasis Arduino Uno” Studi ini mengembangkan sistem pengepresan kaleng otomatis dengan menggunakan aktuator pneumatik yang dikendalikan oleh Arduino Uno. Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi kaleng pada jarak 2

cm, yang kemudian mengaktifkan piston selama 8 detik untuk mengepres kaleng. Tekanan udara sebesar 10 bar diperlukan untuk hasil pengepresan yang optimal.

Penelitian oleh Rihardo (2024) yang berjudul “Desain Alat Press Kaleng Minuman Portabel Berbasis Mikrokontroler” Penelitian ini merancang alat press kaleng minuman portabel yang menggunakan mikrokontroler untuk mengendalikan aktuator pneumatik. Desain portabel memungkinkan alat ini digunakan di berbagai lokasi, memudahkan proses daur ulang kaleng minuman secara efisien.

Penelitian oleh Rama (2023) yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Press Kaleng Minuman Bekas Menggunakan Sistem Pneumatik” Penelitian ini fokus pada pembangunan mesin press kaleng minuman bekas dengan sistem pneumatik. Mesin ini dirancang dengan ukuran panjang 65 cm dan lebar 35 cm, menggunakan berbagai komponen seperti silinder pneumatik, solenoid valve 5/2, dan push button. Hasil uji menunjukkan bahwa mesin ini mampu mengepres berbagai jenis kaleng minuman bekas secara efektif.

2.2. Kerangka Teori

2.2.1. Sampah

Sampah terdiri dari dua jenis yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik meliputi buah-buahan, sayur-sayuran, kotoran hewan dan sisa makanan. Sedangkan sampah anorganik meliputi: sampah plastik, sisa pecahan kaca botol dan kaleng minuman bekas.

Sampah anorganik merupakan sampah yang susah diuraikan oleh tanah, butuh waktu yang cukup lama bagi anah utk mengurai sampah ini, dan sampah dapat menyebabkan pencemaran tanah sehingga menyebabkan rusaknya lapisan tanah dan air.

1. Kaleng

Kaleng adalah wadah atau kemasan yang umumnya terbuat dari logam tipis, seperti aluminium atau besi baja berlapis timah (tinplate), yang digunakan untuk menyimpan dan melindungi berbagai jenis produk, baik makanan, minuman, bahan kimia, maupun barang industri lainnya. Kaleng dirancang agar kedap udara dan tahan lama, sehingga dapat memperpanjang umur simpan isi di dalamnya serta melindungi dari kontaminasi luar. kaleng berfungsi Memudahkan distribusi dan penyimpanan, mempermudah proses daur ulang dibandingkan plastik (terutama kaleng aluminium), memberikan nilai estetika dan informasi produk melalui label dan desain luar dan menjaga kualitas dan kebersihan produk di dalamnya.

a) Kaleng Aluminium



GAMBAR 2.1 KALENG ALUMUNTIUM

Alumunium memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ringan, mudah dibentuk, thermal konduktifitasnya bagus, dan dapat didaur ulangkan. Tetapi kurang baik daya kekakuannya (*rigidity*) serta harga persatuannya relatif lebih mahal, mudah karatan dan karenanya harus diberi lapisan tambahan. Disamping itu jenis kaleng tersebut tidak dapat disolder atau dilas tetapi kaleng tersebut dapat digunakan untuk jenis kaleng two-pieces cans.

2.2.2. Otomatisasi

Otomatisasi adalah penerapan mesin yang pernah dilakukan oleh manusia atau semakin meningkat untuk serangkaian tugas-tugas yang tidak mungkin dilakukan oleh karena itu otomatisasi umumnya menyiratkan integrasi mesin ke dalam sistem yang mengatur dirinya sendiri.

