

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab dasar teori ini akan membahas mengenai komponen-komponen yang akan digunakan pada alat *Automatic Cup Filling And Sealing* menggunakan PLC.

2.1. Tinjauan Pustaka

Berikut adalah tinjauan pustaka yang digunakan sebagai referensi dalam pembuatan laporan tugas akhir. Tinjauan Pustaka dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hal yang diperoleh
Rancang Bangun Alat <i>Tray Sealer</i> Otomatis Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega 2560	Reynaldi Fauzi Sinaga, 2023	Desain <i>star wheel</i> dan konsep pneumatic tray sealer otomatis
Sealer Cup Berbasis Mikrokontroller AT Mega 8535	AM Anhar, 2014	Referensi pemasangan sensor proximity sebagai pendeteksi cup.
Rancang Ulang Mesin Sealer Cup Semi Otomatis	Sunaryo, 2023	Referensi perancangan sistem pneumatic pada cup sealer otomatis
Rancang Bangun Cup Selaer Semi Otomatis Untuk Pemngemasan Air Bersih Di Desa Sumbergedang, Pasuruan.	Fuad Hamzah, 2022	Referensi teori dasar gerak cup sealer menggunakan motor stepper.

2.2. Pengertian *Automatic Cup Filling and Sealing*

Automatic Cup Filling and Sealing adalah sebuah mesin yang dirancang khusus untuk melakukan proses *filling* dan *sealing* atau pengisian dan pengemasan secara otomatis pada gelas atau cup plastik. Mesin ini memiliki fitur utama berupa sistem otomatis yang memungkinkan pengoperasian tanpa perlu campur tangan manusia secara intensif. Proses otomatisasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga mengurangi kesalahan manusia dalam proses pengemasan, sehingga dapat menjaga kualitas kemasan secara konsisten. Kecepatan menjadi salah satu keunggulan utama dari mesin *automatic cup filling and sealing*. Mesin ini mampu menangani sejumlah besar gelas dalam waktu yang singkat, mengoptimalkan kapasitas produksi secara signifikan. Hal ini sangat bermanfaat di industri makanan dan minuman yang mengandalkan efisiensi operasional untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi[3].

Selain itu, *Automatic Cup Filling and Sealing* juga menjamin kepatutan dan kebersihan kemasan. Dengan sistem otomatis yang terprogram, mesin ini dapat menghasilkan pengisian dan penutupan yang rapat dan presisi pada setiap gelas plastik, menjaga keamanan produk dari kontaminasi dan mempertahankan kualitas produk yang optimal. Dengan demikian, penggunaan mesin ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memberikan jaminan kebersihan dan keamanan pada produk makanan dan minuman yang dikemas.

2.2.1. Pengemasan

Pengemasan merupakan proses yang melibatkan penyediaan wadah atau kemasan untuk produk dengan tujuan utama melindungi produk dari pengaruh faktor eksternal seperti cahaya, udara, kelembaban, guncangan, dan kontaminasi mikroba. Selain berfungsi sebagai pelindung, pengemasan juga bertujuan untuk mempertahankan

kualitas produk, memperpanjang masa simpan, serta memudahkan distribusi, penyimpanan, dan konsumsi oleh konsumen[4]. Aspek desain kemasan juga penting dalam menarik minat konsumen dengan mencakup faktor estetika, kepraktisan penggunaan, dan kemudahan dalam pembuangan. Dalam konteks industri, pengemasan tidak hanya menjadi bagian integral dalam proses produksi dan pemasaran, tetapi juga berperan penting dalam memenuhi standar keamanan pangan dan regulasi yang berlaku.

2.2.2. Pengepressan

Pengepressan dalam cup sealer otomatis adalah tahap krusial dalam proses pengemasan di mana mesin secara otomatis menekan dan menyegel tutup atau film plastik pada gelas atau cup plastik yang telah diisi dengan produk. Proses ini dilakukan dengan menggunakan tekanan yang diatur secara tepat untuk memastikan tutup atau film plastik menempel rapat dan aman pada bibir gelas, sehingga mencegah tumpah atau kontaminasi dari luar. Pengepressan yang akurat dan konsisten tidak hanya meningkatkan keamanan produk namun juga mempertahankan kualitas penyegelan yang baik, yang penting untuk menjaga kesegaran dan daya tarik produk di mata konsumen serta memenuhi standar kebersihan dan keamanan pangan yang berlaku.

2.3. Komponen Penyusun *Automatic Cup Filling and Sealing*

Komponen penyusun *Cup Sealer* terdiri dari berbagai komponen yang bekerja bersama-sama untuk mengontrol pergerakan motor stepper dan *pneumatic*.

