

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Penelitian Relevan

Pada Tabel 2.1. menunjukkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan yang penulis jadikan sebagai acuan dalam penelitian guna menunjang penelitian tugas akhir dalam perancangan bangun penutup botol air minum berbasis PLC.

Tabel 2. 1. Penelitian Sebelumnya (*State of the Art*)

Artikel	Tahun	Hasil Penelitian
<p>Kajian penerapan PLC untuk meningkatkan produktivitas proses pengisian air dan penutup botol otomatis</p> <p>[4]</p>	<p>2022</p>	<p>Beberapa tahapan dalam pembuatan prototipe alat pengisian air dan penutupan botol otomatis dapat dijelaskan sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) Menyusun rancangan pembuatan <i>conveyor</i>;</li> <li>(ii) Merakit <i>conveyor</i> dengan menggunakan bahan besi ukuran 2 mm. Untuk ukuran dari <i>conveyor</i> tersebut adalah: panjang <i>conveyor</i> 80 cm, tinggi <i>conveyor</i> 30 cm; lebar <i>conveyor</i> 20 cm;</li> <li>(iii) Melakukan perangkaian terhadap beberapa elemen atau komponen yang diperlukan pada <i>conveyor</i>;</li> <li>(iv) Menyusun daftar atau listing program melalui aplikasi PLC yang telah di tentukan dan Flowchart;</li> <li>(v) Mengunggah program ke PLC;</li> <li>(vi) Melaksanakan pengujian dan pemeriksaan alat</li> </ul>

Artikel	Tahun	Hasil Penelitian
<p>Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis <i>Programmable Logic Controller</i>.</p> <p>[1]</p>	2021	<p>Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengintegrasikan perangkat keras (<i>hardware</i>) dengan perangkat lunak (<i>software</i>). Untuk melakukan pengujian ini yaitu dengan menjalankan sistem secara keseluruhan. Pada proses pengambilan data secara keseluruhan percobaan hasil pengujian pengisian dan penutup botol tidak terdapat <i>error</i> / kesalahan pada komponen. Sehingga semua komponen sistem dapat bekerja dengan baik.</p>
<p>PLC Based Automatic Bottle Filling and Capping System</p> <p>[5]</p>	2019	<p>Pada penelitian ini, setelah botol terdeteksi di sisi <i>input</i>, motor konveyor akan aktif dan mulai bergerak ke arah depan. Botol kemudian mencapai posisi yang diinginkan untuk diisi dan konveyor berhenti. Pada saat yang sama, <i>relay</i> pengatur waktu dimulai untuk pengisian air. Setelah proses pengisian selesai, konveyor mulai bergerak kembali kemudian botol menuju ke pengaturan penutupan botol. Setelah botol mencapai posisi, motor konveyor mati. Kemudian penutupan botol dilakukan dengan menggunakan pengaturan aktuator. Dengan demikian proses penutupan botol selesai dan konveyor mulai bergerak kembali.</p>

Artikel	Tahun	Hasil Penelitian
PLC Based Automatic Bottle Filling and Capping System With User Defined Volume Selection  [6]	2012	Ketika botol telah sampai pada tempat penutupan botol, sensor IR akan memerintahkan konveyor untuk berhenti. Penutupan botol dilakukan dengan sistem aktuator.

## 2.2. PLC (*Programmable Logic Controller*)

Agar berfungsi dengan baik, mesin-mesin pada industri membutuhkan operator. Sistem yang tadinya secara manual kemudian diubah menjadi sistem konvensional. Selanjutnya, sistem tersebut dikembangkan kembali dengan memanfaatkan PLC. Secara umum, PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah sistem atau alat untuk mengontrol dan memantau suatu pekerjaan atau mesin.



Gambar 2. 1. PLC (*Programmable Logic Controller*)

Pada Gambar 2.1, PLC didefinisikan sebagai perangkat elektronik yang mengatur proses sinyal *input* dan *output* mesin (digital/analog). PLC menggunakan kontrol program untuk menilai sinyal *input* dan kemudian memodifikasi kondisi *output* berdasarkan preferensi pengguna. Kondisi *input* PLC direkam dalam memori, dan PLC mengikuti kondisi *input* ini dengan melakukan instruksi logika terprogram.