2.2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler (Pengendali mikro) merupakan suatu rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja elektronik. Di dalam satu IC yang berisi CPU, timer, memori, saluran komunikasi serial dan paralel, Port input/output, dan ADC. Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain. Mikrokontroler merupakan ilmu terapan yang penerapannya banyak kita temui dalam kehidupan kita sehari-hari seperti televisi, jam digital, lampu cerdas, dan lain sebagainya. Mikrokontroler merupakan suatu *Integrated Circuit (IC)* yang di dalamnya berisi *Central Processing Unit (CPU)*, *Read Only Memory (ROM)*, *Random Access Memory (RAM)*, dan *Input/Output*. Mikrokontroler dapat melakukan proses berfikir berdasarkan program yang telah

dimasukkan, hal ini dikarenakan sudah tertanam di dalamnya berupa CPU. Mikrokontroler banyak terdapat pada peralatan elektronik yang serba otomatis. Mikrokontroler dapat disebut sebagai komputer yang berukuran kecil yang rendah sehingga sebuah baterai dapat memberikan daya (Putra et al., 2017).

1. Arduino

Arduino merupakan mikrometer papan tunggal open source yang berasal platform wiring, dirancang untuk dengan mudah menggunakan produk elektronik diberbagai bidang.

a) Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega 328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.



GAMBAR 2.2 ARDUINO UNO

Tabel 2.1. Data teknis board arduino uno R3

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasional	5 v
Tegangan input (recommended)	7-12 v
Tegangan input (limit)	6-20 v
Pin digital I/O	14 (6 diantara pin PWM)
Pin analog input	6
Arus DC per pin 3.3 v	150 Ma
Flash Memory	32KB dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader
EEPROM	1KB

Kecepatan pewaktuan	16 MHz
---------------------	--------

(sumber : IlearningMedia. 2020. Pengertian Arduino UNO)

b) Arduino software (IDE)

Perangkat yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa perangkat lunak lain yang sangat berguna dalam pengembangan arduino, Integrated Development Environment (IDE), program khusus komputer yang digunakan untuk membuat program desain atau sketsa untuk papan arduino. IDE arduino terdiri dari :

1. *Editor program*

Jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam pemrosesan.

2. *Compiler*

Fungsinya untuk mengkompilasi sketsa tumpah mengunggah ke papan sirkuit, dan dapat digunakan untuk memeriksakan kesalahan kode sintaks sketsa. Modul yang mengubah kode program menjadi kode sedemikian rupa sehingga mikrokontroler tidak memahami bahasa pemrosesan

3. *Uploader*

Digunakan untuk mengunggah hasil komplikasi sketsa ke papan sasaran jika papan tidak dipasang atau alamat port COM tidak dikonfirmasi dengan benar, pesan kesalahan akan muncul. Modul yang digunakan untuk memuat kode dari komputer ke dalam memori pada papan arduino.

2.2.4. Aktuator

Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol dan aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir. Aktuator diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakkan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroler.

Aktuator dalam perspektif kontrol dapat dikatakan sebagai Pintu kendali ke system, Pengubah sinyal listrik menjadi besaran mekanik dan memiliki Batasan riil Sinyal kemudi terkesil, saturasi.



GAMBAR 2.3. AKTUATOR PNEUMATIK

Jenis tenaga penggerak pada aktuator, sebagai berikut:

1. Aktuator tenaga listrik, biasanya digunakan solenoid, motor arus searah (Mesin DC). Sifat mudah diatur dengan torsi kecil sampai sedang
2. Aktuator tenaga hidrolis, torsi yang besar konstruksinya sukar.
3. Aktuator tenaga pneumatik, sukar dikendalikan.

4. Aktuator lainnya: piezoelectric, magnetic, ultra sound.

1. Aktuator pneumatik

Aktuator pneumatik prinsip kerjanya menggunakan perbedaan tekanan. Aktuator pneumatik sering digunakan untuk mentranslasikan sinyal kontrol menjadi suatu gaya atau torsi yang besar untuk memanipulasi elemen kontrol

Jenis tenaga penggerak pada aktuator, sebagai berikut:

1. Aktuator tenaga listrik, biasanya digunakan solenoid, motor arus searah (Mesin DC). Sifat mudah diatur dengan torsi kecil sampai sedang
2. Aktuator tenaga hidrolik, torsi yang besar konstruksinya sukar.
 - a) Aktuator tenaga pneumatik, sukar dikendalikan.
 - b) Aktuator lainnya: piezoelectric, magnetic, ultra sound.

