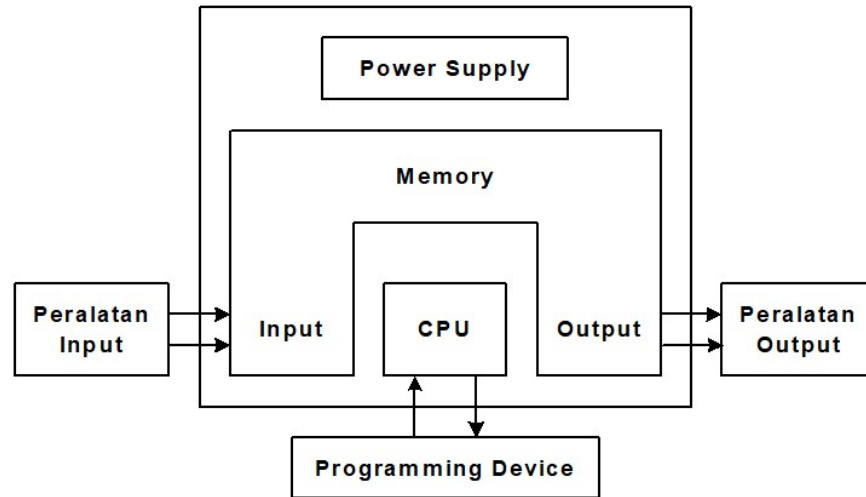


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Programmable Logic Control (PLC)



Gambar 2.1 Komponen Perangkat Keras PLC

Sumber: (Widharma, 2016)

Komponen perangkat keras PLC terdiri dari :

1. *Central Processing Unit* (CPU) berfungsi memeriksa status input, menjalankan program, dan memperbarui output.
2. *Memory* merupakan tempat untuk menyimpan program dan data pada PLC.
3. *Power Supply* berfungsi mengalirkan sumber daya listrik pada PLC.
4. Input berfungsi memonitor perubahan status dari perangkat input yang tersambung ke PLC.
5. Output menghasilkan sinyal yang akan dikirim ke perangkat output.
6. Programming Devices memasuki dan memonitor user program.

##### 2.1.1 Pengertian PLC

*Programmable Logic Controllers* (PLC) merupakan komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai

tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam (Widharma, 2016). Definisi Programmable Logic Controller menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, waktu, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay sequensial* dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan *input-input* yang ada

dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan *output-output*. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki *output* banyak. ( Capiel, 1982 ).

Fungsi dan kegunaan PLC menurut Capiel (1982). PLC dapat dibagi secara umum dan khusus. Secara umum fungsi PLC adalah sebagai berikut :

1. Sekuensial Kontrol. PLC memproses *input* sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC menjaga agar semua step atau langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.
2. *Monitoring Plant*. PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan *input* ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Beberapa PLC dapat memberikan *input* ke CNC untuk kepentingan pemrosesan lebih lanjut. CNC bila dibandingkan dengan PLC mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. CNC biasanya dipakai untuk proses finishing, membentuk benda kerja, *moulding* dan sebagainya. ( Capiel, 1982 ).

### 2.1.2 Spesifikasi PLC

PLC Omron CJ2M (gambar 2.2) merupakan PLC pabrikan PT.Omron. PLC Omron CJ2M merupakan salah satu tipe PLC yang memiliki kecepatan yang tinggi

yang dirancang untuk operasi control. PLC Omron CJ2M merupakan PLC tipe modular. PLC tipe ini memiliki kemudahan dalam penginstalan, pengembangan, dan pemasangan system (OMRON, 2017).



