

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Definisi Sensor

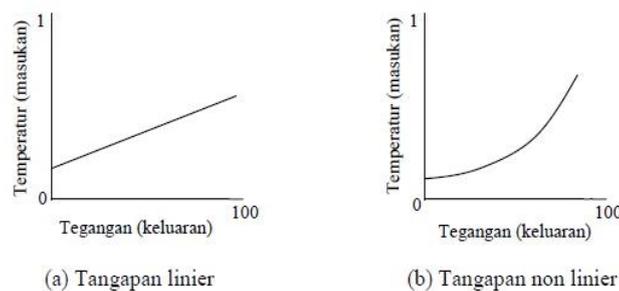
Menurut D Sharon, dkk (1982) mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya.

Secara umum terdapat 3 jenis karakteristik sensor yaitu:

##### 1. Linearitas Sensor

Yaitu sebuah karakteristik dari sensor yang menghasilkan sinyal keluaran yang berubah secara kontinyu sebagai respon dari sinyal masukan yang berubah secara kontinyu. Sebagai contoh, sebuah sensor panas dapat menghasilkan tegangan sesuai dengan panas yang dirasakannya sebagai sinyal masukan. Dalam kasus seperti ini, biasanya dapat diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan masukannya berupa sebuah grafik. Gambar dibawah memperlihatkan hubungan dari da buah sensor panas yang berbeda.

Garis lurus pada gambar (a). memperlihatkan tanggapan linier, sedangkan pada gambar (b), adalah tanggapan non-linier.



**Gambar 2.1 Linearitas Sensor**

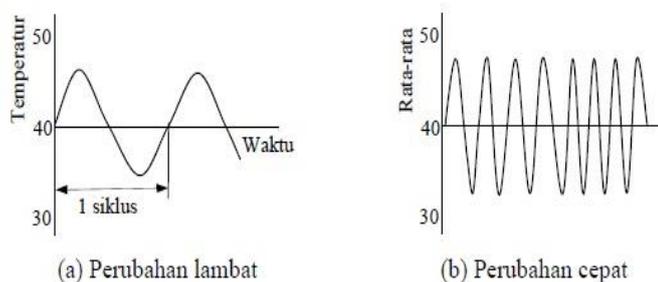
##### 2. Sensitivitas Sensor

Yaitu karakteristik yang menunjukkan sampai sejauh mana tingkat Kepekaan sensor dalam menentukan objek yang di sensing. Sensitivitas sering juga dinyatakan dengan bilangan yang menunjukkan "perubahan keluaran dibandingkan unit perubahan masukan". Beberapa sensor panas dapat memiliki

dinyatakan dengan kepekaan yang dinyatakan dengan "satu volt per derajat", yang berarti perubahan satu derajat pada masukan akan menghasilkan perubahan satu volt pada keluarannya. Sensor panas lainnya dapat saja memiliki kepekaan "dua volt per derajat", yang berarti memiliki kepekaan dua kali dari sensor yang pertama. Linieritas sensor juga mempengaruhi sensitivitas dari sensor. Apabila tanggapannya linier, maka sensitivitasnya juga akan sama untuk jangkauan pengukuran keseluruhan.

### 3. Tanggapan Waktu Sensor (Respon Time)

Respon time yaitu jenis karakteristik sensor yang menunjukkan seberapa cepat respon tangkap terhadap perubahan masukan. Sebagai contoh, instrumen dengan tanggapan frekuensi yang jelek adalah sebuah termometer merkuri. Masukannya adalah temperatur dan keluarannya adalah posisi merkuri. Misalkan perubahan temperatur terjadi sedikit demi sedikit dan kontinyu terhadap waktu, seperti tampak pada gambar (a) berikut.



**Gambar 2.2** *Respon Time*

Frekuensi adalah jumlah siklus dalam satu detik dan diberikan dalam satuan hertz (Hz). {1 hertz berarti 1 siklus per detik, 1 kilohertz berarti 1000 siklus per detik}. Pada frekuensi rendah, yaitu pada saat temperatur berubah secara lambat, termometer akan mengikuti perubahan tersebut dengan "setia". Tetapi apabila perubahan temperatur sangat cepat lihat gambar (b) maka tidak diharapkan akan melihat perubahan besar pada termometer merkuri, karena ia bersifat lamban dan hanya akan menunjukkan temperatur rata-rata.

### **2.1.1 Sensor Proximity**

Sensor Proximity merupakan alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak objek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat. Proximity sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 Vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200VAC. Ada tiga jenis sensor proximity yaitu:

#### 1. Inductive Proximity

Inductive Proximity berfungsi untuk mendeteksi objek logam. Prinsip kerja dari proximity inductive adalah apabila ada tegangan sumber maka osilator yang ada pada proximity akan membangkitkan medan magnet dengan frekuensi tinggi. Jika sebuah benda logam di dekatkan pada permukaan sensor maka medan magnet akan berubah. Perubahan pada osilator ini akan dideteksi sensor sebagai sinyal adanya objek. Contoh Inductive Proximity ini biasanya digunakan pada metal detector di bandara. Sensor proximity ini akan mendeteksi adanya objek logam walaupun tidak terlihat.

