

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi

Motor induksi adalah adalah motor listrik bolak-balik (*ac*) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Pada umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor induksi satu fasa dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan satu fasa.

Motor induksi satu fasa sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan yang memerlukan daya rendah dan kecepatan yang relatif konstan. Hal ini disebabkan karena motor induksi satu fasa memiliki beberapa kelebihan yaitu konstruksi yang cukup sederhana, kecepatan putar yang hampir konstan terhadap perubahan beban, dan umumnya digunakan pada sumber jala-jala satu fasa yang banyak terdapat pada peralatan domestik. Walaupun demikian motor ini juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu kapasitas pembebanan yang relatif rendah, tidak dapat melakukan pengasutan sendiri tanpa pertolongan alat bantu dan efisiensi yang rendah.

2.1.1 Konstruksi Umum

Konstruksi stator motor induksi pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

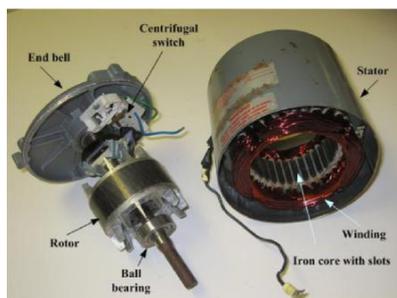
1. Rumah stator (rangka stator) dari besi tuang.
2. Inti stator dari besi lunak atau baja silikon.
3. Alur, bahannya sama dengan inti, dimana alur ini merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan stator).

4. Belitan (kumparan) stator dari tembaga. Rangka stator motor induksi ini didesain dengan baik dengan empat tujuan yaitu:
- Menutupi inti dan kumparannya.
 - Melindungi bagian-bagian mesin yang bergerak dari kontak langsung dengan manusia dan dari goresan yang disebabkan oleh gangguan objek atau gangguan udara terbuka (cuaca luar).
 - Menyalurkan torsi ke bagian peralatan pendukung mesin dan oleh karena itu stator didesain untuk tahan terhadap gaya putar dan guncangan.
 - Berguna sebagai sarana rumah ventilasi udara sehingga pendinginan lebih Efektif.

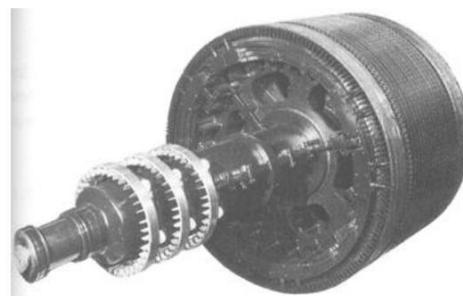
Motor induksi pada dasarnya mempunyai 3 bagian penting, yaitu:

1. Stator : Merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotornya.
2. Celah : Merupakan celah udara, tempat berpindahnya energi dari stator ke rotor
3. Rotor : Merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor

Berdasarkan bentuk konstruksi rotornya, maka motor induksi dapat dibagi menjadi dua yang diperlihatkan pada gambar 2.1 sebagai berikut



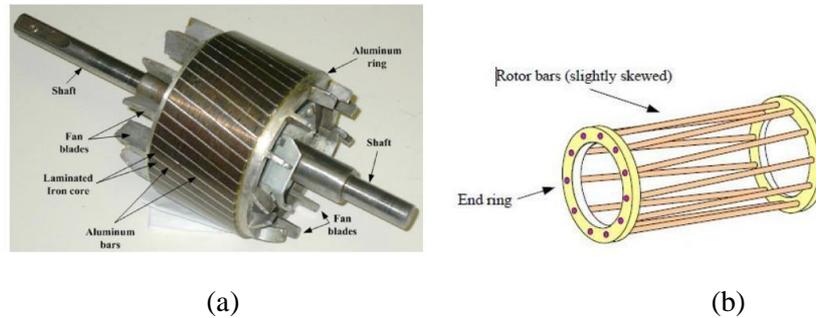
(a)



(b)

Gambar 2.1 (a) Rotor Sangkar dan (b) Rotor Belitan

Bentuk konstruksi rotor sangkar motor induksi secara lebih rinci diperlihatkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 (a) Bentuk Rotor Sangkar dan (b) Kumbaran Dikeluarkan Dari Rotor

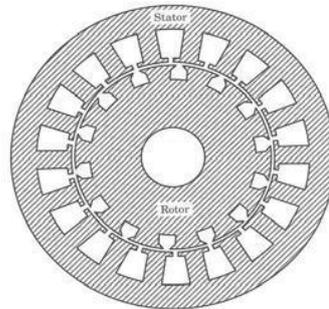
(eprints.polsri.ac.id)

Konstruksi rotor motor induksi terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut.

1. Inti rotor, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti stator.
2. Alur, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti. Alur merupakan tempat meletakkan belitan (kumbaran) rotor.
3. Belitan rotor, bahannya dari tembaga.
4. Poros atau as.

Diantara stator dan rotor terdapat celah udara yang merupakan ruang antara stator dan rotor. Pada celah udara ini lewat fluks induksi stator yang memotong kumbaran rotor sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Bila celah udara antara stator dan rotor terlalu besar akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya bila jarak antara celah terlalu kecil/ sempit akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin.