PLC pada awalnya sebagai alat elektronik untuk mengganti panel *relay*. Pada saat itu PLC hanya bekerja untuk kondisi ON-OFF untuk pengendalian motor, *solenoid*, dan *actuator*. Alat ini mampu mengambil keputusan yang lebih baik dibandingkan *relay* biasa. PLC pertama-tama banyak digunakan pada bagian otomotif. Sebelum adanya PLC, sudah banyak peralatan kontrol *sequence*, ketika *relay* muncul, panel kontrol dengan *relay* menjadi kontrol *sequence* yang utama. Ketika transistor muncul, *solid state relay* yang diterapkan seperti untuk kontrol dengan kecepatan tinggi. [7]

PLC ialah suatu sistem elektronika digital yang dirancang agar dapat mengendalikan mesin dengan proses mengimplementasikan fungsi nalar kendali sekuensial, operasi pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*), dan aritmatika. PLC tidak lain adalah komputer digital sehingga mempunyai *processor*, unit memori, unit kontrol, dan unit I/O, PLC berbeda dengan komputer dalam beberapa hal, yaitu:

1. PLC dirancang untuk berada di lingkungan industri yang mungkin banyak debu, panas, guncangan, dan sebagainya.
2. PLC harus dapat dioperasikan serta dirawat dengan mudah oleh teknisi pabrik.
3. PLC sebagian besar tidak dilengkapi dengan monitor, tetapi dilengkapi dengan *peripheral port* yang berfungsi untuk memasukkan program sekaligus memonitor data atau program.

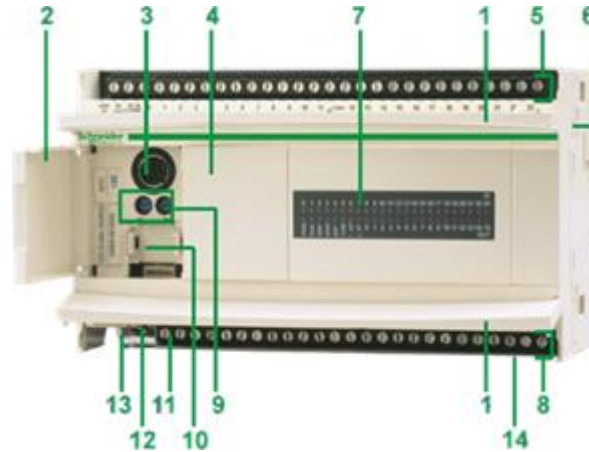
Sebagian besar PLC dapat melakukan banyak operasi, antara lain *relay logic*, penguncian (*locking*), pencacahan (*counting*), penambahan, pengurangan, pewaktuan (*timing*), kendali pid, operasi bcd, manipulasi data, perbandingan, dan pergeseran.

### **2.2.1. PLC TWDLCAE40DRF**

Basis pengontrol Twido *compact programmable* dengan port Modbus/TCP Ethernet terintegrasi TWDLCAE40DRF yang dapat dilihat pada Gambar 2.2. meliputi: [7]

1. Dua penutup putar untuk akses ke terminal koneksi 5.
2. Pintu akses yang berputar.

3. Konektor tautan serial RS 485 tipe mini-DIN (memungkinkan koneksi terminal pemrograman).



Gambar 2. 2. PLC TWDLCAE40DRF

4. Slot (dilindungi oleh penutup yang dapat dilepas) untuk tampilan diagnostik dan pemeliharaan digital TWD XCP ODC.
5. Blok terminal sekrup untuk menyalakan sensor 24 Vc.
6. Konektor untuk TM2 D .., TM2 A .. modul ekstensi *input* / *output* dan modul komunikasi TWD NCO1M (maksimum 7 modul).
7. Blok tampilan:
  - Status *controller* menggunakan 7 LED (PWR, RUN, ERR, BAT, COM, LAKT dan LST).
  - Keadaan *input* dan *output* (IN Dan OUT).
  - Indikator pengguna (STAT), untuk dikendalikan oleh program aplikasi sesuai dengan yang dibutuhkan
8. Blok terminal sekrup untuk menghubungkan preaktuator *output*.
9. Dua titik penyesuaian analog.
10. Konektor untuk perpanjangan port link serial RS 232C / RS 485 ke-2 melalui adaptor TWD NAC.
11. Blok terminal sekrup untuk menghubungkan catu daya listrik listrik 24 V DC atau 30 V DC.
12. Konektor untuk *cartridge* memori TWD XCP MFK32 / MFK64 32/64 KB.
13. Konektor tipe RJ45 (akses dari bawah pengontrol) untuk koneksi ke jaringan

14. Ethernet.
15. Slot yang menerima baterai cadangan opsional untuk memori RAM internal pangkalan.

Rangkaian pengontrol modular yang dapat diprogram menawarkan lima basis modular, berbeda dalam kapasitas pemrosesannya dan jumlah dan jenis *input/output*nya (20 atau 40 *input/output* dengan koneksi dengan blok terminal sekrup atau konektor tipe HE 10, dengan *output* relai atau transistor wastafel/sumber). Lima basis modular tersebut dapat menerima dalam ekstensi semua modul *input/output* (27 modul diskrit dan analog). Semua basis modular menggunakan catu daya 24 V DC.