#### 2. Capacitive Proximity

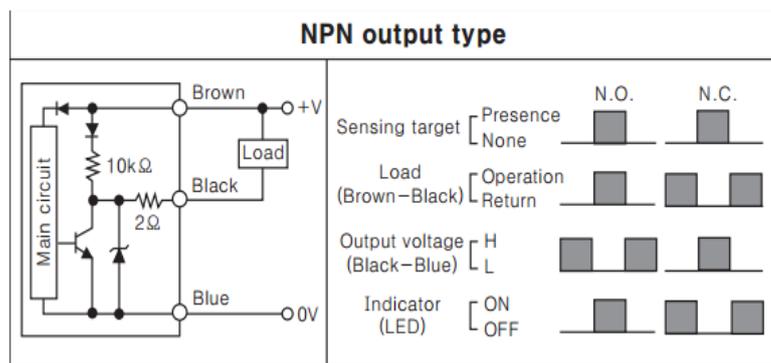
Sensor Capacitive Proximity mampu mendeteksi objek logam maupun non logam. Prinsip kerja dari proximity capacitive adalah dengan cara mengukur perubahan kapasitansi mean listrik sebuah kapasitor yang disebabkan oleh sebuah objek yang mendekatinya. Capacitive proximity ini biasanya digunakan pada bumper mobil atau bagian mobil yang lainnya. Manfaat sederhananya adalah untuk memudahkan mobil parkir, karena sensor ini akan bekerja apabila mendeteksi benda-benda pada jarak tertentu sehingga mobil tidak akan menabrak benda tersebut.

#### 3. Sensor Proximity Optik

Sensor ini mendeteksi adanya objek dengan cahaya biasanya adalah infra red. Proximity optik ini terdiri dari sebuah cahaya dan penerima (receptor) yang mendeteksi sebuah benda dengan refleksi. Jika benda dalam jarak yang sensitif atau benda mengenai cahaya dari sensor, maka cahaya akan memantul kembali ke penerima dan mengindikasikan bahwa terdapat sebuah benda yang tertangkap sensor.

### 2.1.1.1 Sensor Infrared Tipe E18-D80NK

Sensor infrared tipe E18-D80NK adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Bila objek berada di depan sensor dan dapat terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan berlogika “1” atau “high” yang berarti objek “ada”. Sebaliknya jika objek berada pada posisi yang tidak terjangkau oleh sensor maka output rangkaian sensor akan bernilai “0” atau “low” yang berarti objek “tidak ada”. Sensor ini memiliki jarak deteksi panjang dan memiliki sensitifitas tinggi terhadap cahaya yang menghalanginya. Sensor ini memiliki penyesuaian untuk mengatur jarak terdeteksi. Sensor ini tidak mengembalikan nilai jarak. Implementasi sinyal IR termodulasi membuat sensor kebal terhadap gangguan yang disebabkan oleh cahaya normal dari sebuah bola lampu atau sinar matahari.



**Gambar 2.3** Sensor Infrared E18-D80NK  
(RS Componen, 2020)

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Infrared Tipe E18-D80NK

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Jarak deteksi   | 3-80cm                 |
| Tegangan input  | 12VDC                  |
| Tegangan output | 5v DC                  |
| Arus output     | 100mA                  |
| Tipe output     | NPN NO (Normally Open) |
| Waktu respon    | < 2ms                  |
| Suhu kerja      | -25 s/d +55 C          |

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Sudut deteksi                       | < 15 derajat                |
| Ukuran: diameter 17mm, panjang 70mm | diameter 17mm, panjang 70mm |
| Panjang kabel                       | +/- 1m                      |

## 2.2 PLC (Programmable Logic Control)

Menurut Capiel (1982) Programmable Logic Controller 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, perovaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

A. Teori dalam PLC:

### 1. Contact NO (Normally Open)

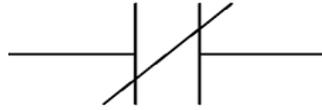
Contact Normally Open adalah kondisi dimana saat kontak tersebut tidak ditekan/mati maka kontak tersebut dalam kondisi tidak terhubung/putus. Sebaliknya, saat kontak tersebut ditekan/bekerja maka kontak tersebut dalam kondisi terhubung.



**Gambar 2.4** Contact NO

### 2. Contact NC (Normally Close)

Contact Normally Close adalah kondisi dimana saat kontak tersebut tidak ditekan/mati maka kontak tersebut dalam kondisi terhubung. Sebaliknya, saat kontak tersebut ditekan/bekerja maka kontak tersebut dalam kondisi tidak terhubung/putus.