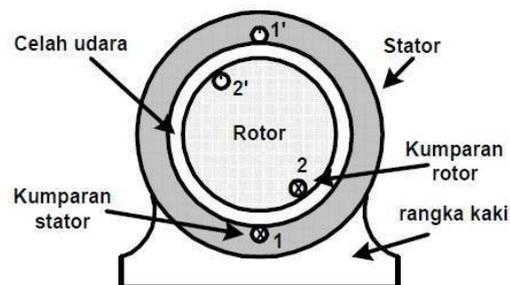
Bentuk gambaran sederhana bentuk alur / slot pada motor induksi diperlihatkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gambaran Sederhana Bentuk Alur/ Slot Pada Motor Induksi

(eprints.polsri.ac.id)

Dan gambaran sederhana penempatan stator dan rotor pada motor induksi diperlihatkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gambaran Sederhana Motor Induksi Dengan Satu Kumpan Stator Dan Satu Kumpan Rotor

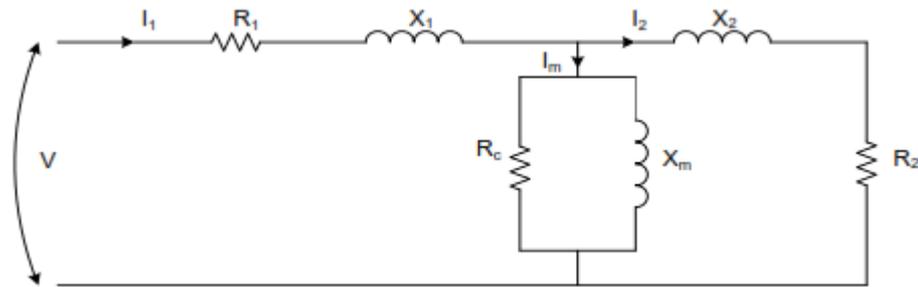
(eprints.polsri.ac.id)

Tanda silang (x) pada kumpan stator atau rotor pada gambar 2.4 menunjukkan arah arus yang melewati kumpan masuk ke dalam kertas (tulisan ini) sedangkan tanda titik (.) menunjukkan bahwa arah arus keluar dari kertas.

2.1.2 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Satu Fasa

Pada saat keadaan diam, jika rangkaian stator dihubungkan dengan tegangan satu fasa, maka motor induksi dapat dinyatakan sebagai

transformator dengan kumparan sekunder terhubung singkat. Rangkaian motor induksi satu fasa tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Satu Fasa

(repository.usu.ac.id)

Dengan menggunakan konsep medan putar fluks yang dihasilkan kumparan stator dapat dipecah menjadi dua bagian yaitu : medan putar maju dan medan putar mundur. Kedua medan putar ini akan mengimbaskan ggl pada kumparan rotor sehingga tahanan dan reaktansi pada kumparan rotor diekivalenkan masing-masing adalah setengah dari nilai tahanan dan reaktansi kumparan rotor sesungguhnya.

Adapun rumus daya yang digunakan, yaitu:

1. Rumus Daya

$$P \text{ (Watt)} = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

P = Daya motor (Watt)

V = Tegangan kerja motor (Volt)

I = Arus motor (Ampere)

Cos φ = Faktor daya

2. Rumus Kecepatan Motor

$$N_s = \frac{120 \cdot F}{P} \dots\dots\dots 2$$

Dimana:

N_s = Kecepatan Motor (rpm)

F = Frekuensi

P = Jumlah Kutub Motor

3. Rumus Torsi

$$T = \frac{5250.Hp}{n} \dots\dots\dots 3$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

H_p = Hours Power

n = Kecepatan Motor

2.2 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis *microprocessor* yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi – instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi – fungsi semisal logika, *sequencing*, pewaktu (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika berguna mengontrol mesin – mesin dan proses – proses serta dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman (Bolton, 2004 : 3). Sebagian besar industri telah menerapkan sistem otomatis dalam proses produksi. Pada umumnya sistem otomatis yang diterapkan terdiri dari atas dua metode yaitu otomatisasi berbasis control *relay* dan otomatisasi berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Otomatisasi berbasis *relay* banyak digunakan pada mesin – mesin yang memiliki urutan – urutan (*sekuens*) yang sederhana, sedangkan otomatisasi PLC dapat memiliki *sekuens* yang lebih kompleks dari *relay*.

Otomatisasi berbasis PLC dapat diintegrasikan dengan sistem *monitoring*. Sistem *monitoring* berbasis PLC adalah suatu sistem yang berguna untuk mengontrol proses suatu kerja tertentu, dimana parameter atau *inputan* data diambil dan diolah oleh *Personal Computer* (PC) dan melalui sebuah program tertentu (Bolton, 2006 : 3).