$$F = (P_1 - P_2)A \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

F = Gaya yang dihasilkan (Newton)

P₁ = Tekanan masuk (sisi kerja silinder) dalam Pascal (Pa) atau bar

P₂ = Tekanan balik (sisi pembuangan atau resistansi) dalam Pascal atau bar

A = Luas penampang piston (meter²) = , di mana $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ adalah diameter piston

Tabel 2.2. Spesifikasi silinder pneumatic TN 16X100

Stroke	100 mm
Bahan	paduan Aluminium

Cairan	udara
Jenis	akting ganda
Lubang Silinder	16 mm
Sambungan Pipa	1/8PT
Tekanan	0,15MPa-1,0 Mpa
Buffering	bantalan anti-tabrakan
Berat	427 g

(SMC Corporation, Japan, 2022)

2.2.5. AFC2000 AFR2000 Filter udara pengatur tekanan, pemisah air minyak perangkat

1. AFR2000 (Air Filter Regulator 2000)

AFR2000 adalah komponen pneumatik gabungan yang berfungsi sebagai filter udara dan regulator tekanan. Ini digunakan untuk menyaring udara bertekanan dari kotoran dan air, serta untuk mengatur tekanan udara ke tingkat yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan sistem.

Air Filter: Menyaring partikel debu, kotoran, dan kelembaban dari udara bertekanan.

Regulator: Mengatur dan menjaga tekanan udara agar tetap konstan.

2. AFC2000 (Air Filter + Regulator + Lubricator 2000)

AFC2000 adalah versi lebih lengkap dari AFR2000. Perangkat ini merupakan unit FRL (Filter, Regulator, Lubricator) yang menggabungkan tiga fungsi dalam satu unit:

1. Filter – menyaring kotoran dan air dari udara bertekanan.
2. Regulator – mengatur tekanan udara agar tetap stabil.
3. Lubricator – menambahkan pelumas ke udara untuk melumasi komponen-komponen pneumatik yang bergerak, seperti silinder dan valve.

Tabel 2.3. Perbandingan AFC2000 vs AFR2000

Fitur	AFR2000	AFC2000
Fungsi	Filter + Regulator	Filter + Regulator + Lubricator
Pelumasan	Tidak	Ya (menggunakan lubricator)
Aplikasi	Sistem sederhana	Sistem yang memerlukan pelumasan komponen
Ukuran dan Harga	Lebih kecil dan murah	Sedikit lebih besar dan lebih mahal

Kegunaan Umum (Untuk Keduanya)

Digunakan pada sistem pneumatik seperti kompresor, silinder, dan aktuator.

Menjaga sistem tetap bersih, stabil, dan tahan lama.

Meningkatkan efisiensi dan umur pemakaian alat-alat pneumatik.



GAMBAR 2.4.FILTER KOMPRESOR

Tabel 2.4. Spesifikasi AFC2000 AFR2000

Tekanan kerja	0.05 – 0.85 MPa
Tekanan maksimum	1.0 MPa
Ukuran koneksi	biasanya 1/4 inci (dengan kode 2000)
Material	biasanya aluminium body dengan mangkuk plastik
Bahan Utama	Logam + Plastik
Warna	Hitam + Transparan
Fluida Operasi	Udara
Ukuran Pipa Sambungan	1/4"
Akurasi Filter	40 mikron
Rentang Tekanan	0.05–0.85 MPa
Rentang Tekanan yang Dapat	0.5–9.0 Kgf/cm ²

Disesuaikan	
Tekanan Maksimum	9.9 Kgf/cm ²
Tekanan Uji (Proof Pressure)	1.5 MPa
Rentang Suhu Operasi	-10 hingga 60°C
Ukuran Keseluruhan	Sekitar 9 x 15.5 cm / 3.54 x 6.1 inci
Tinggi Tabung Penampung	Sekitar 5 cm / 1.97 inci
Diameter Dial (Penunjuk)	Sekitar 4 cm / 1.57 inci

2.2.6. Solenoid valve

Solenoid valve adalah katup elektromagnetik yang di gunakan untuk mengontrol aliran cairan atau gas. Katup ini bekerja dengan menggunakan medan magnet yang di hasilkan oleh arus listrik pada kumparan solenoid untuk membuka atau menutup aliran.