Gambar 2.2 Programmable Logic Control CPU Unit CJ2M

Sumber: (OMRON, 2017)

Spesifikasi PLC Omron CJ2M :

Tabel 2.1 Spesifikasi CJ2M

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Power Supply            | 24 VDC          |
| Operating Voltage Range | 5 – 24 VDC      |
| Power Consumption       | 60 VA           |
| Inrush Current          | 38 A            |
| External Power Supply   | 24 VDC ; 300 mA |

### 2.1.3 Prinsip kerja PLC

PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari peralatan *input* untuk kemudian di analisa sesuai dengan kebutuhan perencana (*programmer*) untuk mengontrol keadaan *output*. Sinyal *input* diberikan kedalam *input card*. Ada 2 jenis *input card*, yaitu:

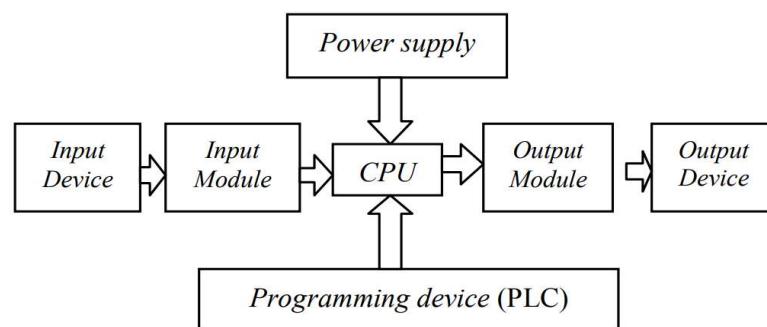
1. Analog input card
2. Digital input card

Setiap *input* mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya *input* yang dapat

diproses tergantung jenis PLC nya. Sinyal *output* dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang dibuat oleh pemakai berdasarkan analisa keadaan *input*. Ada 2 jenis *output card*, yaitu:

1. Analog output card
2. Digital output card

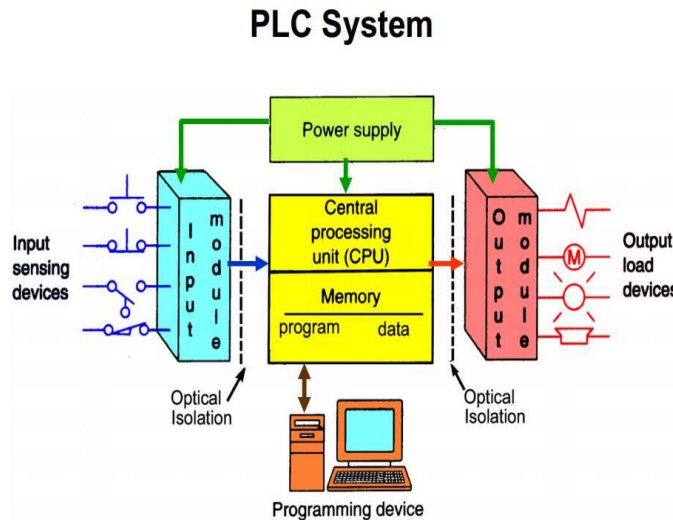
Setiap *ouput card* mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya *output* tergantung jenis PLC nya. Pada PLC juga dipersiapkan internal *input* dan *output* untuk proses dalam PLC sesuai dengan kebutuhan program. Dimana internal *input* dan *output* ini hanya sebagai flag dalam proses. Di dalam PLC juga dipersiapkan timer yang dapat dibuat dalam konfigurasi on delay, off delay, on timer, off timer dan lain-lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses timer tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya. Untuk melaksanakan sebagai kontrol system, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian peting dari PLC. Program PLC biasanyaterdiri dari 2 jenis yaitu ladder diagram dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program.



Gambar 2.3 Diagram Block Sistem PLC  
Sumber: (Widharma, 2016)

### 2.1.4 Struktur Dasar PLC

Secara Umum, struktur dasar PLC terbagi menjadi 4 bagian, yaitu *Central Processing Unit*, memori, *Input/Output*, *programming device*.



Gambar 2.4 Struktur Dasar PLC

Sumber: (Widharma, 2016)

Berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan didalam memory. Selain itu CPU juga memproses dan menghitung waktu memonitor waktu pelaksanaan perangkat lunak dan menterjemahkan program perantara yang berisi logika dan waktu yang dibutuhkan untuk komunikasi data dengan pemrogram.

#### 1. Memori

Memori yang terdapat dalam PLC berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi-lokasi dimana hasil-hasil perhitungan dapat disimpan didalamnya. PLC menggunakan peralatan memory semi konduktor seperti RAM (*Random Acces Memory*), ROM (*Read Only Memory*), dan PROM (*Programmable Read Only Memory*) RAM mempunyai waktu akses yang cepat dan program-

program yang terdapat didalamnya dapat deprogram ulang sesuai dengan keinginan pemakainya. RAM disebut juga sebagai volatile memori, maksudnya program program yang terdapat mudah hilang jika suplai listrik padam. Dengan demikian untuk mengatasi suplai listrik yang padam tersebut maka diberi suplai cadangan daya listrik berupa baterai yang disimpan pada RAM. Seringkali CMOS RAM dipilih untuk pemakaian power yang rendah. Baterai ini mempunyai jangka waktu kira-kira lima tahun sebelum harus diganti.

## 2. *Input/Output*

Sebagaimana PLC yang direncanakan untuk mengontrol sebuah proses atau operasi mesin, maka peran modul *input* atau *output* sangatlah penting karena modul ini merupakan suatu perantara antara perangkat kontrol dengan CPU. Suatu peralatan yang dihubungkan ke PLC dimana megirimkan suatu sinyal ke PLC dinamakan peralatan *input*. Sinyal masuk kedalam PLC melalui terminal atau melalui kaki- kaki penghubung pada unit. Tempat dimana sinyal memasuki PLC dinamakan *input poin*, *Input poin* ini memberikan suatu lokasi didalam memori dimana mewakili keadaannya, lokasi memori ini dinamakan *input bit*. Ada juga *output bit* di dalam memori dimana diberikan oleh *output poin* pada unit, sinyal *output* dikirim ke peralatan *output*. Setiap *input/output* memiliki alamat dan nomor urutan khusus yang digunakan selama membuat program untuk memonitor satu persatu aktivitas *input* dan *output* didalam program. Indikasi urutan status dari *input output* ditandai *Light Emiting Diode* (LED) pada PLC atau modul *input/output*, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pengecekan proses pengoperasian *input/output* dari PLC.

## 3. *Programming Devices*

*Programming Devices* merupakan platform atau tempat untuk membuat program atau logika kontrol. *Programming Devices* berupa perangkat genggam atau laptop atau komputer.

### 2.1.5 Modul PLC CJ2M

PLC CJ2M (gambar 2.5) merupakan PLC yang dikeluarkan oleh OMRON *INDUSTRIAL AUTOMATION*. PLC ini bersifat modular yaitu komponen seperti Power Supply, CPU, Modul *Input* dan *Output* nya terpisah (OMRON, 2017). PLC jenis ini mempunyai jumlah *Input/Output* (I/O) yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan relatif lebih banyak dibandingkan dengan PLC jenis *compact*. Jenis CPU PLC CJ2M yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu CPU12 yang memiliki kapasitas program sebesar 10K *steps* dan dapat dipasang modul ekspansi sebanyak 40 unit untuk 3 rak ekspansi atau 10 unit untuk setiap raknya.



Gambar 2.5 PLC Omron CJ2M CPU12

Sumber: (OMRON, 2017)

### 2.1.6 CX-Designer

CX – Designer merupakan *software* yang digunakan CX – Designer dibuat oleh Omron yang digunakan untuk membuat desain dari Human Machine Interface dari program PLC yang telah dibuat (Omron, 2001).

## 2.2 Conveyor

Conveyor (gambar 2.6) adalah salah satu jenis alat pengangkut yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan industri yang berbentuk padat (Safaruddin, 2022). Pemilihan alat transportasi material padatan antara lain tergantung pada:

1. Kapasitas material yang ditangani
2. Jarak pemindahan material
3. Arah pengangkutan, horizontal, vertikal dan inklinasi
4. Ukuran (size), bentuk (shape), dan sifat dari material (properties)



Gambar 2.6 Conveyor

Sumber: (Safaruddin, 2022)

Secara umum conveyor diklasifikasikan sebagai berikut;

1. Belt Conveyor
2. Screw Conveyor

### 2.2.1 Belt Conveyor

Belt Conveyor (gambar 2.7) pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat (Safaruddin, 2022). 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. Untuk mengangkut bahan-bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas.



Gambar 2.7 Belt Conveyor

Sumber: (Safaruddin, 2022)

Karakteristik Belt Conveyor;

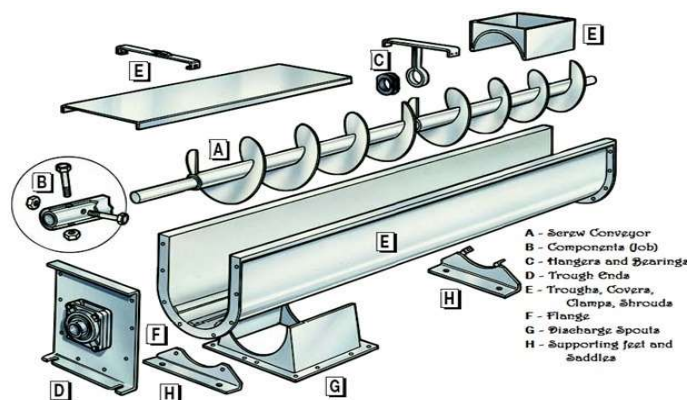
1. Dapat beroperasi secara mendatar maupun miring dengan sudut maksimum sampai dengan 18.
2. Sabuk disanggah oleh plat roller untuk membawa bahan.
3. Kapasitas pengangkutan tinggi.
4. Dapat beroperasi secara continue
5. Kapasitas dapat diatur.
6. Kecepatan sampai dengan 600 ft/m.
7. Perawatan mudah.

Kelemahan dari kontruksi belt conveyor adalah;

1. Biaya perencanaan yang relatif mahal
2. Sudut inklinasi terbatas

### 2.2.2 Screw Conveyor

Screw conveyor (gambar 2.8) merupakan salah satu jenis pesawat pemindah bahan yang menggunakan prinsip ulir dalam proses kerjanya dengan keistimewaan desain nya yang sederhana (Rahman, 2017). Sedangkan material yang dipindah oleh screw conveyor terbatas pada jenis material curah. Untuk mendapatkan kapasitas yang diinginkan, bila screw conveyor diputar pada putaran kerja tertentu, variasi jarak pitch screw berpengaruh terhadap daya yang dibutuhkan screw conveyor.



Gambar 2.8 Screw conveyor

Sumber: (Rahman, 2017)

### 2.3 Miniatur circuit breaker (MCB)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) (gambar 2.9) berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau konsleting) (Daviu & Alfonso, 2017). Dasar pemilihan rating arus MCB yang ingin dipakai di instalasi rumah tinggal tentu disesuaikan dengan besarnya langganan daya listrik PLN yang terpasang. Karena PLN sendiri menetapkan besar langganan listrik sesuai *rating* arus dari MCB yang di produksi untuk pasar dalam negeri.

*Miniature Circuit Breaker* mempunyai peranan penting dalam hal proteksi arus lebih dan juga sebagai alat *disconnect* pada jaringan listrik. Sebuah *breaker* merupakan alat yang didesain untuk mengisolasi rangkaian dari gangguan arus lebih seperti *overload* (beban lebih) dan *short circuit* (hubung singkat)



Gambar 2.9 MCB 1fasa dan 3 fasa

Sumber: (Daviu & Alfonso, 2017)

### 2.3.1 Prinsip kerja

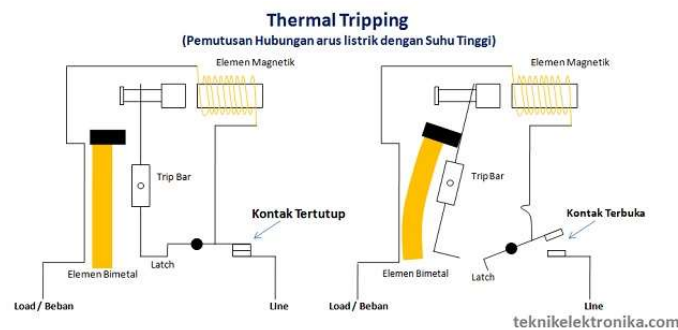
MCB mempunyai Bimetalic yaitu jika elemen terkena panas akan memuai secara langsung maupun tidak langsung yang diakibatkan dengan adanya arus mengalir, alat Bimetalic ini dibuat dan direncanakan sesuai dengan ukuran standar (arus nominal MCB), dimana dalam waktu yang sangat singkat dapat bekerja sehingga rangkaian beban terlindungi.