Pada umumnya, sebuah sistem PLC memiliki lima komponen dasar, yaitu :

1. Unit *processor* atau *Central Processing Unit* (CPU) adalah unit yang berisi mikroprosesor yang menginterpretasikan sinyal – sinyal *input* dan melaksanakan pengontrolan, sesuai dengan program yang disimpan di dalam memori, lalu mengkomunikasikan keputusan – keputusan yang diambilnya sebagai sinyal – sinyal kontrol ke *interface output*.
2. Unit catu daya diperlukan untuk mengkonversi tegangan sumber menjadi tegangan rendah DC (5V dan 24V) yang dibutuhkan oleh *processor* dan rangkaian - rangkaian di dalam modul – modul antarmuka *input* dan *output*.
3. Perangkat pemrograman dipergunakan untuk memasukan program yang dibutuhkan ke dalam memori. PLC sekarang kebanyakan sudah menggunakan program melalui *software* untuk memasukan program yang dibuat ke dalam PLC.
4. Unit memori adalah tempat program yang digunakan untuk melaksanakan tindakan - tindakan pengontrolan oleh mikroprosesor disimpan.
5. Bagian *input* dan *output* adalah antarmuka dimana *processor* menerima informasi dari dan mengkonsumsi informasi kontrol ke perangkat – perangkat eksternal. Sinyal – sinyal *input* dapat berasal dari saklar – saklar serta sensor – sensor. Ada dua tipe I/O pada PLC yaitu I/O *digital* dan I/O *analog*. Pada I/O *digital*, *input* dan *output* – nya dapat menerima dan menghasilkan sinyal *digital* yang berbentuk *biner* ‘1’ dan ‘0’ atau kondisi *on – off*. Sedangkan, pada I/O *analog*, *input* atau *output analog*nya dapat menerima dan menghasilkan sinyal *analog* yang tidak hanya *on – off* saja (Ahmad Fahlufi, 2010 : 18 – 19).

2.2.1 *Ladder Diagram*

Ladder diagram (diagram tangga) ialah bahasa pemrograman PLC dengan menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan kontak-kontak (*switches*) dan piranti-piranti keluaran (*output devices*) guna menggambarkan operasi suatu sistem. Penyajian berbentuk diagram (*graphical*) diinterpretasikan oleh piranti pemrograman ke dalam bahasa yang dapat di baca oleh PLC *processor*.

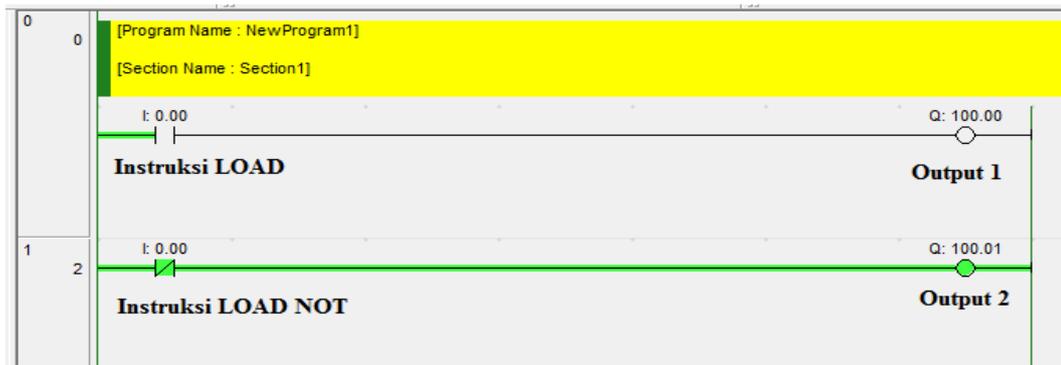
Ladder diagram mempunyai dua buah garis vertikal. Terletak diantaranya dan menghubungkannya, berupa garis horisontal adalah aliran arus dan disebut juga *rungs* (anak tangga). Simbol-simbol yang menggambarkan operasi sirkuit disusun sesuai dengan urutan operasinya, yaitu piranti masukan (*input devices*) seperti *switch* dan sensor diletakkan di bagian kiri dan piranti keluaran untuk aktuator di bagian kanan. *Address* atau alamat yang berupa angka-angka atau huruf atau gabungannya ditulis di atas setiap simbol.

Sebuah diagram tangga atau *ladder diagram* terdiri dari sebuah garis menurun ke bawah pada sisi kiri dengan garis-garis bercabang ke kanan. Garis yang ada di sebelah sisi kiri disebut sebagai palang bis (*bus bar*), sedangkan garis-garis cabang (*the branching lines*) adalah baris instruksi atau anak tangga. Sepanjang garis instruksi ditempatkan berbagai macam kondisi yang terhubungkan ke instruksi lain di sisi kanan. Kombinasi logika dari kondisi-kondisi tersebut menyatakan kapan dan bagaimana instruksi yang ada di sisi kanan tersebut dikerjakan.

Pada pemrograman PLC dengan *ladder diagram* terdapat beberapa fungsi pemrograman yang dapat digunakan, fungsi-fungsinya yaitu:

- LOAD (LD) dan LOAD NOT (LD NOT)

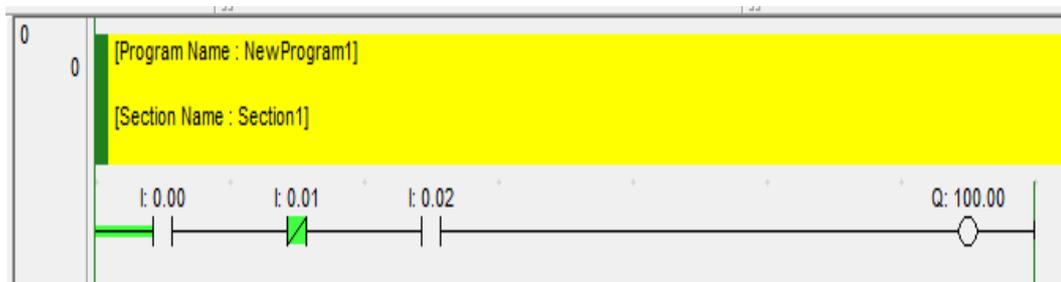
Kondisi pertama yang mengawali sembarang blok logika di dalam diagram tangga berkaitan dengan instruksi LOAD (LD) atau LOAD NOT (LD NOT). Contoh instruksi ini ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Contoh Penggunaan Instruksi LD dan LD NOT
(Apriansah Eka Saputra, 2016)