**Gambar 2.5** Contact NC

### 3. Input

Input merupakan masukan dari luar PLC, baik dari Switch, Sensor, Relay, Timer, Potentiometer ataupun peralatan listrik yang lain, yang secara fisik ada di rangkaian listrik dari mesin, yang dihubungkan ke unit input PLC, bisa berupa digital input maupun analog input. Biasanya dilambangkan dengan kontak NO atau NC yang berfungsi sebagai syarat untuk berlakunya suatu operasi yang kita inginkan. Input ini biasanya dilambangkan dengan huruf I (input-Inggris) atau E (Eingang-Jerman) atau X (Jepang) atau mungkin yang lain, tergantung dari jenis PLC dan bahasa pabrik pembuatnya.

### 4. Output

Output merupakan hasil keluaran dari PLC, yang mana bisa berupa digital output maupun analog output, yang bisa langsung dihubungkan ke rangkaian listrik yang lain di mesin tersebut melalui unit Output PLC. Output ini biasanya dilambangkan dengan huruf O (Output-Inggris) atau A (Ausgang-Jerman) atau Y (Jepang) atau mungkin yang lain, tergantung dari jenis PLC dan bahasa pabrik pembuatnya.

### 5. Internal Relay

Internal relay merupakan relay memori dari PLC itu sendiri, dimana bisa berupa relay, timer, counter, atau operasi-operasi logika yang lain. Seperti Input dan Output, simbol-simbol dari internal relay ini cukup beragam dan berbeda antara pabrikannya yang satu dengan yang lain. Bukan hanya itu, jenis fungsinya pun juga bisa berbeda satu dengan yang lain.

## B. Gerbang Logika

### 1. Logika AND

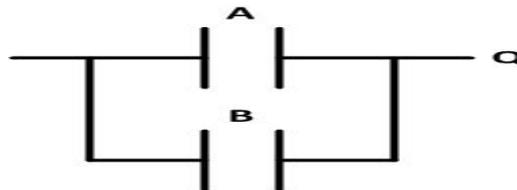
Gerbang AND pada sebuah Ladder Diagram diperlihatkan pada Gambar 2.6 untuk menghasilkan Output ON (logika 1) maka Input A dan Input B harus dalam keadaan ON.



**Gambar 2.6** Logika AND

### 2. Logika OR

Sistem gerbang OR pada sebuah Ladder Diagram diperlihatkan pada Gambar 2.7 untuk menghasilkan Output ON (logika 1) maka Input A atau Input B (atau keduanya) dalam keadaan ON.



**Gambar 2.7** Logika OR

### 3. Logika NOT

Sistem gerbang NOT pada sebuah diagram tangga diperlihatkan pada Gambar 2.9 Output akan bernilai ON justru jika input A sedang tidak aktif (OFF atau logika 0). Input A disini dikatakan sebagai kontak normally closed (NC).



**Gambar 2.8** Logika NOT

### 5. Logika NOR

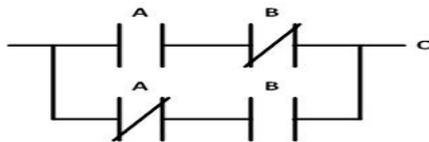
Gambar 2.10 memperlihatkan sebuah Ladder Diagram yang mengimplementasikan sebuah gerbang logika NOR. Prinsip kerjanya kebalikan dari gerbang, AND.



**Gambar 2.9** Logika NOR

6. Logika XOR

Gambar 2.11 memperlihatkan sebuah Ladder Diagram yang mengimplementasikan sebuah gerbang logika XOR. Prinsip kerjanya jika input A dan B berlogika sama 1 atau 0 maka output akan berlogika 0.



**Gambar 2.10** Logika XOR

C. Fungsi Latching (Pengunci)

Seringkali terdapat situasi-situasi di mana output harus tetap berada dalam keadaan hidup meskipun input telah terputus, istilah rangkaian latching (pengunci) dipergunakan untuk rangkaian-rangkaian yang mampu mempertahankan dirinya sendiri (self-maintaining), dalam artian bahwa setelah dihidupkan rangkaian akan mempertahankan kondisi hingga input lainnya diterima

D. SET dan RESET

SET-instruksi ini mengubah status pada sebuah bit menjadi ON ketika kondisi eksekusi juga bernilai ON. Apabila kondisi berubah menjadi OFF, status bit ini tetap ON.