Basis modular ini dapat diperluas dengan menambahkan modul ekspansi I/O:

1. Modularitas yang beradaptasi dengan kebutuhan aplikasi dari *base up*, dan dapat mengakomodasi hingga 4 atau 7 diskrit, dan / atau modul ekstensi *input/output* analog (tergantung pada model).
2. Pilihan opsi yang menawarkan pengguna tingkat fleksibilitas umumnya disediakan untuk *platform* otomatisasi yang lebih besar. Basis modular TWD LMDA dapat secara bersamaan menerima *cartridge* memori opsional, *cartridge* jam *real-time*, dan modul tampilan digital atau modul antarmuka serial, masing-masing dari kedua modul yang memungkinkan akomodasi port komunikasi RS 485 atau RS 232C kedua.
3. Solusi pengontrol modular juga memungkinkan fleksibilitas besar dalam kabel. Beberapa kemungkinan koneksi tersedia, seperti blok terminal sekrup yang dapat dilepas, jenis pegas atau konektor tipe HE 10 untuk kabel yang sederhana, cepat, dan aman. Sistem *Modicon Telefast* ABE 7 memungkinkan pra-kabel dengan mengaitkan modul dengan konektor tipe HE 10: - Untuk kabel yang sudah dipasang sebelumnya dengan salah satu ujung kabel gratis untuk koneksi langsung ke sensor/preaktuator.
4. Perangkat lunak TwidoSuite menawarkan pemrograman mudah dari instruksi bahasa "daftar" instruksional atau diagram *ladder*.

### 2.2.2. Spesifikasi PLC TWDLCAE40DRF

Berikut ini spesifikasi utama dari PLC TWDLCAE40DRF:

1. *Range* produk: Twido.
2. Jenis produk atau komponen: *Compact base controller*.
3. Konsep: Transparan Siap.
4. Jumlah: 40 I / O diskrit.
5. Jumlah: 24 *input* diskrit.
6. Tegangan *input* diskrit: 24 V
7. Jenis tegangan *input* diskrit: DC
8. Jumlah *output*: 14 (2 transistor)
9. Tegangan suplai: 24 V DC
10. Jumlah modul ekspansi: 7 I / O
11. Slot Memory yang digunakan: *cartridge*
12. Data pendukung: RAM Internal (baterai eksternal TSXPLP01) 3 tahun
13. Jenis koneksi:
  - Non isolate serial link mini DIN.
  - Modbus / mode karakter master / slave RTU / ASCII (RS485) half duplex, 38,4 kbit / s
  - Ethernet TCP / IP RJ45, 10/100 Mbit / s, 1 twisted pair kelas A10 transparan
14. Sumber Daya listrik
  - Serial Link Interface Adapter (RS232C / RS485)
15. Fungsi Komplementer: Pemrosesan Event, PID

### **2.2.3. Cara Kerja PLC**

Sebagai sebuah perangkat elektronik cerdas, PLC berfungsi sebagai otak pintar di balik berbagai proses otomatisasi, mengendalikan dan mengkoordinasikan berbagai perangkat dan komponen dalam sistem dengan berbagai *input* dan output. Berdasarkan Gambar 2.3., PLC terdiri dari 3 proses, yaitu sinyal *input*, *processing*, dan kirim perintah. [8]

### 1. Sinyal *input*

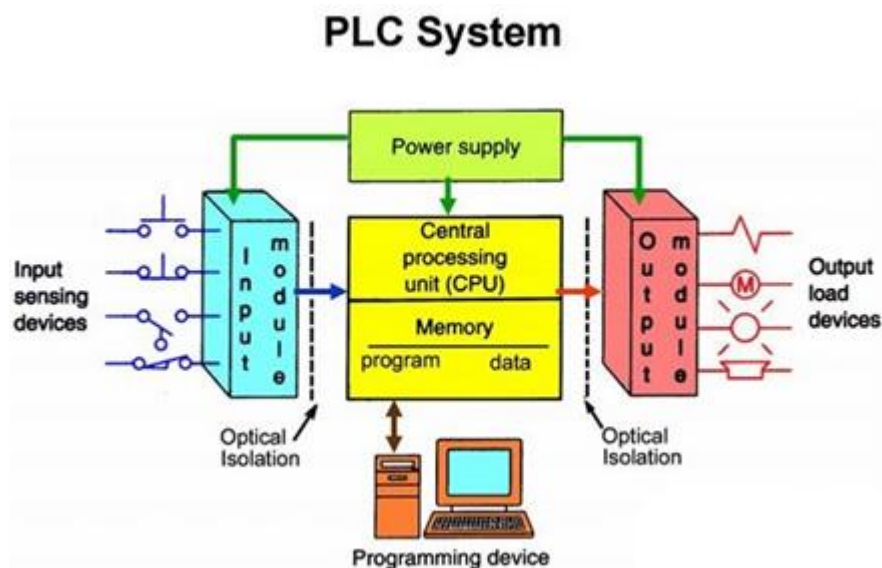
Cara kerja PLC dimulai dari sinyal *input* yang berbentuk apa saja. *Input* ini dapat berupa perintah dari operator langsung, data dari mesin atau sistem lain, atau keluaran PLC yang digunakan sebagai data baru.