– AND dan AND NOT

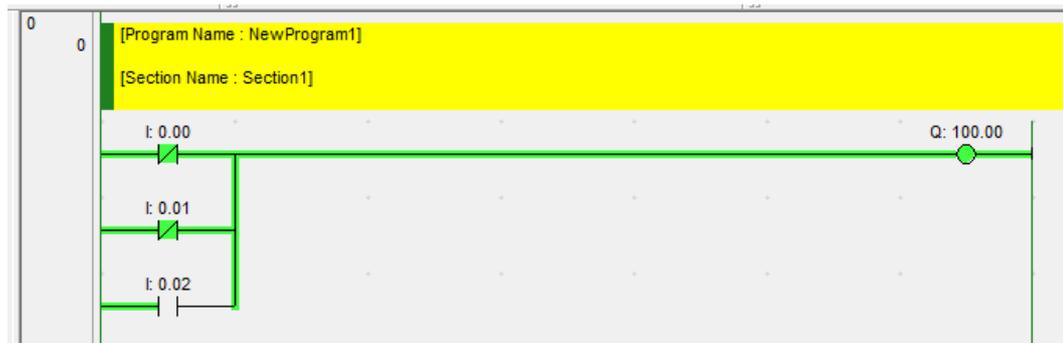
Jika terdapat dua atau lebih kondisi yang dihubungkan seri pada garis instruksi yang sama maka kondisi pertama menggunakan instruksi LD atau LD NOT, dan sisanya menggunakan instruksi AND atau AND NOT. Contoh instruksi ini ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Contoh Penggunaan Instruksi AND dan AND NOT
(Apriansah Eka Saputra, 2016)

– OR dan OR NOT

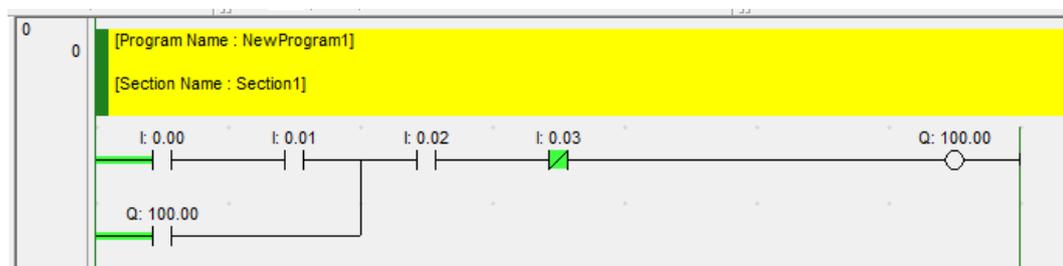
Jika dua atau lebih kondisi yang dihubungkan paralel, artinya dalam garis instruksi yang berbeda kemudian bergabung lagi dalam satu garis instruksi yang sama maka kondisi pertama terkait dengan instruksi LD dan LD NOT dan sisanya berkaitan dengan instruksi OR dan OR NOT. Contoh instruksi ini ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Contoh Penggunaan Instruksi OR dan OR NOT

(Apriansah Eka Saputra, 2016)

- Kombinasi instruksi AND dan OR
Jika instruksi AND dan OR digabung atau dikombinasikan dalam suatu rangkaian tangga yang kompleks maka bisa dipandang satu persatu, artinya bisa dilihat masing-masing hasil gabungan dua kondisi menggunakan instruksi AND atau OR secara sendiri-sendiri kemudian menggabungkannya menjadi satu kondisi menggunakan instruksi AND atau OR yang terakhir. Gambar 2.9 menunjukkan contoh diagram tangga yang mengimplementasikan cara seperti tersebut di atas.

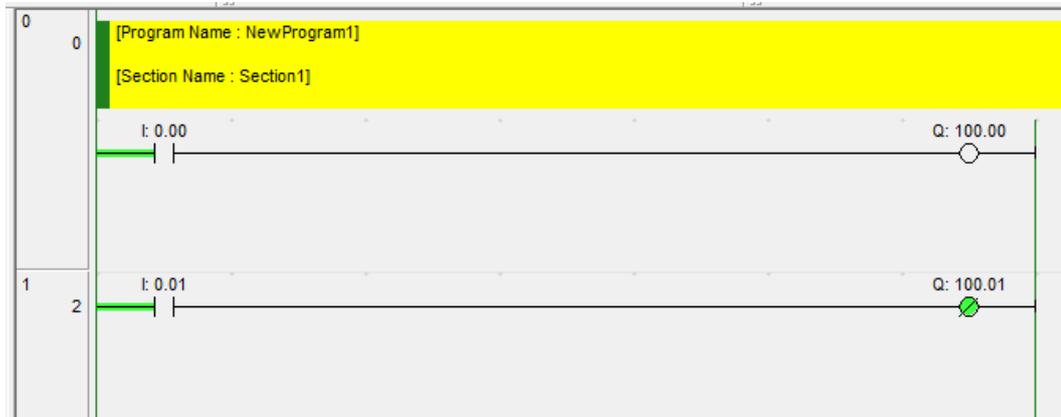


Gambar 2.9 Contoh Penggabungan Instruksi AND dan OR

(Apriansah Eka Saputra, 2016)

- Instruksi OUTPUT (OUT) dan OUTPUT NOT (OUT NOT)
Instruksi ini digunakan untuk mengontrol operan yang berkaitan dengan kondisi eksekusi (apakah ON atau OFF). Dengan menggunakan instruksi OUT, maka bit operan akan menjadi ON jika kondisi eksekusinya juga ON, sedangkan OUT NOT akan menyebabkan bit operan menjadi ON jika kondisi eksekusinya OFF.