RESET-berkebalikan dengan SET, instruksi ini akan mengubah status sebuah bit menjadi OFF ketika kondisi eksekusi ON. Simbol instruksi SET-RESET ditunjukkan oleh gambar 2.11



**Gambar 2.11** Fungsi Set dan Reset

### 2.2.1 PLC Omron SYSMAC CPlE E20

Secara umum PLC tersusun oleh beberapa komponen diantaranya :

1. Power supply Daya untuk PLC dapat berupa tegangan AC sebesar 120/240 VAC maupun tegangan DC sebesar 24 VDC. Selain itu PLC memiliki power supply internal (24VDC) yang digunakan untuk menyediakan daya bagi peralatan I/O PLC.
2. Prosesor (CPU) CPU bertugas untuk membaca, mengolah dan mengeksekusi instruksi program. CPU dapat mengerjakan tugas yang berhubungan dengan operasi logika dan aritmetika karena memiliki elemen kontrol AL (Arithmetic and Logic Unit). Umumnya memori terletak di dalam CPU (satu modul) atau disebut memori internal. Apabila terdapat memori eksternal maka itu merupakan memori tambahan.
3. Modul Input-Output Bagian yang berfungsi sebagai perantara atau penghubung dari PLC ke peralatan input fisik (tombol, sensor, dsb.) dan output fisik (lampu, katup, dsb.) adalah modul input-output. Umumnya modul ini sudah terpasang secara internal di dalam PLC (ukuran compact). Untuk modul V/O yang terpisah dari CPU merupakan PLC modular.
4. Modul Komunikasi Koneksi antara CPU dan komputer (PC) diperlukan modul komunikasi agar dapat dilakukan pemrograman pada PLC. Selain itu juga untuk melakukan pemantauan (monitoring) maupun pertukaran data dengan perangkat lain Bahasa Pemrograman PLC Berdasarkan standar yang telah ditentukan oleh IEC (International Electrotechnical Commission), badan standarisasi dunia dalam bidang teknik elektro, terdapat beberapa bahasa pemrograman PLC, yaitu : 18

#### A. Fitur

- Lineup termasuk Unit CPU dengan tiga port built-in: USB, RS-232C, RS-485.
- Kedalaman Unit CPU dengan konektor RS-232C berkurang 20 mm. (N30 / 40 / 60S

Koneksi yang mudah dengan komputer menggunakan kabel USB yang tersedia secara komersial.

Dengan Unit CPU E30 / 40/60 (S), N30 / 40/60 (S), atau NA20, Tambahkan I / O, I / O Analog atau Input Suhu dengan Menghubungkan Unit ekspansi atau Unit I / O Ekspansi,

- Input terputus
- Fungsi penghitung kecepatan tinggi lengkap
- Kontrol pulsa serbaguna untuk Output Transistor N14/20/30/40/60 (S) atau Unit CPU NA20
- Output PWM untuk Output Transistor untuk N14/20/30/40/60 (S) atau Unit CPU NA20
- Memasang Papan Opsi Serial atau Papan Opsi Ethernet ke Unit CPU N30/40/60 Atau NA20
- I / O analog bawaan dua input dan satu output untuk unit CPU tipe-NA



**Gambar 2.12** PLC OMRON CP1E

Sumber: OMRON, SYSMAC CP-series CP1E CPU Units

Tabel 2.2 Spesifikasi PLC OMRON SYSMAC CP1E

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Jenis tegangan suplai | AC           |
| Jumlah input digital  | 12           |
| Tipe masukan          | PNP/NPN      |
| Jumlah output digital | 8            |
| Jenis output          | Menyampaikan |

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| Kapasitas program               | 2K           |
| Kapasitas memori data           | 2K           |
| Waktu eksekusi logika           | 1,19 $\mu$ s |
| Port komunikasi                 | USB          |
| Jumlah port Ethernet            | 0            |
| Jumlah port USB                 | 1            |
| Jumlah port RS-232              | 0            |
| Jumlah port RS-485              | 0            |
| Opsi komunikasi                 | Tidak ada    |
| Jumlah saluran input encoder    | 6            |
| Maks. Frekuensi input encoder   | 10 KHz       |
| Maks. Jumlah sumbu PTP          | 0            |
| Maks. Frekuensi keluaran pulsa  | 0 KHz        |
| Maks. Jumlah saluran I/O Analog | 0            |
| Maks. Jumlah poin I/O Lokal     | 20           |
| Maks. Jumlah unit ekspansi      | 0            |
| Output 24 VDC bantuan tambahan  | 0 Ma         |

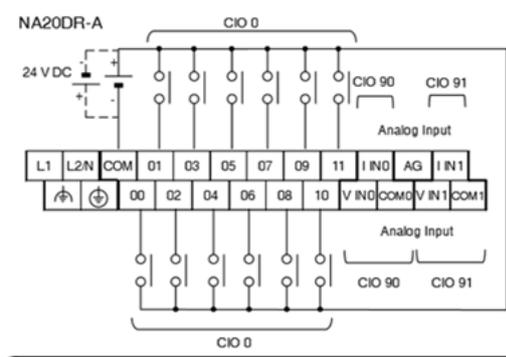
|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Kisaran suhu operasi         | 0-55°C |
| Tinggi                       | 90 mm  |
| Lebar                        | 86 mm  |
| Kedalaman                    | 79 mm  |
| Berat produk (belum dikemas) | 370 g  |