Pada kondisi Normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi Kelebihan Beban (*Overload*) ataupun Hubung Singkat Rangkaian (*Short Circuit*), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat perpindahan Knob atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini yaitu dengan cara *Magnetic*

*Tripping* (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) dan *Thermal Tripping* (Pemutusan hubungan arus listrik secara *Thermal*/Suhu) (gambar 2.10).

1. *Thermal Tripping* (Pemutusan Hubungan arus listrik dengan Suhu Tinggi)

Pada saat kondisi Overload (Kelebihan Beban), Arus yang mengalir melalui Bimetal menyebabkan suhu Bimetal itu sendiri menjadi tinggi. Suhu panas tersebut mengakibatkan Bimetal melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (Trip).

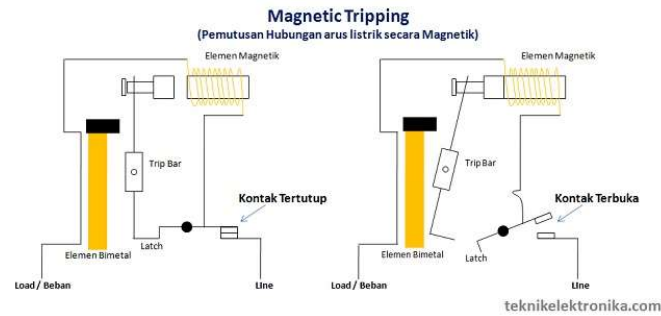


Gambar 2.10 Proses *Thermal Tripping*

Sumber: (Daviu & Alfonso, 2017)

2. *Magnetic Tripping* (Pemutusan Hubungan Arus Listrik Secara Magnetik)

Ketika terjadi Hubung Singkat Rangkaian (*Short Circuit*) secara mendadak ataupun Kelebihan Beban yang sangat tinggi (*Heavy Overload*), Magnetic Tripping atau pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik akan diberlakukan (gambar 2.11). Pada saat terjadi hubungan singkat ataupun kelebihan beban berat, Medan magnet pada Solenoid MCB akan menarik *Latch* (palang) sehingga memutuskan kontak MCB (Trip).

Gambar 2.11 Proses *Magnetic Tripping*

Sumber: : (Daviu &amp; Alfonso, 2017)

## 2.4 Relay

Relay (gambar 2.12) adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik (Alexander & Turang, 2015). 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. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektro mekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.



Gambar 2.12 Relay

Sumber: (www.ia.omron.com)

Secara sederhana relay elektro mekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

1. Alat yang menggunakan gaya elektro magnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya. Konfigurasi dari kontak-kontak relay ada tiga jenis, yaitu:

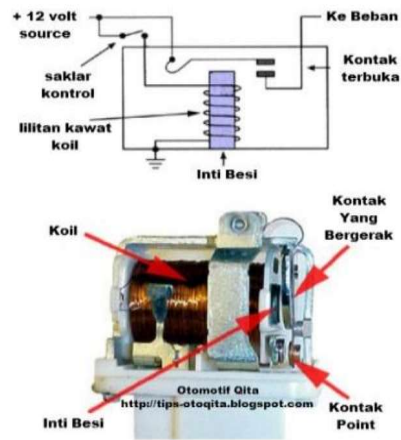
1. Normally Open (NO), apabila kontak-kontak tertutup saat relay dicatu
2. Normally Closed (NC), apabila kontak-kontak terbuka saat relay dicatu

#### 2.4.1 Prinsip kerja

Relay terdiri dari *coil* & *contact coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis:

1. Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan adalah kondisi open terbuka),
2. dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan adalah kondisi close atau tertutup).

Secara sederhana prinsip kerja dari relay yaitu ketika *coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, relay juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Relay

Sumber: (<http://www.circuitstoday.com>)

## 2.5 Power Supply

Catu daya (gambar 2.14) merupakan suatu Rangkaian yang paling penting bagi sistem elektronika. Power supply atau catu daya adalah suatu alat atau perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah arus AC menjadi arus DC untuk memberi daya suatu perangkat keras lainnya. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.

Menurut Gatot Susanta dan Sasi Agus Toni, *power supply* adalah sumber energi yang disalurkan melalui kabel dan penghantar lainnya, dan menjadi sebuah daya energi yang mampu untuk menggerakkan banyak kebutuhan yang menjadi bagian dari keseharian kita. Sedangkan menurut Mikrajuddin, *power supply* adalah salah satu energy selain dari bahan bakar minyak dan menjadi salah satu energi tersebar dan sangat diperlukan banyak orang dalam kehidupan sehari hari.



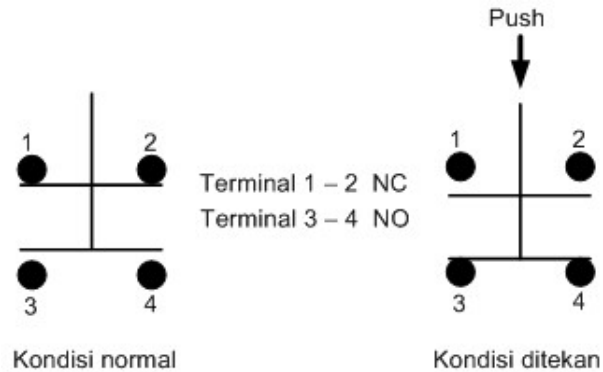
Gambar 2.14 Power Supply

## 2.6 *Pushbutton* (Tombol Tekan)

*Pushbutton* (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

Sebagai device penghubung atau pemutus, push button switch hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, push button switch menjadi komponen paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti push button switch (gambar 2.15) atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off.



Gambar 2.15 Kondisi *Push Button*

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (Normally Close) dan NO (Normally Open) :

1. NO (Normally Open), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (Close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (Push Button ON).
2. NC (Normally Close), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (Open), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (Push Button Off).

Gambar 2.16 *Push Button*

### 2.6.1 Prinsip kerja

Prinsip kerja *pushbutton* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop dan kontak NO akan berfungsi sebagai start, biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan sumber.

### 2.7 Pilot Lamp

Pilot lamp (gambar 2.17) merupakan suatu lampu indikasi (indikator lamp) yang berfungsi sebagai tanda adanya arus listrik yang mengalir pada panel listrik tersebut. Pilot lamp akan menyala bila terdapat arus listrik yang masuk pada panel listrik tersebut.

Gambar 2.17 *Pilot Lamp 24VDC*

## 2.8 Banana Jack

Yang dimaksud dengan konektor dalam Teknik Elektronika adalah suatu komponen *Elektro-mechanical* yang berfungsi untuk menghubungkan satu rangkaian elektronika ke rangkaian elektronika lainnya ataupun untuk menghubungkan suatu perangkat dengan lainnya. Pada umumnya, konektor terdiri konektor *Plug (male)* dan Konektor *Socket (female)*.

Banana jack (gambar 2.18) ini sering disebut juga dengan Konektor 4mm, hal ini dikarenakan diameter Pin Banana konektor ini berukuran 4 mm. pin pada Banana konektor ini terdapat 1 atau 2 per (spring) yang menonjol keluar, sehingga bentuknya menyerupai Pisang (banana). Salah satu kelebihan konektor banana adalah dapat melewatkan arus listrik yang tinggi hingga 10 A. oleh karena itu, konektor banana ini banyak digunakan sebagai konektor yang menghubungkan speaker ke amplifier dan juga dalam peralatan test equipment (alat-alat ukur/Uji) seperti multimeter dan osiloskop. Konektor banana ini ditemukan oleh Richard Hirschman pada tahun 1924.