Solenoid valve berfungsi yaitu untuk mengontrol aliran udara, gas, air, atau oli dalam sistem otomasi dan di gunakan dalam berbagai sistem industri seperti HVAC, (*heating, ventilation, and Air conditioning*), otomotif, mesin produksi dan lain-lain.

1) Prinsip Kerja Solenoid Valve

Solenoid valve bekerja dengan prinsip elektromagnetisme:

1. Saat tidak dialiri arus, pegas menahan plunger agar menutup saluran (default: *normally closed*).

2. Ketika arus dialirkan, solenoid menghasilkan medan magnet yang menarik plunger ke atas, sehingga membuka saluran fluida.
3. Saat arus dihentikan, medan magnet hilang, dan pegas mendorong plunger kembali ke posisi semula.

Jenis Solenoid Valve Berdasarkan Posisi Awal

1. *Normally Closed* (NC) Kondisi default tertutup saat tidak ada arus. akan membuka jika solenoid dialiri arus.
2. *Normally Open* (NO) Kondisi default terbuka saat tidak ada arus. Akan menutup jika solenoid dialiri arus.

Jenis Solenoid Valve Berdasarkan Cara Kerjanya

1. *Direct Acting* (Langsung) Solenoid langsung membuka atau menutup katup tanpa bantuan tekanan fluida. dan Cocok untuk aliran kecil dan tekanan rendah.
2. *Pilot Operated* (Tertutup/Berpilot) Menggunakan tekanan fluida untuk membantu menggerakkan plunger dan Cocok untuk sistem dengan tekanan lebih tinggi dan aliran besar.

Komponen Utama Solenoid Valve

Coil (Kumparan Solenoid): Menghasilkan medan magnet saat dialiri arus.

Plunger (Batang): Bagian yang bergerak membuka/menutup saluran.

Spring (Pegas): Mengembalikan plunger ke posisi awal saat arus mati.

Orifice (Lubang Aliran): Tempat fluida masuk dan keluar.

Housing/Body: Struktur utama, biasanya dari logam tahan korosi (kuningan, stainless steel, dll.).

Kelebihan dan Kekurangan Solenoid Valve: Respons cepat, Ukuran ringkas, Mudah dikontrol dengan Listrik, Cocok untuk sistem otomatisasi, Tidak cocok untuk fluida kotor (bisa menyumbat *orifice*), Kinerja bisa terganggu oleh fluktuasi tegangan, Perlu perawatan berkala untuk mencegah korosi atau keausan plunger



GAMBAR 2.5.SOLENOID VALVE

Tabel 2.5. Spesifikasi Solenoid Valve :

Merek	BNTA
Model	4V210-08
Jenis	5/2 way double acting solenoid valve
Tegangan tersedia	AC220 V
Port P (supply)	PT 1/4
Port A & B (output)	PT 1/4
Port R & S (exhaust)	PT 1/8
Panjang	117 mm
Lebar	22 mm
Tinggi	66,7 mm

Material body	aluminium alloy
Voltage range	AC187V-253V
Pressure	0,15-1,0MPa
Dilengkapi	21 Indicator LED dan manual override

(<https://www.bnta.cn> atau distributor resmi seperti Tokopedia, Shopee, Alibaba)

2.2.7. Gaya Tekan (F)

Gaya tekan adalah gaya yang bekerja pada suatu benda dengan arah menuju ke dalam atau ke pusat benda tersebut, sehingga menyebabkan benda tersebut mengalami tekanan.

$$F = P \times A \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

F = Gaya tekan (Newton)

P = Tekanan udara (Pascal atau bar)

A = Luas penampang piston silinder (m²)

Konversi 1 bar = 100,000 Pascal (Pa)

2.2.8. Efisiensi

1. Efisiensi Energi (η^e)

Mengukur seberapa efektif energi input menjadi output yang berguna.

$$\eta^e = \frac{\text{Energi keluaran (output)}}{\text{Energi masukan (input)}} \times 100 \% \dots\dots\dots (3)$$