2.3.1. Cup Plastik

Cup plastik yang digunakan untuk cup sealer otomatis adalah wadah berbentuk gelas atau cup yang terbuat dari bahan plastik, biasanya polipropilena atau polietilena tereftalat (PET), yang dirancang khusus untuk menampung berbagai jenis produk makanan dan minuman. Cup ini memiliki bibir yang dirancang agar sesuai dengan

mesin cup sealer, yang memungkinkan tutup atau film plastik dapat ditekan dan disegel secara otomatis. Cup plastik biasanya tersedia dalam berbagai ukuran dan kapasitas untuk memenuhi kebutuhan variasi produk, dan dapat dengan mudah didaur ulang setelah digunakan. Penggunaan cup plastik dalam cup sealer otomatis tidak hanya mendukung efisiensi produksi dengan proses penutupan yang cepat dan konsisten, tetapi juga memberikan keamanan dan kebersihan dalam penyajian produk kepada konsumen akhir. Cup/gelas plastik dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Gambar Ukuran Cup Plastik

(Sumber: Rancang Ulang Mesin Sealer Cup Semi Otomatis, Sunaryo, 2023)

2.3.2. Plastik Lid

Plastik lid untuk cup sealer adalah penutup plastik khusus yang digunakan untuk menutup berbagai jenis gelas atau cangkir, terutama yang digunakan dalam industri minuman seperti teh, kopi, dan jus. Plastik ini dirancang untuk memberikan segel yang rapat dan kedap udara ketika diaplikasikan dengan mesin cup sealer, sehingga menjaga kesegaran dan kebersihan minuman di dalamnya serta mencegah tumpahan. Plastik lid biasanya terbuat dari bahan yang aman untuk makanan dan minuman, serta memiliki daya tahan yang baik terhadap suhu panas atau dingin. Selain itu, plastik lid seringkali dicetak dengan logo atau informasi produk untuk keperluan branding dan identifikasi[4]. Plastik *LID* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Gambar Plastik LID

(Sumber: Rancang Ulang Mesin Sealer Cup Semi Otomatis, Sunaryo, 2023)

Tabel 2. 2 Ukuran Plastik LID

Ukuran Plastik Lid	
Lebar	13 cm
Panjang	150-500 m
Jenis Plastik	Laminasi

2.3.3. *Programmable Logic Controller (PLC)*

PLC Omron CP1E E20SDR-A adalah salah satu model dalam seri CP1E yang dirancang untuk aplikasi otomatisasi sederhana hingga menengah. PLC ini memiliki 20 I/O, terdiri dari 12 input digital dan 8 output relay, yang memungkinkan koneksi ke berbagai perangkat seperti sensor, motor, dan solenoid valve. Dengan tegangan operasional 100-240V AC dan keluaran relay yang fleksibel, PLC ini cocok untuk berbagai aplikasi industri[7].

Dilengkapi dengan port komunikasi RS-232C, CP1E E20SDR-A dapat berinteraksi dengan perangkat lain seperti HMI atau komputer untuk pemantauan dan pengendalian lebih lanjut. Pemrograman dilakukan menggunakan *CX-Programmer*, yang merupakan bagian dari Omron *CX-One Software Suite*, sehingga pengguna dapat dengan

mudah mengatur timer, counter, serta logika kontrol sesuai kebutuhan. Selain itu, PLC ini mendukung ekspansi I/O, sehingga dapat diperluas sesuai dengan skala aplikasi[8].

Keunggulan utama dari CP1E E20SDR-A adalah kemudahan pemrograman, harga yang terjangkau, serta daya tahan tinggi untuk penggunaan dalam lingkungan industri. PLC ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mesin pengemasan, conveyor otomatis, serta sistem kontrol motor dan pompa. Dengan fitur dan kemampuannya, CP1E E20SDR-A menjadi pilihan yang efisien bagi industri kecil hingga menengah yang ingin mengotomatisasi proses produksi secara sederhana namun efektif. Keterangan bagian-bagian dari PLC dapat dilihat pada table 2.3.

Tabel 2. 3 Keterangan Bagian-Bagian PLC

No.	Nama	Fungsi
1	Input terminal block	Blok terminal untuk menghubungkan <i>input</i> seperti catu daya, <i>push button</i> , sensor, dan perangkat lainnya.
2	<i>Input indicators</i>	Menampilkan status dari <i>input</i> . Indikator ini akan menyala ketika <i>input</i> dalam kondisi ON.
3	<i>Peripheral USB port</i>	Digunakan untuk menghubungkan PLC ke komputer guna pemrograman dan pemantauan melalui CX-Programmer untuk CP1E.
4	<i>Operation indicators</i>	Menunjukkan status operasi PLC untuk memantau kondisi kerja sistem.
5	<i>Output terminals</i>	Berfungsi sebagai koneksi ke perangkat keluaran seperti <i>relay</i> , lampu, atau motor dalam sistem otomatisasi.
6	<i>Ground terminal</i>	Digunakan untuk <i>grounding</i> guna mencegah sengatan listrik, dengan resistansi kurang dari 100 Ω .