Gambar 2.10 memperlihatkan contoh implementasi kedua instruksi tersebut.

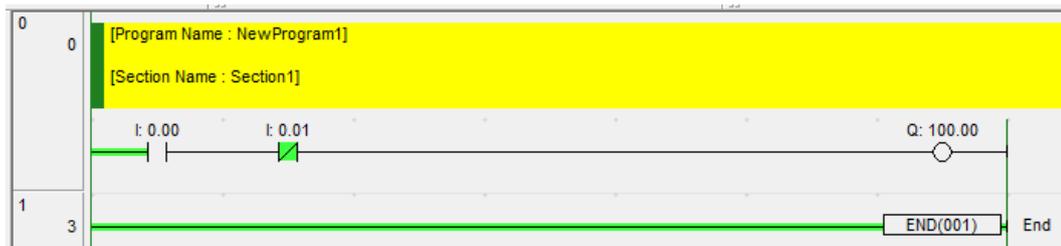


Gambar 2.10 Contoh Penggunaan Instruksi OUT dan OUT NOT

(Apriansah Eka Saputra, 2016)

– Instruksi END

Instruksi END merupakan instruksi terakhir yang harus dituliskan atau digambarkan dalam diagram tangga. CPU pada PLC akan mengerjakan semua instruksi dalam program dari awal (baris pertama) sampai ditemui instruksi END yang pertama, sebelum kembali lagi mengerjakan instruksi dalam program dari awal. Gambar 2.11 memperlihatkan contoh penggunaan instruksi END.



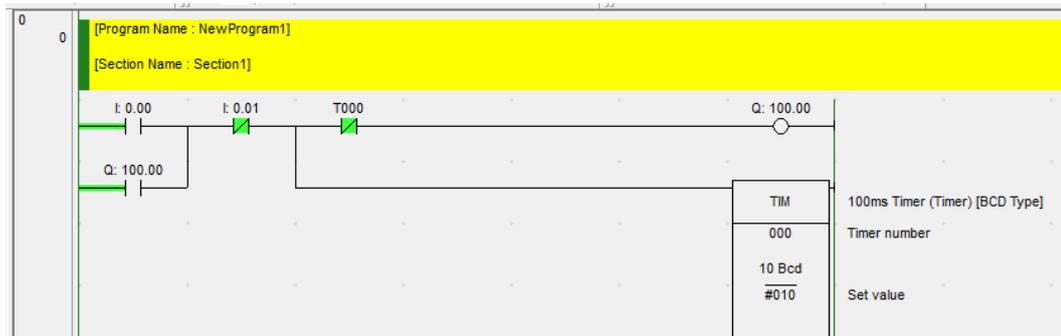
Gambar 2.11 Contoh Penggunaan Instruksi END

(Apriansah Eka Saputra, 2016)

– Instruksi TIMER (TIM)

Instruksi TIM dapat digunakan sebagai timer (pewaktu) ON-delay pada rangkaian relai. Gambar 2.12 memperlihatkan contoh penggunaan instruksi TIM. Instruksi TIM membutuhkan angka timer (N), dan nilai set

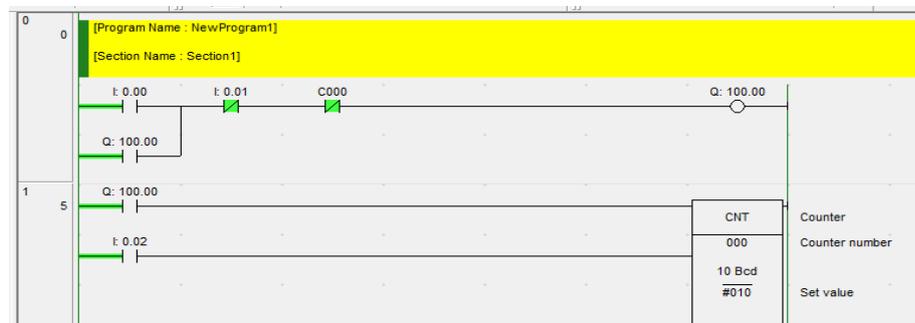
(SV) antara 0000 sampai 9999 (artinya 000,0 sampai 999,9 detik).



Gambar 2.12 Contoh Penggunaan Instruksi TIMER (TIM)
(Apriansah Eka Saputra, 2016)

– Instruksi COUNTER (CNT)

CNT yang digunakan di sini adalah counter penurunan yang diset awal. Penurunan satu hitungan setiap kali saat sebuah sinyal berubah dari OFF ke ON. Counter harus diprogram dengan *input* hitung, *input* reset, angka counter, dan nilai set (SV) Nilai set ini adalah 0000 sampai 9999. Gambar 2.13 memperlihatkan contoh penggunaan instruksi CNT.