Satuan energi biasanya dalam Joule (J) atau Watt-jam (Wh).

a. Konsumsi Energi

Untuk menghitung energi listrik yang digunakan oleh solenoid valve (jika menggunakan relay AC):

$$E = P \times t \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

E = Energi (Wh atau Joule)

P = Daya (Watt)

t = Waktu menyala (jam atau detik)

2. Efisiensi Daya (η^p)

Digunakan untuk melihat berapa banyak daya listrik yang benar-benar digunakan untuk kerja mekanik.

$$\eta^p = \frac{\text{Daya keluaran (W)}}{\text{Daya masukan (W)}} \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

Input : listrik ke solenoid atau sistem kontrol

Output : daya tekan yang menghasilkan kerja pada kaleng ($F \times v$ atau $F \times s / t$)

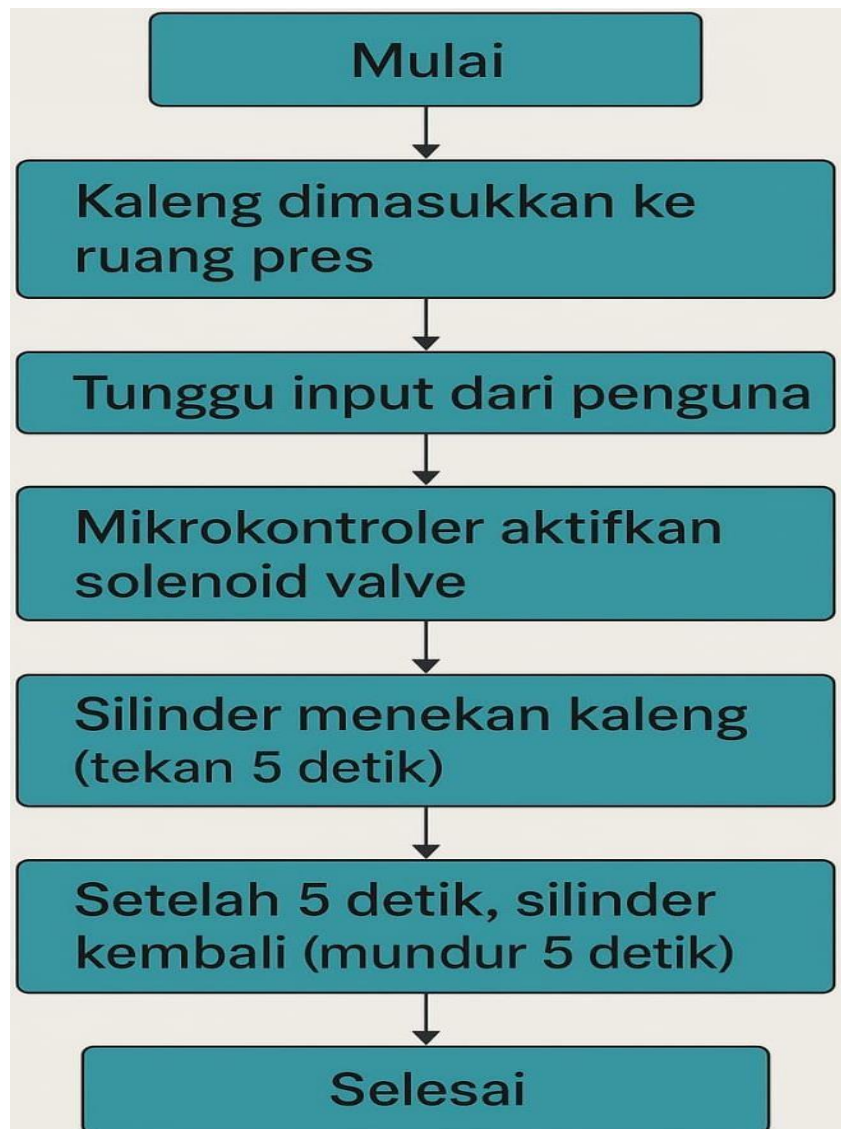
3. Efisiensi Waktu (η^t)