### 2. *Processing*

Selanjutnya, *input* tersebut segera masuk ke bagian CPU yang berguna untuk *processing*. Secara konsep, PLC mirip komputer hanya lebih sederhana. Di tahap ini, logika dan program yang telah diterapkan segera melakukan tugasnya. *Processing* dibuat dengan prosedur sederhana dan minimal agar lebih efisien.

### 3. Kirim perintah

Bagian terakhir adalah kirim perintah atau keluaran. Ini merupakan *output* berupa sinyal ke mesin target. *Output* segera diterapkan pada mesin lain yang juga terkoneksi ke PLC. Selain itu, perintah dapat pula menjadi *input* untuk sistem lain.



Gambar 2. 3. Cara Kerja PLC

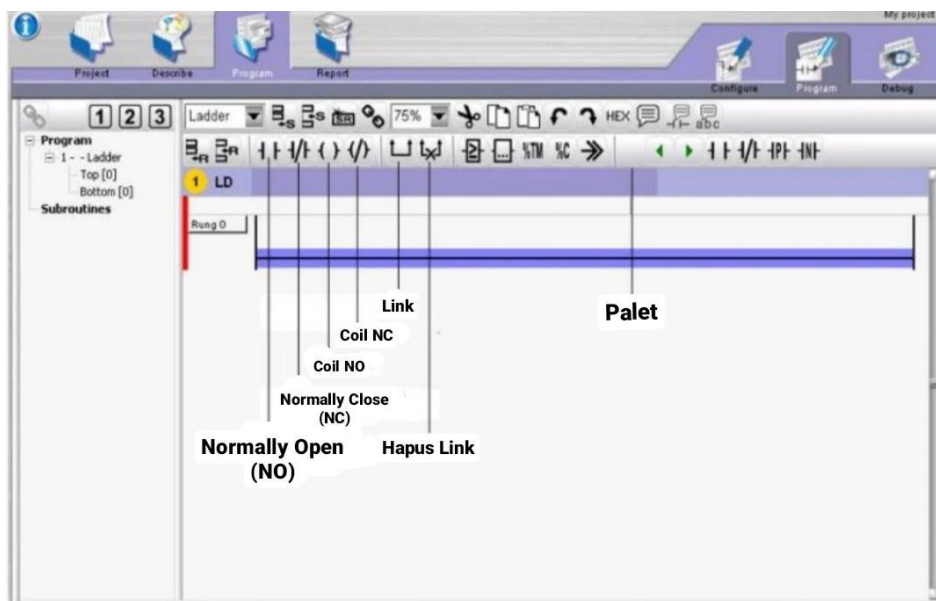
#### 2.2.4. Instruksi-instruksi Dasar PLC

PLC menyediakan beberapa metode atau jenis bahasa pemrograman yang dapat dipilih, yakni *Ladder Diagram Languages* (LD), *Instruction List Languages* (IL), *Statement List* (SL), *Sequential Function Chart* (SFC), *Grafcet Languages* (GL), dan *High-Level Languages* (HL). Namun, umumnya bahasa pemrograman



yang banyak didukung oleh PLC adalah LD dan IL. Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode pemrograman *Ladder Diagram Languages*.

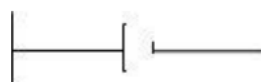
*Ladder diagram* merupakan salah satu jenis bahasa pemrograman yang didukung oleh PLC Twido dan dapat dibuat menggunakan *Software TwidoSuite*. [9] Pada dasarnya, bahasa ladder diagram digunakan untuk menciptakan program kendali dengan memanfaatkan simbol-simbol perintah. Tujuan dari bahasa pemrograman ini adalah untuk merepresentasikan sistem relay sebanyak mungkin dalam bentuk yang mirip, yang berfungsi untuk mengontrol output berdasarkan kondisi *input*. Program ladder diagram dapat divisualisasikan pada layar monitor seperti yang terlihat di Gambar 2.4 dan elemen-elemen seperti kontak *normally open*, kontak *normally closed*, *timer*, *counter*, blok perbandingan, *relay*, dan lainnya diwakili dalam bentuk gambar-gambar yang mudah dipahami.



Gambar 2. 4. Elemen-elemen dasar Ladder Diagram PLC

#### 1. *Normally Open* (NO)

Perintah ini digunakan untuk mengatur kontak logika yang terbuka. Simbol NO dapat dilihat pada Gambar 2.5. berikut ini.



Gambar 2. 5. Simbol *Normally Open*

## 2. *Normally Close (NC)*

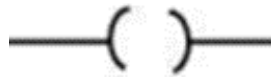
Gambar 2.6 menggambarkan simbol NC, perintah yang digunakan untuk mengatur kontak logika yang tertutup.