Gambar 2.13 Contoh Penggunaan Instruksi COUNTER (CNT)
(Apriansah Eka Saputra, 2016)

2.3 SCADA

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) dapat didefinisikan secara sederhana dari kepanjangan SCADA itu sendiri:

- S : *Supervisory* - Pengawasan
 C : *Control* - Pengendali
 ADA : *And Data Acquisition* - Akuisisi Data

Jadi secara sederhana sistem SCADA ialah

“Sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendali dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*”.

Definisi yang lebih formal diberikan oleh NIST (*National Institute Of Standards and Technology*) ialah :

“Sistem terdistribusi yang digunakan untuk mengendalikan aset – aset yang terbesar secara geografis, sering terpisah ribuan kilometer persegi, dimana kontrol dan akuisisi data terpusat sangat penting bagi operasi sistem”.

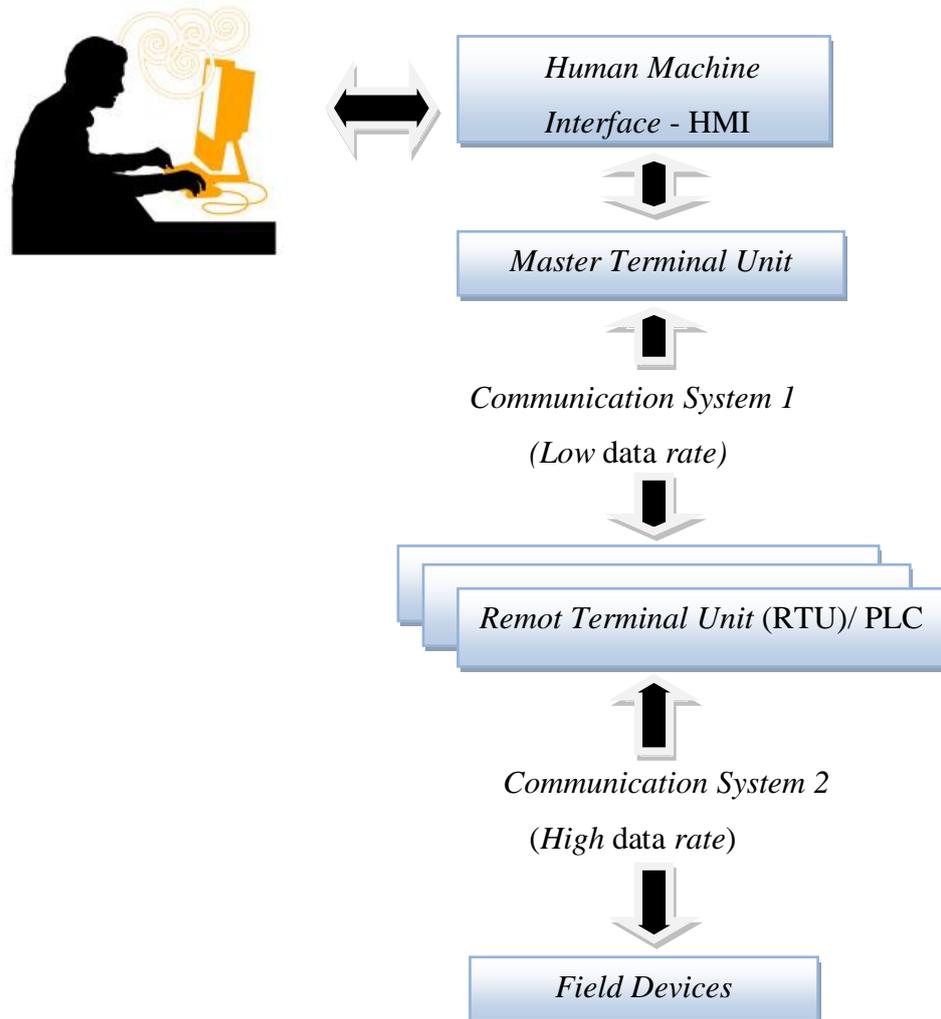
Menurut NIST, sistem SCADA banyak digunakan pada sistem terdistribusi seperti : *water distribution and wastewater collection systems, oil and gas pipelines, electrical power grids, dan railway transportation systems* (Handy Wicaksono, 2012 : 5).

Sedangkan secara definisi menurut ISA (*The Instrumentation, Systems and Automation Society*), SCADA merupakan teknologi yang memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mendapatkan data dari satu atau lebih dari beberapa fasilitas yang berjauhan dan/atau mengirimkan beberapa instruksi supervisi ke beberapa fasilitas tersebut (Efendi, 2011 : 1).

Dalam *terminology control, supervisory control* sering mengacu pada kontrol yang tidak langsung, namun lebih pada fungsi koordinasi dan pengawasan. Dengan kata lain, pengendali utama tetap dipegang oleh PLC (pengendali lainnya) sedangkan kontrol pada SCADA hanya bersifat koordinasi dan sekunder.

2.3.1 Arsitektur Sistem SCADA

Arsitektur dasar dari sebuah sistem SCADA dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Arsitektur Sistem SCADA Umum (Handy Wicaksono,2012)

Berikut ini penjelasan dari masing – masing bagiannya :

1. Operator

Operator manusia mengawasi sistem SCADA dan melakukan fungsi *supervisory control* untuk operasi *plant* jarak jauh.