Tabel 2.3 Indikator Pada PLC OMRON

| Indikator | Status     | Arti  |
|-----------|------------|---|
| PWR       | <i>ON</i>  | <i>Power diberikan ke PLC</i>   |
|           | <i>OFF</i> | <i>Power tidak diberikan ke PLC</i>   |
| RUN       | <i>ON</i>  | <i>PLC beroperasi pada mode RUN atau MONITOR</i>  |
|           | <i>OFF</i> | <i>PLC pada mode PROGRAM atau terjadi kesalahan fatal</i>   |
| ERR/ALM   | <i>ON</i>  | <i>Terjadi kesalahan fatal (Operasi PLC terhenti)</i>   |
|           | Berkedip   | <i>Terjadi kesalahan yang tidak fatal (Operasi PLC tetap berlangsung)</i>   |
|           | <i>OFF</i> | <i>Mengindikasikan beroperasi normal</i>  |
| INHL      | <i>ON</i>  | <i>Semua <i>output</i> berubah menjadi <i>OFF</i></i>   |
|           | <i>OFF</i> | <i>Normal</i>   |
| PRPHL     | Berkedip   | <i>Komunikasi (baik mengirim atau menerima) sedang berlangsung melalui port USB perifer.</i>                              |
|           | <i>OFF</i> | <i>Tidak ada komunikasi</i>   |
| BKUP      | <i>ON</i>  | <i>Program pengguna, parameter, atau kata-kata tertentu di Area DM sedang ditulis ke memori cadangan (<i>backup</i>).</i> |
| COMM      | <i>OFF</i> | <i>Tidak ada proses pencadangan</i>   |
|           | <i>ON</i>  | <i>Data sedang ditransfer melalui <i>Peripheral Port</i></i>  |
|           | <i>OFF</i> | <i>Data sedang tidak ditransfer melalui <i>Peripheral Port</i></i>  |

### 2.2.2 Input dan Output Wiring

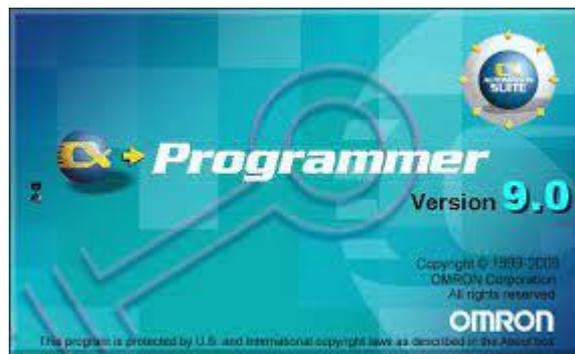
Wiring atau pengkabelan pada OMRON CP1E sama seperti PLC pada umumnya, yaitu menggunakan input COM yang digunakan secara bersamaan oleh input-input yang berada pada kanal yang sama, kemudian pada bagian bit digunakan untuk input. Pada gambar 2.14 adalah pengkabelan pada PLC OMRON CP1E-NA20DR-A.



**Gambar 2.13** Wiring Input pada OMRON CP1E

Sumber: OMRON, SYSMAC CP1E CPU Units – I/O Wiring Diagram

### 2.3 Software Aplikasi CX-Programmer



**Gambar 2.14** Software Aplikasi CX-Programmer

PLC Omron CP1E E20 merupakan PLC yang mempunyai input sebanyak 12 buah dan output 8 buah yang mana proses pemrogramannya menggunakan Software Aplikasi CX-Programmer alamat input disini berawal dari 0.00-0.11 untuk output berawal dari 100.00-100.07 sedangkan alamat ruang atau memori 200.00