Digunakan untuk mengetahui seberapa efisien waktu yang digunakan untuk menyelesaikan proses dibanding waktu ideal.

$$\eta^t = \frac{\text{Waktu ideal}}{\text{Waktu aktual}} \times 100 \% \dots\dots\dots(6)$$

Misalnya: waktu ideal menekan 1 kaleng adalah 5 detik, aktualnya 7 detik
efisiensi waktu = 71,4%

2.3. Kerangka Berpikir



Gambar 2.6. diagram alur kerangka berpikir

Berdasarkan gambar disamping, dapat diketahui ;

1. Mulai

Proses diawali dengan sistem dalam keadaan siaga menunggu input dari pengguna.

2. Kaleng dimasukkan ke ruang pres

Pengguna secara manual memasukkan kaleng ke dalam ruang yang telah disediakan.

3. Tunggu input dari pengguna

Sistem menunggu perintah dari pengguna untuk memulai proses penekanan.

4. Mikrokontroler aktifkan solenoid valve

Setelah mendapat input, mikrokontroler mengaktifkan solenoid valve untuk mengalirkan udara ke silinder pneumatik.

5. Silinder menekan kaleng (tekan 5 detik)

Silinder pneumatik menekan kaleng selama 5 detik sesuai program delay yang telah ditentukan.

6. Setelah 5 detik, silinder kembali (mundur 5 detik)

Setelah proses penekanan selesai, solenoid mengatur aliran udara agar silinder kembali mundur selama 5 detik.

7. Selesai

Sistem kembali ke kondisi awal dan siap digunakan kembali untuk kaleng berikutnya.

2.4. Konsep Operasional

Konsep operasional merupakan penjabaran dari variable penelitian agar dapat diukur dan diuji secara nyata. Pada penelitian ini ,konsep operasional disusun berdasarkan latar belakang, tujuan, dan metodologi yang dijelaskan sebelumnya .

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat pres kaleng aluminium berbasis mikrokontroler Arduino uno, oleh karena itu, indikator operasional yang digunakan meliputi:

1. Aspek Kinerja Komponen
 - a) Respons kerja mikrokontroler dalam mengaktifkan solenoid valve
 - b) Tekanan yang dihasilkan dari system pneumatik
 - c) Gerakan silinder ganda (double acting cylinder) yang menekan dan kembali dalam waktu ditentukan
2. Aspek oprasional alat, meliputi:
 - a) Keberhasilan system dalam menekan dan mengembalikan silinder sesuai waktu tunda (delay) yang diatur
 - b) Kestabilan kerja alat selama penekanan kaleng
 - c) Efisien daya dan kestabilan suplai udara selama alat beroperasi.

Dengan konsep oprasioanl ini, pengujian dapat difokuskan pada performa alat dalam menekan dan kaleng secara otomatis serta keandalan system pneumatik dan kendali elektroniknya.

2.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah jawaban sementara dari rumusan masalah yang akan dibuktikan melalui pelaksanaan dan pengujian alat, hipotensis ini disusun berdasarkan variabel yang diteliti dan dapat diuji secara eksperimental. Hipotesis dalam penelitian ini yaitu menerapkan serta

mendapatkan kinerja dari alat pengolah sampah kaleng aluminium dengan menggunakan Arduino sebagai penggerak otomatis.

a) Variabel yang diteliti

- i) Variabel bebas (independen): waktu delay aktivasi solenoid valve
- ii) Variabel terikat (dependen): kinerja alat pres (tekanan dan hasil kepresan kaleng).
- iii) Variabel control: tekanan udara, jenis kaleng dan waktu operasi alat.

b) Manfaat penelitian:

- i) Mengetahui efektivitas sistem kendali alat pres kaleng aluminium dalam pemadatan kaleng
- ii) Memberikan alternatif alat pres sederhana yang efisien
- iii) Menjadi dasar pengembangan sistem otomatis di bidang Teknik Mesin

c) Batasan

- i) Pengujian hanya pada kaleng aluminium
- ii) Sumber udara berasal dari kompresor
- iii) Perhitungan Analisa: gaya, daya, dan efisiensi energi.