Gambar 2. 6. Simbol *Normally Close*

## 3. Coil NO

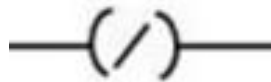
Pada Gambar 2.7, terdapat Coil NO yang digunakan untuk menghidupkan perangkat *output* eksternal.



Gambar 2. 7. Simbol Coil NO

## 4. Coil NC

Seperti yang tergambar pada Gambar 2.8, *output* coil NC digunakan untuk mematikan perangkat *output* eksternal.



Gambar 2. 8. Simbol Coil NC

## 5. *Link*

Berdasarkan Gambar 2.9, *Link* merupakan suatu garis yang menghubungkan antara kontak dengan kontak lainnya atau berfungsi sebagai sambungan antara kontak dengan Coil.

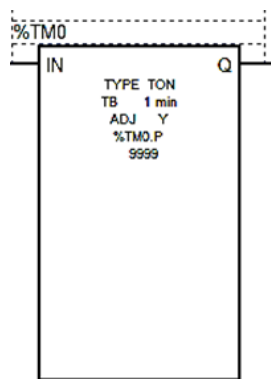


Gambar 2. 9. Simbol Link dan Hapus Link

## 6. *Timer*

*Timer* berfungsi sebagai pengatur waktu dalam proses, dan dapat digunakan sebagai komponen tundaan (*Timer ON Delay*). Biasanya, *timer* dapat diatur untuk memberikan keluaran dalam keadaan ON selama selang waktu tertentu (*Timer OFF Delay*). Selain itu, *timer* juga dapat digunakan untuk menciptakan

pulsa dengan lebar waktu tertentu (*Timer Pulsa*), namun fitur ini tergantung pada jenis PLC yang digunakan dan mungkin tidak tersedia pada semua PLC. Blok fungsi *timer* yang digunakan dalam sistem penutup botol otomatis ini adalah TOD dan TOF, yang mana simbol TOD ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10. Simbol *Timer*

### 2.3. Motor DC (Direct Current)

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.



Gambar 2. 11. Motor DC 775

Motor DC yang di pakai dalam pembuatan sistem ini adalah Motor DC 775 seperti yang terdapat pada Gambar 2.11.

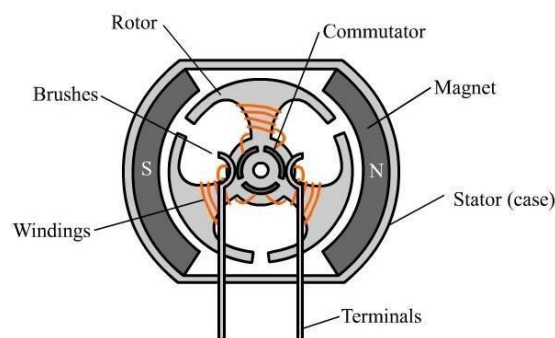
### 2.3.1. Motor DC 775

Motor DC 775 adalah motor arus searah dengan banyak tenaga dan torsi yang besar. Berdimensi 66,7x 42 mm yang merupakan ukuran silinder luar dengan diameter 42 mm dan sumbu 5 mm, dan berat bersih motor mencapai 350gr. [10] Motor DC 775 ini mempunyai kelebihan, antara lain:

1. Torsi besar.
2. *High Speed*: 15000 RPM (12v No Load).
3. Memakai *ball bearing*: putaran lebih ringan, cepat dan senyap. Umur motor menjadi lebih lama.
4. Sumbu axis bentuk D mencegah selip/licin saat dipakai pada kecepatan tinggi.
5. *All metal cover*, aman dari benturan.
6. *Internal cooling fan*, mencegah *overheat*.

### 2.3.2. Bagian Motor DC

Pada Gambar 2.12. Motor DC memiliki 7 bagian penting yang saling berperan untuk menghasilkan gerakan dan fungsi motor tersebut. Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing bagian:



Gambar 2. 12. Bagian-bagian Motor DC

1. **Kutub Magnet.** Secara sederhana bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang di antara

kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan.

2. **Rotor.** Bila arus masuk menuju rotor (bagian motor yang bergerak), maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Rotor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, rotor berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.
3. **Komutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dinamo. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.
4. **Brushes.** *Brushes* adalah elemen gesekan yang berfungsi untuk menyuplai arus listrik dari stator ke *commutator* pada rotor. *Brushes* biasanya terbuat dari bahan yang tahan gesekan seperti karbon.
5. **Windings.** *Windings* merupakan kumparan kawat tembaga atau kawat lainnya yang dililitkan di sekitar stator. *Windings* menciptakan medan magnet yang berputar ketika arus mengalir melalui kawat tersebut.
6. **Stator.** Stator adalah bagian motor DC yang merupakan bagian tetap dan menyimpan *winding*. Stator menciptakan medan magnet tetap yang berinteraksi dengan medan magnet dari rotor untuk menghasilkan gerakan putaran.
7. **Terminals.** Terminal adalah titik koneksi motor DC yang menyediakan jalur listrik untuk menghubungkan motor dengan sumber daya dan kontrol eksternal.

#### 2.4. Sensor Proximity

Sensor *proximity* adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat yaitu 1 mm sampai beberapa cm saja tergantung jenisnya. [11] Sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 10 – 30 VDC dan ada pula yang menggunakan tegangan 100 – 220 VAC.

Sensor ini adalah sensor yang mendeteksi target tanpa media kontak fisik. Sensor ini berupa alat elektronik *solid-state* yang dibungkus rapat untuk melindunginya dari getaran, bahan kimia, cairan debu dan bahan lainnya. Sensor *proximity* digunakan apabila:

- Objek yang dideteksi terlalu kecil, lunak, ringan untuk operasi saklar mekanis.
- Diperlukan respon yang cepat dan kecepatan hubung yang tinggi.
- Objek melalui rintangan non logam seperti kaca, plastik, kertas dan lainnya.
- Lingkungan keras yang mengharuskan saklar dalam segel yang baik.
- Ketahanan umur dan keandalan yang baik.
- Sistem menghendaki sinyal *bounce free*.

Untuk sistem instalasinya, biasanya:

- Dengan *current-sourcing output* (PNP), di mana beban dihubungkan antara sensor dan *ground* (*open emitter*).
- Dengan *current-sinking output* (NPN), beban dihubungkan antara suplai positif dan sensor (*open collector*).
- Tidak boleh dipasang langsung pada motor dan harus diberi daya terus menerus.

Pada sensor terdapat istilah histerisis yaitu jarak antara titik operasi bila objek mencapai sisi *proximity*. Histerisis diperlukan karena menghindari *chattering* ketika dikenai kejutan, getaran, gerakan lambat, ataupun gangguan kecil seperti penyimpanan suhu, juga gangguan arus listrik. Sensor *proximity* dapat dibedakan menjadi sensor *proximity* induktif dan sensor *proximity* kapasitif.

#### **2.4.1. Sensor Infrared Proximity**

Berdasarkan Gambar 2.13, sensor *infrared proximity* merupakan tipe sensor *proximity* yang memanfaatkan gelombang *infrared* untuk mendeteksi keberadaan benda di sekitarnya. Sensor ini dapat mengidentifikasi objek dalam jarak tertentu tanpa perlu bersentuhan langsung. Cara kerja sensor *infrared proximity* melibatkan emisi sinar *infrared* ke daerah sekitar sensor, kemudian mendeteksi pantulan sinar *infrared* yang dipantulkan oleh benda yang berdekatan.

Struktur sensor *infrared proximity* mencakup bagian pemancar (*transmitter*) dan bagian penerima (*receiver*) yang terletak pada dua ujung sensor. Bagian

pemancar akan memancarkan sinar *infrared* ke wilayah sekitar sensor, sementara bagian penerima akan menerima pantulan sinar *infrared* yang dipantulkan oleh benda di dekatnya. Hasilnya, sensor ini mampu mengenali benda dalam jarak spesifik dengan cara mengukur perubahan intensitas cahaya *infrared* yang diterima oleh bagian penerima.

Kelebihan sensor *infrared proximity* antara lain pemasangannya yang simpel, ketahanannya terhadap cahaya dan warna benda, serta umur pemakaian yang lama. [12] Aplikasi umum dari sensor ini meliputi mesin pengemas, robotika, peralatan otomasi industri, dan berbagai bidang lainnya. Namun, sensor ini juga memiliki kelemahan, seperti sensitivitas yang terbatas pada kondisi cahaya sangat rendah atau sangat terang, yang dapat memengaruhi kinerjanya.



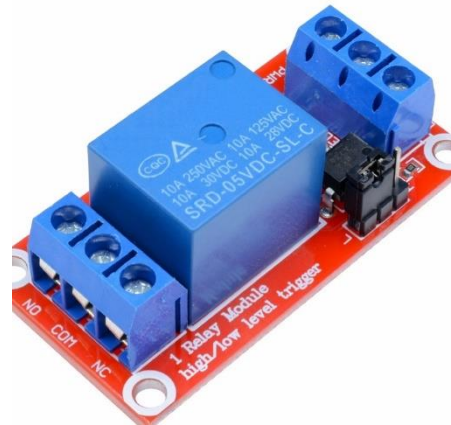
Gambar 2. 13. Sensor *Infrared Proximity*

## 2.5. Relay

*Relay* adalah komponen elektronik berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya, ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. [13] *Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 A/AC 220V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 A/12 V DC).

Pada Gambar 2.14, terlihat bahwa *relay* adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetik. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut timbul

medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam feromagnetik. Penemu *relay* pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835.



Gambar 2. 14. *Module Relay*

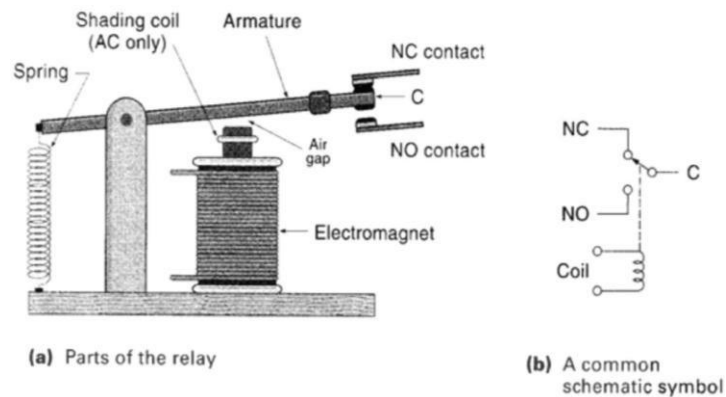
### 2.5.1 Prinsip Kerja *Relay*

Berdasarkan Gambar 2.15, prinsip kerja *relay* sama dengan kontraktor magnet yaitu sama-sama berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan *coil*, jika kumparan *coil* tersebut diberi sumber listrik. Relay dibagi menjadi dua jenis, yaitu relay DC dan relay AC, tergantung pada sumber listrik yang digunakan. Besar tegangan DC yang masuk pada *coil relay* bervariasi sesuai dengan ukuran yang tertera pada *body relay* tersebut diantaranya *relay* dengan tegangan 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt, 48 Volt, sedangkan untuk tegangan AC sebesar 220 Volt.

*Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*). [13]

Secara sederhananya berikut ini prinsip kerja dari *relay* yaitu ketika *coil* mendapat listrik (*energized*) akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas lalu *contact* akan menutup.





Gambar 2. 15. Prinsip Kerja *Relay*

Adapun spesifikasi dari *module relay 2 channel*, sebagai berikut :

- Menggunakan tegangan rendah, 5V, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem mikrokontroler.
- Tipe *relay* adalah SPDT (*Single Pole Double Throw*): 1 COMMON, 1 NC (*Normally Close*), dan 1 NO (*Normally Open*).
- Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.
- Pin pengendali dapat dihubungkan dengan *port* mikrokontroler mana saja, sehingga membuat pemrogram dapat leluasa menentukan pin mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali.
- Dilengkapi rangkaian penggerak (*driver*) *relay* dengan level tegangan TTL sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler.
- Driver bertipe “*active high*” atau kumparan *relay* akan aktif saat pin pengendali diberi logika “1”.
- Driver dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler.

Connection:

1. VCC connect to 5V.
2. GND connect to GND.
3. 1N1-1N2 *relay* control interface connected MCU's IO port.

## 2.6. Solenoid Valve

*Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/solenoida. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. [14] Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*). Atau pada sebuah tandon air yang membutuhkan *solenoid valve* sebagai pengatur pengisian air, sehingga tandon tersebut tidak sampai kosong.

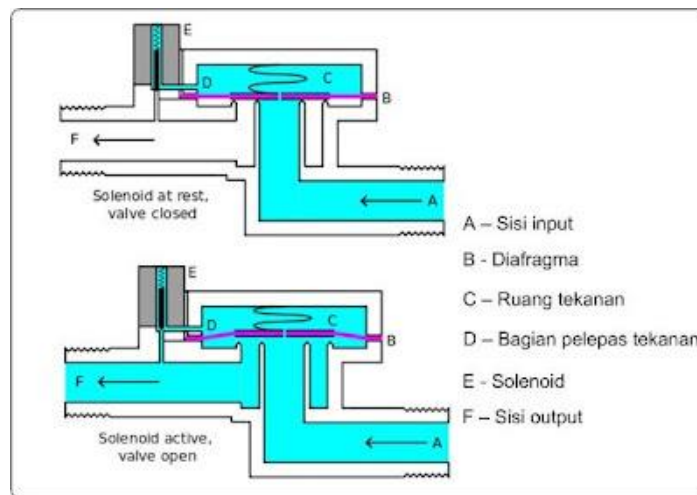


Gambar 2. 16. *Solenoid Valve*

Terdapat banyak jenis dari *solenoid valve*, karena *solenoid valve* di desain sesuai dari kegunaannya. Mulai dari 2 saluran, 3 saluran, 4 saluran dan sebagainya. Seperti yang tervisualisasikan pada Gambar 2.16, *solenoid valve* 2 saluran atau yang sering disebut katup kontrol arah 2/2. Memiliki 2 jenis menurut cara kerjanya, yaitu NC dan NO. Jadi fungsinya hanya menutup/membuka saluran karena hanya memiliki 1 lubang *inlet* dan 1 lubang *outlet*. Atau pada solenoid 3 saluran yang memiliki 1 lubang *inlet*, 1 lubang *outlet*, dan 1 *exhaust*/pembuangan. Dimana lubang *inlet* berfungsi sebagai masuknya fluida, lubang *outlet* berfungsi sebagai keluarnya fluida dan *exhaust* berfungsi sebagai pembuangan fluida/cairan yang terjebak. Dan solenoid 3 saluran ini biasanya digunakan atau diterapkan pada aktuator pneumatik (*cylinder* kerja tunggal).

### 2.7.1. Prinsip Kerja Solenoid Valve

Berdasarkan Gambar 2.17, *Solenoid valve* akan bekerja bila kumparan/*coil* mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja solenoid valve adalah 100/200VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24VDC). Dan sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan selenoida tersebut. Dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F. [15]

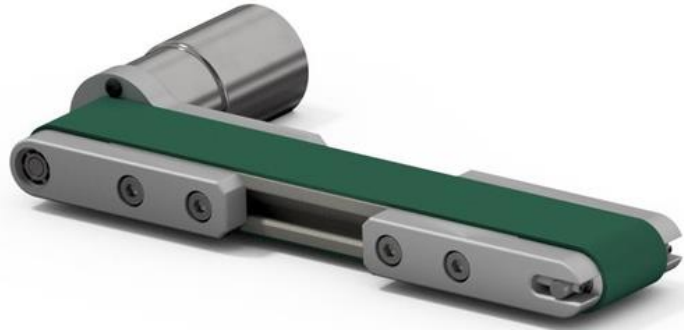


Gambar 2. 17. Prinsip Kerja Solenoid Valve

### 2.7. Sabuk Konveyor (*Belt Conveyor*)

*Belt conveyor* atau sabuk konveyor adalah pesawat pengangkut yang digunakan untuk memindahkan muatan dalam bentuk satuan atau tumpahan, dengan arah horizontal atau membentuk sudut dakian/inklinasi dari suatu sistem operasi yang satu ke sistem operasi yang lain dalam suatu *line* proses produksi, yang menggunakan sabuk sebagai penghantar muatannya. Salah satu keunggulan utama dari *belt conveyor* adalah fleksibilitasnya dalam mengatasi berbagai kondisi dan kebutuhan transportasi material. Konveyor ini dapat diatur untuk bergerak secara horizontal, membentuk sudut inklinasi, atau bahkan berbelok, sehingga

memungkinkan transfer material dari satu titik ke titik lain dalam sebuah sistem produksi atau distribusi. [16]

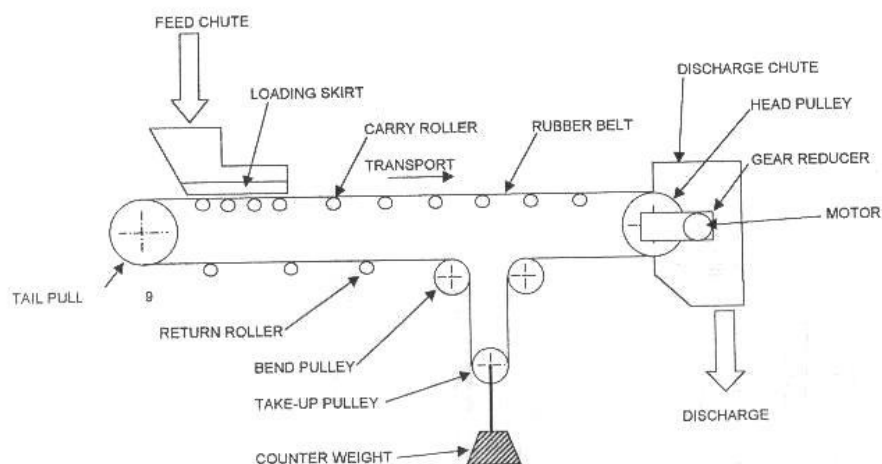


Gambar 2. 18. *Belt Conveyor*

Dari Gambar 2.18, *belt conveyor* pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana dan secara intensif digunakan di setiap cabang industri. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut.

### 2.8.1. Prinsip Kerja *Belt Conveyor*

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.19, prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransport material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau inlet pada sisi *tail* dengan menggunakan *chute* dan setelah sampai di *head material* ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah.



Gambar 2. 19. Bagian-bagian *Belt Conveyor*

*Belt* digerakkan oleh *drive/head pulley* dengan menggunakan motor penggerak. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan *drum* dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut. Bagian penggerak *head pulley* dengan menggunakan motor listrik yang diteruskan ke *gear reducer* dengan *coupling* diteruskan kembali ke *head pulley*. Kelengkapan alat ini ada yang dipasang *holdback/back stop* untuk mencegah *belt* mundur saat berhenti ketika ada muatan, ini digunakan pada *belt conveyor* yang menanjak. Pada bagian bawah *head pulley* biasanya dilengkapi dengan pembersih/*belt cleaner* yang berfungsi untuk membersihkan material yang menempel pada *belt* setelah material dituangkan.[17]