2. Human Machine Interfaces (HMI)

HMI menampilkan data pada operator dan menyediakan *input* kontrol bagi operator dalam berbagai bentuk, termasuk grafik, skematik, jendela, menu

pull-down, touch screen, dan lain sebagainya. HMI dapat berupa *touch screen device* ataupun komputer itu sendiri.

3. Master Terminal Unit (MTU)

MTU merupakan unit *master* pada arsitektur *master/slave*. MTU berfungsi menampilkan data pada operator melalui HMI, mengumpulkan data dari tempat yang jauh, dan mengirimkan sinyal kontrol ke *plant* yang berjauhan. Kecepatan pengiriman data dari MTU ke *plant* jarak jauh relatif rendah dan metode kontrol umumnya *open loop* karena kemungkinan terjadi waktu tunda dan *flow interruption*.

Berikut ini fungsi dasar dari suatu MTU :

- a. *Input/Output Task* : *interface* sistem SCADA dengan peralatan di *plant*;
- b. *Alarm Task* : mengatur semua tipe *alarm* ;
- c. *Trends Task* : mengumpulkan data *plant* setiap waktu dan menggambarkan dalam grafik ;
- d. *Report Task* : memberikan laporan yang bersumber dari data *plant*;
- e. *Display Task* : menampilkan data yang diawasi dan dikontrol operator.

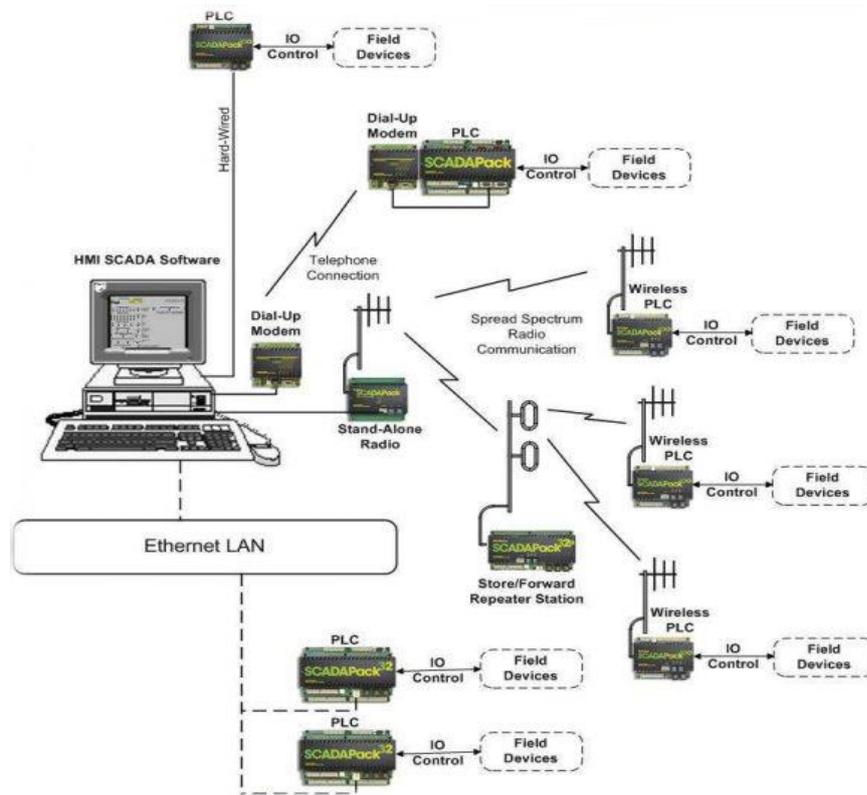
4. Communication System

Sistem komunikasi antara MTU – RTU ataupun antara RTU – *Field device*

diantaranya berupa :

- RS 232
- *Private Network (LAN/RS-485)*
- *Switched Telephone Network*
- *Leased Line*
- Internet
- *Wireless Communication System*
 - *Wireless LAN*
 - *GSM Network*
 - *Radio modems*

Contoh variasi protokol komunikasi dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Variasi Komunikasi Data Pada Sistem SCADA (Handy Wicaksono,2012)

5. Remote Terminal Unit (RTU)

RTU merupakan unit *slave* pada arsitektur *master/slave*. RTU mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan, mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU. Kecepatan pengiriman data antara RTU dan alat yang dikontrol relatif tinggi dan metode kontrol yang digunakan umumnya *closed loop*. Sebuah RTU mungkin saja digantikan oleh *Programmable Logic Controller* (PLC).

Beberapa kelebihan PLC dibanding RTU ialah :

- Solusi ekonomis
- Serbaguna dan fleksibel

- Mudah dalam perancangan dan instalasi
- Lebih *reliable*
- Kontrol yang canggih
- *Troubleshooting* dan diagnosa lebih mudah

6. *Field Device*

Merupakan *plant* di lapangan yang terdiri dari objek yang memiliki berbagai sensor dan aktuator. Nilai sensor dan aktuator inilah yang umumnya diawasi dan dikendalikan supaya objek/dengan yang diinginkan pengguna (Handy Wicaksono, 2012 : 7 – 11).