PLC CP1E E20SDR-A dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Programmable Logic Controller

(Sumber: Rancang Ulang Mesin Sealer Cup
Semi Otomatis, Sunaryo, 2023)

2.3.4. Power Supply

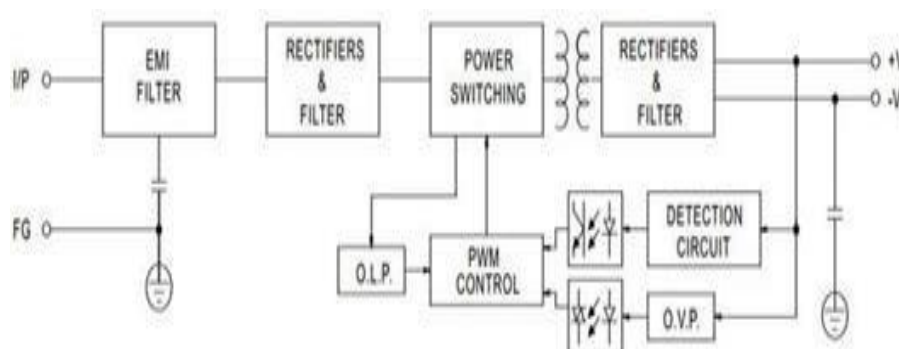
Power supply atau catu daya adalah perangkat yang menyediakan sumber energi listrik untuk berbagai peralatan elektronik dan listrik. Fungsinya adalah untuk mengubah energi listrik dari sumber tertentu, seperti stop kontak listrik AC (arus bolak-balik) menjadi bentuk dan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan perangkat yang akan digunakan, sering kali berupa DC (arus searah). Power supply dapat mengatur tegangan output untuk memastikan stabilitas dan keamanan operasi perangkat, melindungi dari lonjakan listrik, serta menyediakan daya yang konsisten. *Power supply* ini bisa ditemukan dalam berbagai bentuk, seperti adaptor AC/DC, baterai, atau unit catu daya terintegrasi dalam perangkat elektronik. Power supply dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Gambar Power Supply

(Sumber: Rancang Ulang Mesin Sealer Cup Semi Otomatis, Sunaryo, 2023)

Switch-Mode Power Supply (SMPS) adalah jenis catu daya yang mengubah tegangan input AC menjadi tegangan DC dengan menyearahkan dan menyaringnya terlebih dahulu. Tegangan DC yang dihasilkan kemudian diaktifkan dan dinonaktifkan pada frekuensi tinggi menggunakan sirkuit frekuensi tinggi, menghasilkan arus AC yang bisa melewati transformator frekuensi tinggi. SMPS, juga dikenal sebagai Switched-Mode Power Supply, merupakan catu daya elektronik yang menggunakan regulasi switching untuk menghasilkan tegangan keluaran sesuai kebutuhan[5]. SMPS bertindak sebagai pengubah daya yang mentransfer energi dari sumber ke beban dengan efisiensi tinggi, minim rugi daya. Fungsi utama dari pengubah ini adalah untuk menyediakan tegangan keluaran pada level yang berbeda dari tegangan masukan. Gambar diagram Power Supply dapat dilihat pada gambar 2.5



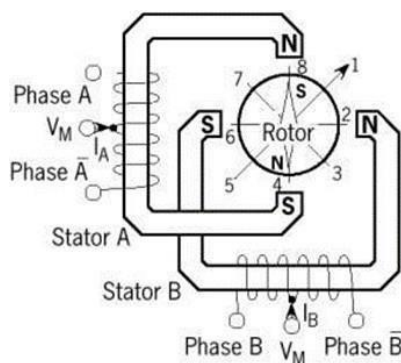
Gambar 2. 5 Gambar Diagram Power Supply

(Sumber: Cup Sealer Otomatis Berbasis Arduino, Pandie, 2020.)

2.3.5. Motor Stepper

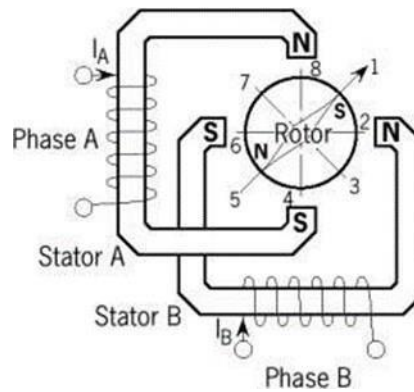
Motor stepper adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan cara menggerakkan rotor dalam langkah-langkah diskret, bukan gerakan berkelanjutan seperti pada motor DC atau AC. Keunggulan utama motor stepper adalah kemampuannya untuk mengontrol posisi dengan sangat akurat dan presisi tanpa memerlukan umpan balik sensor tambahan. Ini membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kontrol gerakan yang tepat, seperti dalam printer 3D, mesin CNC (Computer Numerical Control), robotika, dan perangkat otomatisasi industri. Dalam aplikasi ini, motor stepper digunakan untuk menggerakkan sumbu-sumbu dengan presisi tinggi, menghasilkan hasil yang konsisten dan akurat[6].