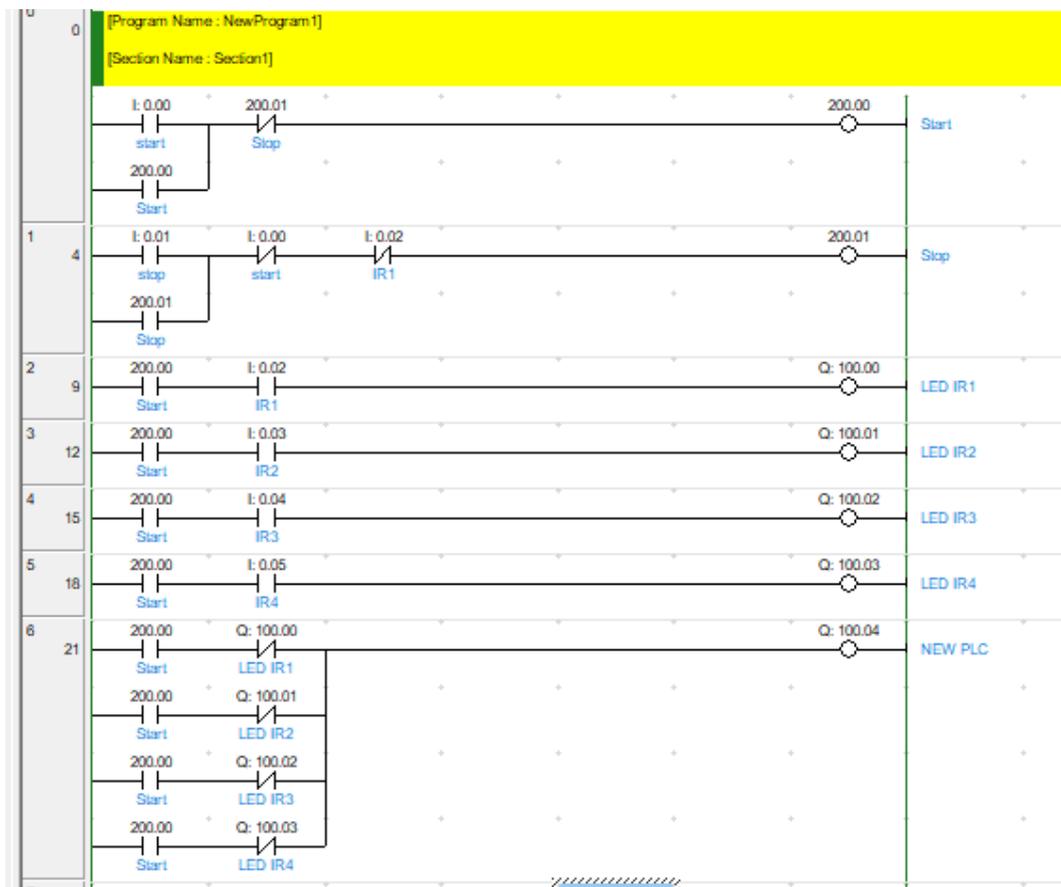
#### 1. Alamat input pada PLC

- Start beralamat 0.00
- Stop beralamat 0.01
- Sensor IR A beralamat 0.02
- Sensor IR B beralamat 0.03
- Sensor IR C beralamat 0.04
- Sensor IR D beralamat 0.05

## 2. Alamat output pada PLC

- Lampu Indikator sensor A 100.00
- Lampu Indikator sensor B 100.01
- Lampu Indikator sensor C 100.02
- Lampu Indikator sensor D 100.03

### 2.3.1 Ladder Diagram PLC



**Gambar 2.15** Ladder Diagram

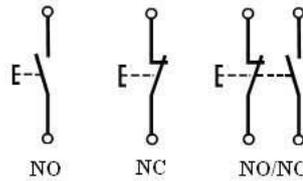
(dokumen pribadi,2022)

## 2.4 Push Button

Push button switch (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.

Berikut simbol push button :



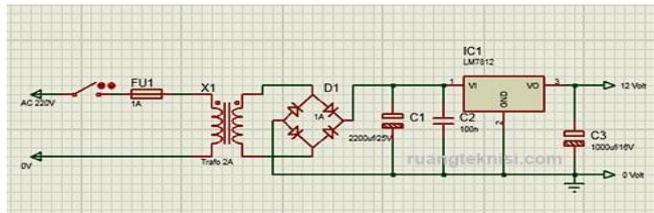
**Gambar 2.16** Simbol Push Button

(Riadi, 2012)

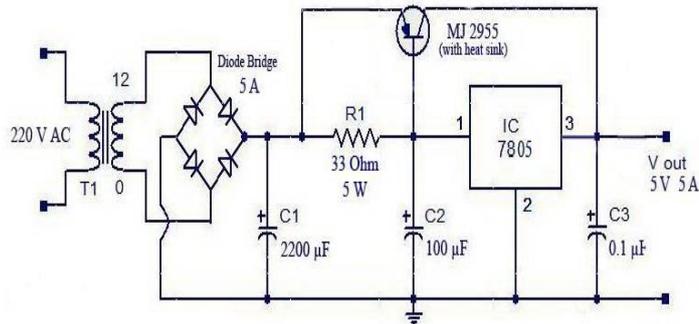
Pada gambar (a) tersebut diperlihatkan posisi tombol dalam keadaan belum di sentuh. Gambar (b) menunjukkan tombol tekan sedang ditekan dan gambar (c) saat tekanan pada tombol telah dilepaskan. Perbedaan fungsi masing-masing kontak dilihat dari hidup dan matinya lampu (lampu R dan G) secara bergantian. Dalam prakteknya tombol tekan difungsikan sebagai tombol untuk menjalankan rangkaian kontrol (START) dan mematikan rangkaian kontrol (STOP).