Gambar 2.18 Banana Jack

## 2.9 Sensor Proximity

Sensor *Proximity* (gambar 2.19) merupakan sensor yang berfungsi untuk melakukan pengukuran kecepatan tanpa melakukan hubungan langsung dengan

benda yang akan diukur (Iwan Setiawan, S.T., 2011). Prinsip kerja dari sensor *proximity* adalah ketika suatu benda mendekati sensor tersebut maka akan menghasilkan output pulsa magnetis yang mana nantinya akan menghasilkan tegangan. Maka dari output tersebut bisa digunakan untuk mendeteksi adanya barang atau benda yang melewati sensor tersebut.



Gambar 2.19 Sensor *Proximity*

Sumber: (Iwan Setiawan, S.T., 2011)

### 2.9.1 Prinsip kerja

Sensor jarak induktif menggunakan prinsip induksi elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan objek logam. Sensor ini terlihat sangat mirip dengan kapasitif sensor jarak dalam hal ukuran. Semua perangkat itu padat dan tidak memiliki bagian yang bergerak yang dapat rusak. Saklar elektroniknya tidak mudah untuk kontak dengan kontaminasi, erosi kontak, atau pentransferan materi seperti yang dikendalikan oleh mesin tidak peduli seberapa lambat proses komunikasi, sasaran akan mendekat atau hilang dari sensor

### 2.10 Motor DC

Motor DC (*direct current*) (gambar 2.20) adalah peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang

disain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu. Motor dc merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya (Hudati et al., 2021). 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 di bawah merupakan contoh dari motor DC yang dipakai sebagai penggerak robot (Maulana, 2018).



Gambar 2.20 Motor DC  
Sumber: (Hudati et al., 2021)

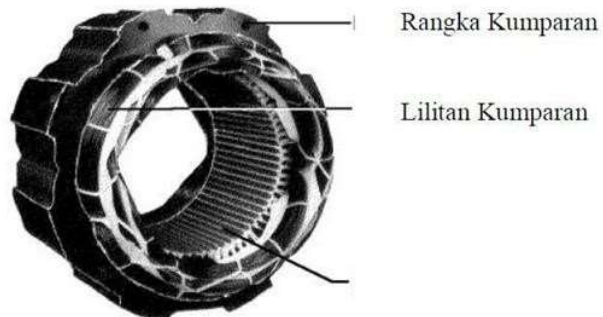
### 2.10.1 Kontruksi Motor DC

Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi sebagai berikut :

#### 1. Stator

Stator ini (gambar 2.21) menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnetik) ataupun magnet permanen. Bagian stator terdiri dari bodi motor yang memiliki magnet yang melekat padanya. Untuk motor kecil, magnet tersebut adalah magnet permanen. Fungsi dari stator adalah

untuk menghasilkan medan magnet. Stator terdiri dari rumah dengan kutub magnet yang dibuat dari pelat-pelat yang dipejalkan dengan gulungan penguat magnet.

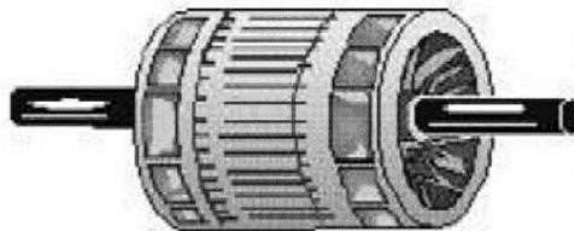


Gambar 2.21 Bagian stator

Sumber: (Hudati et al., 2021)

## 2. Rotor dan Jangkar Motor

Fungsi dari rotor atau jangkar (gambar 2.22) yaitu untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar. Rotor terdiri dari poros baja dimana tumpukan keping-keping inti yang berbentuk silinder dijepit. Pada inti terdapat alur-alur dimana lilitan rotor diletakkan. Suatu kumparan motor akan berfungsi apabila mempunyai kumparan medan, kumparan tersebut berfungsi sebagai penghasil medan magnet. Kumparan jangkar, berfungsi sebagai pembangkit medan magnet. Kumparan jangkar, berfungsi sebagai pembangkit GGL pada konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar. Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

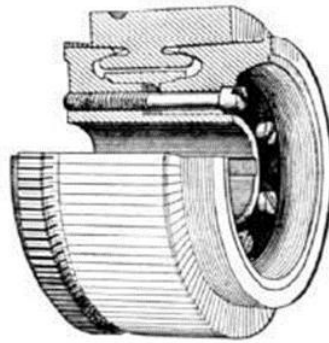


Gambar 2.22 Bagian rotor

Sumber: (Hudati et al., 2021)

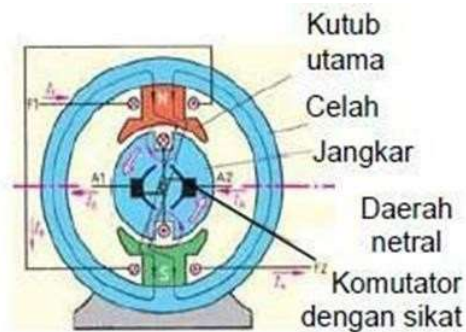
### 3. Komutator

Konstruksi dari komutator (gambar 2.23) terdiri dari lamel-lamel, antar lamel dengan lamel lainnya diisolasi dengan mica. Gambar di bawah ini merupakan gambar komutator pada motor DC.



Gambar 2.23 Komutator  
Sumber: (Hudati et al., 2021)

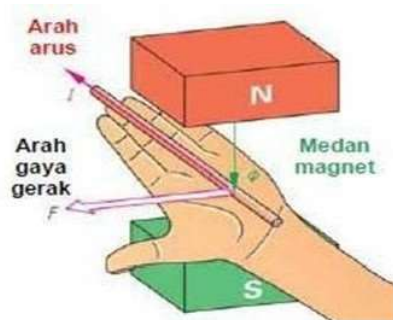
Gaya elektromagnet pada motor DC (gambar 2.24) timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutubmagnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lorentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya  $F$ , timbul tergantung pada arah arus  $I$ , dan arah medan magnet  $B$ . Lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.24 Konstruksi Motor DC  
Sumber: (Hudati et al., 2021)

Belitan stator merupakan elektromagnet, dengan penguat magnet terpisah F1- F2. Belitan jangkar ditopang oleh poros dengan ujung- ujungnya terhubung ke komutator dan sikat arang A1-A2. Arus listrik DC pada penguat magnet mengalir dari F1 menuju F2 menghasilkan medan magnet yang memotong belitan jangkar. Belitan jangkar diberikan listrik DC dari A2 menuju ke A1. Sesuai kaidah tangan kiri jangkar akan berputar berlawanan jarum jam. Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lorentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya  $F$ , timbul tergantung pada arah arus  $I$ , dan arah medan magnet  $B$ .

Seperti pada gambar 2.25 dijelaskan, Arah gaya  $F$  dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri :



Gambar 2.25 Hukum Lorentz

### 2.10.2 Prinsip Kerja Motor DC

Sesuai dengan namanya, motor DC didayai dengan tegangan DC (*Direct Current* = arus searah). Dengan demikian putaran motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga di ubah. Apabila motor disupply tegangan

luar (V) maka pada motor akan mengalir arus listrik sebesar  $I$  lewat sikat yang diumpankan ke jangkar melalui komutator (Maulana, 2018).

Sehingga pada jangkar akan timbul torsi  $T$  yang besarnya berbanding lurus dengan besar arus listrik yang mengumpan kepadanya. Komutator menyebabkan arah arus selalu tetap pada suatu arah tertentu, dimana arah torsi (kopel) adalah sama dengan arah dari arus tersebut. Karena pengaruh dari torsi ini maka rotor yang berada suatu bantalan yang licin berputar. Karena perputaran jangkar ini beradalam medan magnet konduktor jangkar dimana arus mengalir sehingga perputaran kopel tersebut memotong medan magnet, sehingga menimbulkan gaya listrik padanya. Gaya gerak listrik ini berlawanan arah dengan arus penyebabnya, sehingga disebut gaya gerak lawan. Pada sebuah motor berlaku hubungan