Ada dua jenis utama motor stepper. Yaitu unipolar dan bipolar. Motor stepper unipolar menggunakan dua kumparan per fase dengan pusat kumparan yang dihubungkan ke sumber tegangan, sementara motor stepper bipolar memiliki dua kumparan per fase yang masing-masing dapat dihubungkan secara independen ke sumber tegangan. Kedua jenis ini menawarkan fleksibilitas dalam desain dan aplikasi, dengan bipolar umumnya lebih efisien dan memiliki torsi yang lebih tinggi dibandingkan unipolar. Lilitan unipolar dan bipolar dapat dilihat pada gambar 2.6 dan 2.7.



Gambar 2. 6 Gambar Lilitan Unipolar

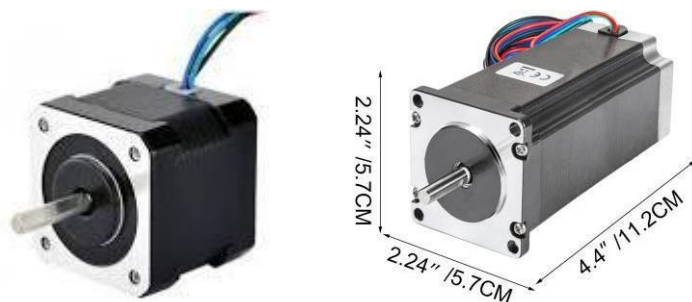
(Sumber: Cup Sealer Otomatis Berbasis Arduino, Pandie, 2020)



Gambar 2. 7 Gambar lilitan Bipolar

(Sumber: Cup Sealer Otomatis Berbasis Arduino, Pandie, 2020)

Pengendalian motor stepper dilakukan melalui driver motor khusus yang mengubah sinyal kontrol dari mikrokontroler atau komputer menjadi impuls elektronik yang sesuai dengan pola langkah motor stepper. Pengaturan ini memungkinkan pengguna untuk mengatur kecepatan dan arah gerakan dengan mudah, serta melakukan pergerakan dalam langkah-langkah yang terukur, menjadikannya pilihan yang serbaguna dan efisien untuk berbagai aplikasi teknologi tinggi. Motor stepper dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Gambar Motor Stepper Nema 17 dan 23

(Sumber Cup Sealer Otomatis Berbasis Arduino, Pandie, 2020)

2.3.6. Driver Motor TB6600

Driver adalah komponen elektronika yang bertugas mengendalikan pergerakan Motor Stepper. Pada Driver terdapat pembagi stepping/sudut putar motor sehingga memudahkan dalam pengaturan kepresisian Motor Stepper. Driver ini khusus untuk Motor Stepper NEMA 23 dengan catu daya 9V-24V DC menggunakan H-Bridge bipolar fase konstan yang digerakkan oleh arus. Driver memiliki tiga sinyal input, yaitu sinyal pulsa motor (PUL), sinyal arah motor (DIR), dan motor dalam mode kontrol otomatis (ENA) dengan pemilihan common anode/cathode sesuai kebutuhan. Selain itu, Driver ini juga memiliki setting pulsa/microstep yang dihasilkan oleh TB6600, serta arus yang dibutuhkan sesuai spesifikasi motor yang digunakan dengan mengaktifkan DIP Switch . Driver TB6600 dapat dilihat pada gambar 2.9

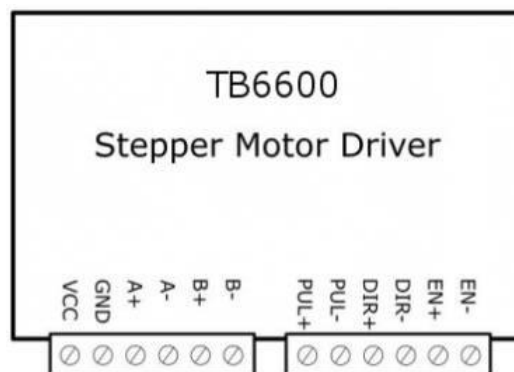


Gambar 2. 9 Driver TB6600

(Sumber: Perancangan Kendali Motor
Stepper Dengan Arduino, Yahya, 2019)

Driver TB6600 mampu mengendalikan Motor Stepper dengan resolusi dari 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, hingga 1/16 step, bahkan memungkinkan resolusi lebih kecil dari itu. Aplikasi dari Motor Stepper dengan teknik microstepping digunakan untuk menggerakkan Motor Stepper sebagai penggerak utama koordinat x-y-z. TB6600 adalah PWM chopper-type

single-chip bipolar sinusoidal, yang dapat menggerakkan motor step dengan mode step, micro-step, dan menyediakan kontrol rotasi depan dan belakang dengan 2 fase, fase 1-2, fase W1-2, fase 2W1-2, dan fase 4W1-2. Motor step 2-fase bipolar-stepping dapat digerakkan hanya dengan sinyal clock, menghasilkan getaran rendah dan efisiensi tinggi. Diagram TB6600 dapat dilihat pada gambar 2.10



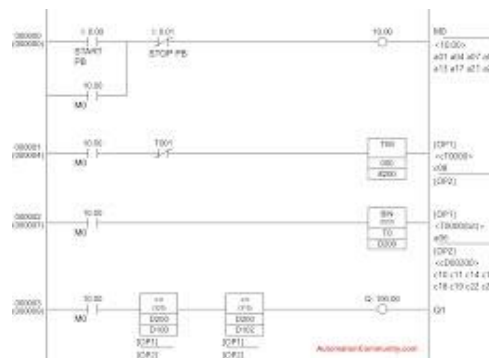
Gambar 2. 10 Diagram TB6600

(Sumber: Perancangan Kendali Motor Stepper Dengan Arduino, Yahya, 2019)

2.3.7. Pemrograman Ladder Diagram

Pemrograman PLC menggunakan Ladder Diagram (LD) adalah metode pemrograman grafis yang paling umum digunakan dalam industri otomasi karena kemiripannya dengan diagram skematik rangkaian listrik. Ladder Diagram terdiri dari rangkaian "rung" atau anak tangga yang menghubungkan dua garis vertikal, yang berfungsi sebagai jalur daya logika. Setiap rung berisi kombinasi kontak dan koil yang merepresentasikan logika kontrol. Kontak, yang bisa berupa Normally Open (NO) atau Normally Closed (NC), mewakili kondisi input seperti sensor atau saklar. Koil, di sisi lain, mewakili output seperti motor, lampu, atau aktuator lainnya. Struktur ini memudahkan teknisi dengan latar belakang listrik untuk memahami dan mengembangkan program karena mirip dengan sistem relay listrik yang sudah dikenal.

Setiap rung dalam Ladder Diagram dimulai dari sisi kiri, yang merupakan sumber daya logika, dan berakhir di sisi kanan, yang merupakan tujuan aksi logika. Kontak ditempatkan di sepanjang rute ini untuk menentukan jalur logika yang harus diikuti untuk mengaktifkan koil di akhir rung. Misalnya, sebuah rung bisa terdiri dari beberapa kontak yang mewakili kondisi yang harus terpenuhi untuk mengaktifkan sebuah motor (koil). Jika semua kontak dalam rung tersebut berada dalam keadaan aktif (NO ditutup atau NC dibuka), maka aliran logika akan mencapai koil dan mengaktifkannya. Hal ini memungkinkan pengguna untuk membangun logika kontrol yang kompleks dengan cara yang sangat intuitif dan mudah dipahami. Selain kontak dan koil dasar, Ladder Diagram juga mendukung berbagai instruksi tambahan seperti timer, counter, dan fungsi matematika yang lebih kompleks. Timer dapat digunakan untuk menunda aktivasi atau deaktivasi output, sementara counter dapat digunakan untuk menghitung kejadian tertentu sebelum mengambil tindakan. Fungsi-fungsi ini memperluas kemampuan Ladder Diagram untuk menangani aplikasi kontrol yang lebih kompleks dan dinamis. Pemrograman ladder diagram dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2. 11 Pemrogramman Ladder Diagram

(Sumber: Pemrograman Programmable Logic Controller, Yusup, 2019)

2.3.8. Limit Switch

Limit switch adalah perangkat elektromekanis yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan atau posisi suatu objek dalam sistem otomatisasi. Alat ini bekerja dengan mekanisme kontak mekanis, di

mana tuas atau roller pada limit switch akan tertekan oleh objek yang bergerak hingga mencapai titik tertentu, sehingga mengubah kondisi saklar (dari terbuka ke tertutup atau sebaliknya). Perangkat ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, seperti sistem konveyor, mesin CNC, dan kontrol otomatis pada pintu, karena memiliki ketahanan yang baik serta mampu mendeteksi posisi dengan akurat.

Selain sebagai sensor posisi, limit switch juga berperan sebagai perangkat pengaman untuk mencegah pergerakan mesin melebihi batas yang telah ditentukan. Meskipun memiliki mekanisme kerja yang sederhana, limit switch tetap menjadi pilihan utama dalam sistem otomatisasi karena keandalannya, harga yang terjangkau, serta kemudahan dalam pemasangannya. Limit Switch dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2. 12 Sensor Limit Switch

(Sumber: Modul limit switch dan sensor pada pneumatik dan elektro pneumatik. 2017.)

2.3.9. Sensor Thermocouple Type K

Termokopel tersedia dalam berbagai rentang suhu dan jenis bahan. Pada dasarnya, kombinasi berbagai jenis logam konduktor akan menghasilkan rentang suhu operasional yang berbeda[7]. Salah satu jenis yang populer adalah termokopel tipe K, yang terdiri dari nikel dan kromium pada sisi positif (Thermocouple Grade) serta nikel dan aluminium pada sisi negatif (Extension Grade). Termokopel tipe K

sering digunakan untuk aplikasi umum karena harganya yang relatif murah. Alat ini dapat beroperasi dalam rentang suhu dari -200 °C hingga +1300 °C. Sensor thermocouple dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2. 13 Sensor Thermocouple Tipe K

Spesifikasi sensor Thermocouple type K dapat dilihat pada table 2.4

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Thermocouple Type K

Spesifikasi	Range
Working Voltage	5V DC
Operating Current	50mA
The Temperature measuring Range	-200 °C - +1300 °C.
The Temperature Measurement Accuracy	± 1.5 °C
The Temperature Resolution	0.25 °C
The Output Mode	SPI digital signal
Storage Temperature	-50 ~ 150 °C

2.3.10. Aluminium Heater Element

Aluminium heater adalah elemen pemanas yang menggunakan aluminium sebagai bahan dasar untuk menghasilkan panas. Struktur utama dari aluminium heater adalah pelat atau elemen berbentuk aluminium yang dapat dengan cepat mentransfer panas ke area sekitarnya. Aluminium dipilih karena konduktivitas termalnya yang tinggi, memungkinkan distribusi panas yang merata dan efisien. Selain itu, aluminium ringan dan

memiliki ketahanan terhadap korosi, membuatnya ideal untuk penggunaan dalam berbagai aplikasi pemanas.

Salah satu aplikasi umum aluminium heater adalah dalam peralatan rumah tangga dan industri, seperti pemanas ruangan, pemanas air, dan alat pengering. Dalam aplikasi industri, aluminium heater sering digunakan dalam proses-proses yang memerlukan pemanasan cepat dan distribusi panas yang merata. Kelebihan dari aluminium heater termasuk respons cepat terhadap perubahan suhu dan kemampuannya untuk mempertahankan suhu stabil, yang penting untuk aplikasi yang memerlukan kontrol suhu yang presisi.

Meskipun aluminium heater memiliki banyak keunggulan, seperti efisiensi termal dan ketahanan korosi, ada juga beberapa kekurangan. Aluminium heater dapat memiliki daya tahan yang lebih rendah dibandingkan dengan elemen pemanas berbahan dasar logam lainnya dalam kondisi penggunaan ekstrem. Oleh karena itu, penting untuk memilih aluminium heater yang sesuai dengan aplikasi spesifiknya, mempertimbangkan faktor seperti suhu maksimum, lingkungan operasional, dan kebutuhan daya. Aluminium heater dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 14 Aluminium Heater

(Sumber: <https://www.tempsens.co.id/>)

2.3.11. Pompa DC 12V

Pompa DC 12V adalah perangkat yang dirancang untuk memindahkan cairan menggunakan sumber daya tegangan searah (DC) sebesar 12 volt. Dengan prinsip kerja berbasis elektromagnetik, pompa ini mengandalkan motor DC yang menggerakkan impeller untuk menghasilkan aliran cairan. Biasanya, pompa ini mampu menghasilkan aliran antara 2 hingga 6 liter per menit dan tekanan maksimum sekitar 0.8 hingga 1 bar, menjadikannya ideal untuk berbagai aplikasi industri dan rumah tangga yang memerlukan kontrol aliran yang sederhana.

Pompa ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pendingin, penyiraman otomatis, dan dalam kendaraan untuk memompa bahan bakar atau air. Kelebihan utama dari pompa DC 12V adalah kemudahan kontrol kecepatan dan efisiensi energinya yang tinggi, yang memungkinkan penyesuaian aliran dan tekanan sesuai kebutuhan aplikasi. Selain itu, pompa ini umumnya memiliki desain kompak dan ringan, yang memudahkan integrasi dalam berbagai sistem. Dalam penggunaannya, pompa DC 12V menawarkan keandalan dengan kebutuhan pemeliharaan yang relatif rendah. Instalasi pompa ini cukup sederhana dan ketersediaannya yang luas di pasar membuatnya menjadi pilihan yang ekonomis dan praktis. Pompa DC 12 V dapat dilihat pada Gambar 2.15



Gambar 2. 15 Pompa Dc 12V

(Sumber: [https: Perancangan Pompa Diafragma untuk Sistem Pengepresan](https://www.perancanganpompa.com), Azis, 2016)

2.3.12. Push Button

Push button adalah komponen elektronik yang digunakan untuk memberikan sinyal atau perintah dalam berbagai sistem elektronik dan otomasi. Saat tombol ditekan, ia menutup sirkuit dan memungkinkan aliran arus listrik, yang kemudian dapat digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat atau fungsi tertentu. Push button umumnya memiliki dua posisi: ON (ketika ditekan) dan OFF (ketika tidak ditekan). Jenis push button dapat bervariasi dari tombol mekanik sederhana yang hanya perlu ditekan untuk menghasilkan sinyal, hingga tombol dengan fungsi tambahan seperti lampu indikator atau feedback haptik.

Push button sering digunakan dalam aplikasi industri, peralatan rumah tangga, dan perangkat elektronik untuk kontrol manual. Misalnya, dalam sistem otomasi industri, push button digunakan untuk memulai atau menghentikan mesin, mengatur mode operasi, atau mereset sistem. Dalam peralatan rumah tangga seperti microwave atau komputer, push button menyediakan cara yang sederhana dan intuitif untuk mengontrol berbagai fungsi. Desain dan ukuran push button dapat bervariasi, termasuk model dengan berbagai fitur seperti tahan air, resistansi terhadap suhu tinggi, atau kemampuan untuk berfungsi dalam lingkungan yang keras. Push Button dapat dilihat pada Gambar 2.16



Gambar 2. 16 Push Button

(Sumber: Rancang Bangun Alat Tray Sealer Otomatis Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega 2560, Reynaldi, 2018)

2.3.13. Pilot Lamp

Pilot lamp adalah lampu indikator kecil yang digunakan untuk menunjukkan status operasional suatu perangkat atau sistem. Biasanya ditempatkan pada panel kontrol atau instrumen, pilot lamp memberikan sinyal visual tentang kondisi tertentu, seperti daya aktif, kesalahan, atau status operasional lainnya. Lampu ini berfungsi sebagai alat pengawasan yang memudahkan operator atau pengguna untuk segera mengetahui keadaan sistem tanpa perlu melakukan pemeriksaan mendetail. Pilot Lamp dapat dilihat pada Gambar 2.17



Gambar 2. 17 Pilot Lamp

(Sumber: Rancang Bangun Alat Tray Sealer Otomatis
Berdasarkan Mikrokontroler Arduino Mega 2560, Reynaldi, 2018)

2.3.14. Thermostat Kapiler

Thermostat kapiler adalah saklar suhu mekanis yang digunakan untuk mengontrol suhu dalam berbagai aplikasi, seperti pemanas air, oven, atau sistem pendingin. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan ekspansi cairan dalam kapiler yang akan mendorong mekanisme saklar untuk memutus atau menyambung arus listrik berdasarkan suhu yang diatur melalui kenop putar. Sensor kapilernya sangat sensitif terhadap perubahan suhu, sehingga memungkinkan kontrol yang cukup presisi tanpa perlu sistem elektronik kompleks. Selain itu, thermostat ini juga dilengkapi dengan konektor listrik yang memudahkan pemasangan dan kompatibel dengan berbagai sistem pemanas atau pendingin. Pengguna dapat dengan mudah menyesuaikan suhu sesuai kebutuhan, dan keandalannya membuat alat ini banyak digunakan dalam industri maupun rumah tangga. Dengan

desain yang sederhana tetapi efektif, thermostat kapiler menjadi pilihan yang populer untuk aplikasi yang memerlukan kontrol suhu stabil secara otomatis. Thermostat dapat dilihat pada Gambar 2.18



Gambar 2. 18 Thermostat

(Sumber: Implementasi Kontrol Untuk Mengontrol Suhu dan Level Pada Alat Vending , machine, praoedia, 2023)

2.4. Komponen Penyusun Pneumatik

Pneumatik berasal dari kata Yunani "pneuma" yang berarti udara atau angin, merujuk pada ilmu dan teknologi yang berkaitan dengan penggunaan udara terkompresi untuk menghasilkan gerakan mekanis. Sistem pneumatik tidak bisa terlepas dari kompresor, perangkat yang menghasilkan udara bertekanan yang diperlukan. Udara bertekanan ini didistribusikan melalui sistem dengan mengatur masuk dan keluarnya udara melalui katup-katup yang disusun untuk mengontrol sistem secara efektif[11].

Sistem elektro-pneumatik adalah perkembangan dari pneumatik, di mana udara bertekanan digunakan sebagai energi kerja sedangkan kontrolnya menggunakan sinyal elektrik atau elektronik. Sinyal ini mengaktifkan katup pneumatik melalui kumparan untuk mengatur arah aliran udara ke motor-pneumatik atau silinder pneumatik, yang

menjalankan fungsi sistem. Ciri khas sistem pneumatik meliputi proses pemompaan, pendinginan udara yang terkompresi, ekspansi udara saat digunakan, dan pembuangan udara ke atmosfer setelah ekspansi.

2.4.1. Kompresor

Kompresor dalam konteks penggunaan pneumatik adalah perangkat mekanikal yang digunakan untuk menghasilkan udara terkompresi atau bertekanan tinggi. Fungsi utama kompresor dalam sistem pneumatik adalah mengambil udara dari atmosfer, kemudian memampatkannya atau mengkompresinya hingga mencapai tekanan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Udara yang terkompresi ini kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan atau langsung didistribusikan melalui sistem pipa ke perangkat-perangkat pneumatik seperti silinder pneumatik, motor-pneumatik, atau perangkat lainnya yang memerlukan udara bertekanan untuk beroperasi[11].

Secara umum, kompresor pneumatik dapat beroperasi dengan berbagai jenis mekanisme, seperti piston, scroll, rotary screw, atau centrifugal, tergantung pada kapasitas produksi udara terkompresi yang dibutuhkan dan aplikasi spesifiknya. Kompresor ini memainkan peran kunci dalam menjaga keandalan dan efisiensi sistem pneumatik, karena kualitas udara terkompresi yang dihasilkannya akan mempengaruhi kinerja dan umur pakai perangkat pneumatik yang terhubung. Kompresor dapat dilihat pada Gambar 2.19



Gambar 2. 19 Kompresor

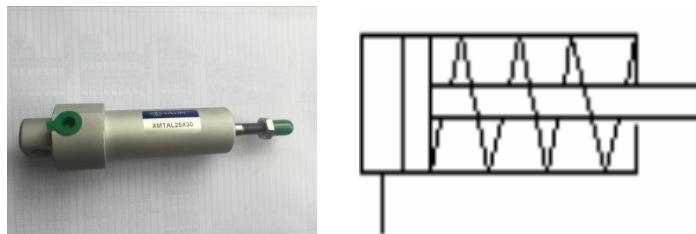
(Sumber: [https: Implementasi Pneumatik Pada Model Packing,Vinalda, 2019](https://www.implementasi-pneumatik.com/))

2.4.2. Silinder

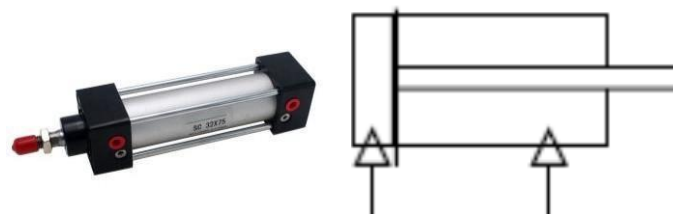
Silinder kerja pneumatik merupakan komponen utama dalam sistem pneumatik yang berfungsi untuk mengubah energi dari tekanan fluida menjadi gerakan mekanis. Silinder ini menggunakan piston sebagai komponen yang bergerak untuk melakukan gerakan translasi[12].

Dalam sistem pneumatik, terdapat dua tipe utama silinder kerja:

1. Silinder kerja penggerak tunggal (single acting), yang hanya memiliki satu ruang fluida kerja di atas atau di bawah piston. Silinder ini hanya dapat melakukan gerakan tekan, dan untuk kembali ke posisi semula, batang piston didorong oleh gravitasi atau kekuatan eksternal lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 2.20
2. Silinder kerja penggerak ganda (double acting), yang memiliki dua ruang fluida di dalam silinder—di atas dan di bawah piston. Meskipun ruang di atas piston lebih kecil karena sebagian ruangnya diambil oleh batang piston, konstruksi ini memungkinkan silinder untuk melakukan gerakan maju-mundur atau bolak-balik secara efektif dalam sistem pneumatik. Dapat dilihat pada Gambar 2.21



Gambar 2. 20 gambar Single Acting Dan Simbol
(Sumber: <https://www.researchgate.net/publication/334111111> Implementasi Pneumatik Pada Model Packing, Vinalda, 2019)



Gambar 2. 21 Gambar Double Acting dan Simbol

(Sumber: <https://www.researchgate.net/publication/334111111> Implementasi Pneumatik Pada Model Packing, Vinalda, 2019)

2.4.3. Solenoid Valve

Solenoid valve pneumatik atau katup solenoida adalah sebuah katup yang dioperasikan oleh energi listrik melalui solenoida. Katup ini dilengkapi dengan kumparan sebagai penggeraknya, yang berfungsi untuk menggerakkan piston saat diberikan arus AC atau DC. Solenoid valve memiliki beberapa lubang penting, yaitu lubang masukan sebagai tempat udara bertekanan masuk atau supply dari unit servis, lubang keluaran untuk udara bertekanan keluar yang terhubung ke sistem pneumatik, dan lubang exhaust untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau berubah posisi selama operasi katup. Prinsip kerja solenoid valve didasarkan pada perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh koil solenoida saat diberikan tegangan, yang menggerakkan piston di dalamnya untuk mengatur aliran udara sesuai dengan kebutuhan sistem. Biasanya, solenoid valve pneumatik dapat bekerja dengan tegangan AC 100/200 VAC atau DC, tergantung pada spesifikasi dan aplikasinya.



Gambar 2. 22 Solenoid Valve

(Sumber: <https://www.implementasi-pneumatik-pada-model-packing-vinalda-2019>)