## 2.5 Power Supply (Catu Daya)

Unit power supply atau unit catudaya diperlukan untuk mengkonversi tegangan masukan AC (220Volt ~ 50Hz) sumber menjadi tegangan rendah DC 24Volt, 12Volt ataupun DC 5 Volt yang dibutuhkan untuk prosesor dan rangkaian-rangkaian dalam input/output interface. Kemudian digunakan untuk memberikan tegangan pada PLC. Tegangan masukan pada PLC biasanya sekitar 24 VDC atau 220 VAC. Pada PLC yang besar, catu daya biasanya diletakkan terpisah. Catu daya tidak digunakan untuk memberikan daya secara langsung ke input maupun output, yang berarti input dan output murni merupakan saklar. Jadi pengguna arus menyediakan sendiri catu daya untuk input dan output pada PLC. Dengan cara ini maka PLC itu tidak akan mudah rusak. Untuk motor menggunakan tegangan input 12V DC dan untuk seven segment menggunakan tegangan 5V DC.



**Gambar 2.17** Rangkaian power supply 12V

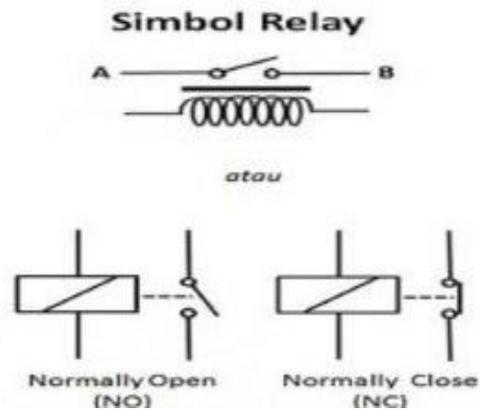


**Gambar 2.18** Rangkaian power supply 5V

Pada gambar 2.18 dan 2.19 menunjukkan gambar rangkain dari power supply 12V dan 5V untuk komponen yang digunakan sama sajahanya yang membedakan yaitu pada ic regulator dan transistor nya, untuk power supply 12V ic regulator yang digunakan yaitu ic 7812 dan transistor yang digunakan yaitu tipe ZN3055 yang mempunyai output arus 5A, untuk power supply 5V ic regulator yang digunakan yaitu ic 7805.

## 2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/*Switch*). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Berikut adalah gambar 2.19 simbol dari komponen *relay*.

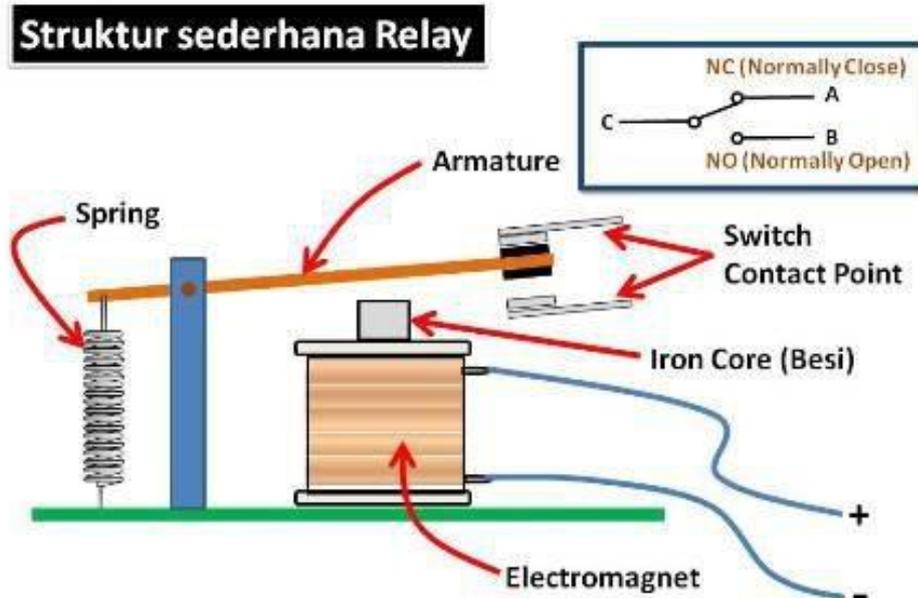


**Gambar 2. 19** Simbol dari komponen relay

*Relay* memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, namun jika di aplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, *relay* memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut beberapa fungsi saat di aplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan *logic function* atau fungsi logika.
3. Memberikan *time delay function* atau fungsi penundaan waktu.
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari korsleting atau kelebihan tegangan.

relay terdapat 4 bagian penting yaitu electromagnet (*coil*), *Armature*, *Switch Contact Point* (saklar) dan *spring*. Untuk lebih jelasnya silahkan lihat gambar 2.20 Struktur sederhana relay di bawah ini.



**Gambar 2. 20** Struktur sederhana relay

## 2.7 Pilot Lamp

*Pilot Lamp* digunakan pada panel, kegunaan *pilot lamp* adalah untuk mengetahui apakah ada aliran listrik yang masuk pada panel tersebut, jika terdapat aliran listrik yang masuk maka lampu pada pilot lamp akan menyala. Untuk itu walaupun kecil *pilot lamp* merupakan suatu komponen yang cukup penting pada struktur panel listrik.

*Pilot Lamp* tersedia dengan berbagai macam warna, tentunya warna digunakan sebagai tanda dan fungsi yang berbeda-beda dari *pilot lamp* tersebut.

Warna yang tersedia sebagai berikut :

- Putih
- Merah
- Jingga atau Kuning
- Hijau
- Biru

Warna tersebut paling sering digunakan oleh perakit panel (*Panel Maker*), sebagai indikator pada panel. Indikator *Pilot Lamp* pada tombol kontrol :

- *Run / jalan* Menggunakan lampu indikator *pilot lamp* berwarna hijau
- *Stop / berhenti* Menggunakan lampu indikator *pilot lamp* berwarna merah
- *Alarm / fault* Menggunakan lampu indikator *pilot lamp* berwarna kuning

Berikut adalah gambar *pilot lamp*, ditunjukkan pada gambar 2.21 .



**Gambar 2. 21** merupakan gambar *Pilot Lamp*

## 2.8 Kabel

Kabel Listrik yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Cable* adalah media untuk menghantarkan arus listrik yang terdiri dari Konduktor dan Isolator. Konduktor atau bahan penghantar listrik yang biasanya digunakan oleh Kabel Listrik adalah bahan Tembaga dan juga yang berbahan Aluminium meskipun ada juga yang menggunakan *Silver* (perak) dan emas sebagai bahan konduktornya namun bahan-bahan tersebut jarang digunakan karena harganya yang sangat mahal. Sedangkan Isolator atau bahan yang tidak/sulit menghantarkan arus listrik yang digunakan oleh Kabel Listrik adalah bahan *Thermoplastik* dan *Thermosetting* yaitu *polymer* (plastik dan rubber/karet) yang dibentuk dengan satu kali atau beberapa kali pemanasan dan pendinginan berikut gambar kabel pada gambar 2.22



**Gambar 2. 22** kabel

Kabel Listrik pada dasarnya merupakan sejumlah Wire (kawat) terisolator yang diikat bersama dan membentuk jalur transmisi multikonduktor. Dalam pemilihan kabel listrik, kita perlu memperhatikan beberapa faktor penting yaitu warna kabel listrik, label informasi dan aplikasinya. Informasi yang tercetak di kabel listrik merupakan informasi-informasi penting tentang kabel listrik yang bersangkutan sehingga kita dapat menyesuaikan kabel listrik tersebut dengan penggunaan kita. Informasi-informasi penting yang tercetak di kabel listrik tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- **Ukuran Kabel (*Cable Size*)**, yaitu ukuran pada setiap *individu wire* yang terikat bersama pada kabel yang bersangkutan. Berdasarkan ukuran *American Wire Gauge* (AWG), Ukuran yang tercetak tersebut diantaranya seperti 8, 10, 12, 14, 16 dan lain-lainnya yang masing-masing angka tersebut mewakili diameter *wire* pada kabelnya. Makin besar angka tersebut makin kecil ukuran *wire* kabelnya. Sedangkan di Indonesia, kita biasanya menggunakan satuan mm<sup>2</sup> seperti 1.5mm<sup>2</sup>, 2.5mm<sup>2</sup>, 4mm<sup>2</sup>, 6 mm<sup>2</sup>

dan seterusnya.

- **Tegangan nominal**, yaitu tegangan operasional *wire* kabel yang bersangkutan seperti 450/750V yang artinya tegangan nominalnya adalah sekitar 450V hingga 750V.
- **Kode bahan dan jumlah wire dalam kabel**, beberapa kode kabel yang sering kita jumpai diantaranya seperti NYA, NYAF, NGA, NYM, NYMHY, NYY, NYYHY dan lain-lainnya. Dari kode tersebut kita dapat mengetahui bahan konduktor dan bahan isolator yang digunakan serta jumlah *wire* konduktornya tunggal atau serabut (lebih dari satu).\

## 2.9 Terminal kabel

Terminal Kabel dan soket kabel adalah salah satu komponen yang diperlukan saat kita membuat rangkaian listrik . Komponen ini bisa kita temukan di PCB elektronik, panel listrik, atau panel kontrol mesin yang membutuhkan listrik sebagai penggeraknya, panel telekomunikasi, dan lainnya. Berikut adalah gambar terminal kabel ditunjukkan pada gambar 2.23.



**Gambar 2. 23** merupakan gambar Terminal Kabel

Tujuannya adalah apabila suatu saat kalian perlu melepas sambungan kabel listrik, prosesnya akan menjadi mudah tidak akan merusak sistem pengkabelan yang sudah dibuat di rangkaian listrik tersebut.