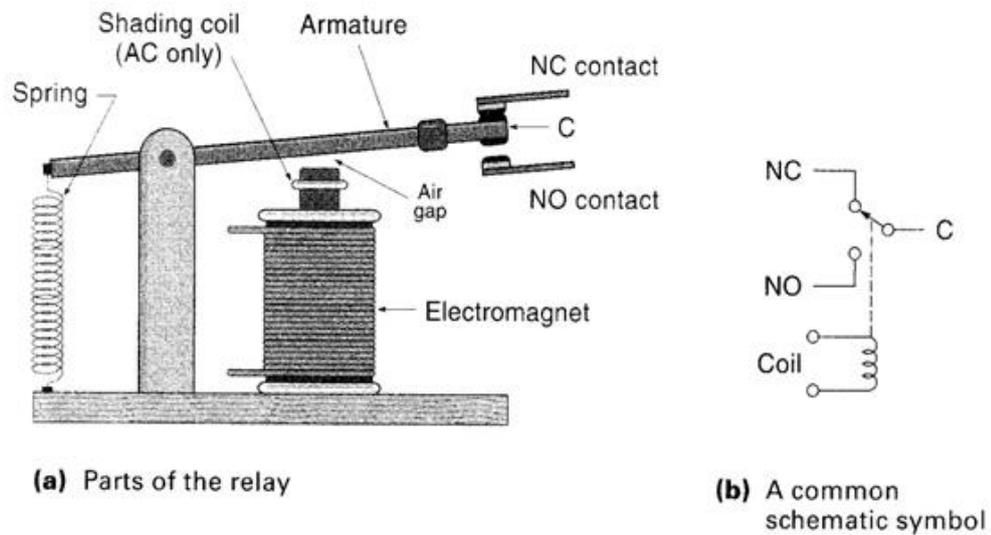
2.4 *Relay*

Relay adalah sebuah saklar *magnetic* yang biasanya menggunakan medan magnet atau menutup suatu kontak saklar pada saat *relay* dialiri arus listrik. Pada dasarnya *relay* terdiri dari sebuah lilitan kawat yang terlilit pada suatu inti besi dari besi lunak berubah menjadi magnet yang menarik atau menolak suatu pegas sehingga kontak pun menutup atau membuka. *Relay* mempunyai anak kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*).

2.4.1 Prinsip Kerja Relay

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*. *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*.

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari *relay* ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. Berikut gambar 2.16 yang merupakan cara kerja dari *relay*.

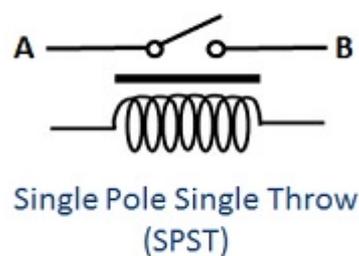


Gambar 2.16 Cara Kerja *Relay*
(Handy wicaksono, 2008)

2.4.2 Jenis Jenis *Relay*

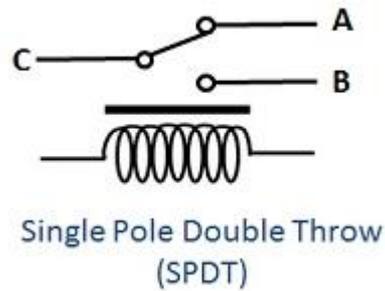
Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- *Single Pole Single Throw (SPST)*: Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil. Seperti gambar 2.17 berikut.



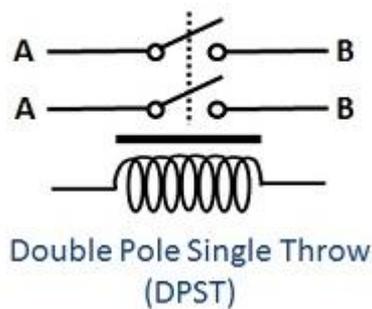
Gambar 2.17 *Relay* SPST
(<http://teknikelektronika.com>)

- *Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil. Seperti gambar 2.18 berikut.



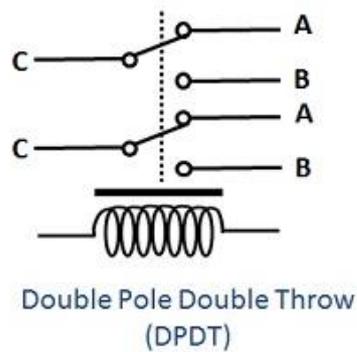
Gambar 2.18 *Relay* SPDT
(<http://teknikelektronika.com>)

- *Double Pole Single Throw (DPST)* : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil. Seperti gambar 2.19 berikut.



Gambar 2.19 *Relay* DPST
(<http://teknikelektronika.com>)

- *Double Pole Double Throw (DPDT)* : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Seperti gambar 2.20 berikut.



Gambar 2.20 *Relay DPDT*

(<http://teknikelektronika.com>)

2.5 *Power Supply*

Power Supply adalah referensi ke sumber daya listrik. Perangkat atau sistem yang memasok listrik atau jenis energi ke output beban atau kelompok beban disebut *power supply* unit atau PSU. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh *supply* arus searah DC (*Direct Current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak – bolak AC (*Alternating Current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

2.6 *Sensor Ultrasonik*

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang memanfaatkan pancaran gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik disebut *receiver*.

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang akustik yang memiliki frekuensi mulai 20 kHz hingga sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat.

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Sensor ultrasonik secara umum digunakan untuk suatu pengungkapan tak sentuh yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *reiceiver*, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik.