

## Bab 2

# Relay – Prinsip dan Aplikasi

### Sasaran :

Mahasiswa mampu :

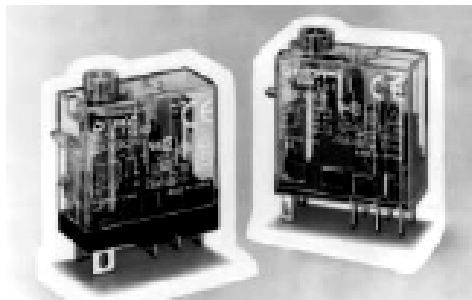
- Menjelaskan prinsip kerja *relay*
- Mengetahui macam – macam *relay* dan bagaimana simbolnya dalam rangkaian
- Mendesain *relay logic ladder* untuk mengendalikan suatu plant, dengan software Multisim/EWB

### 2.1 Pendahuluan

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi *relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Di bawah ini contoh *relay* yang beredar di pasaran



Gambar 2.1 *Relay* yang tersedia di pasaran

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

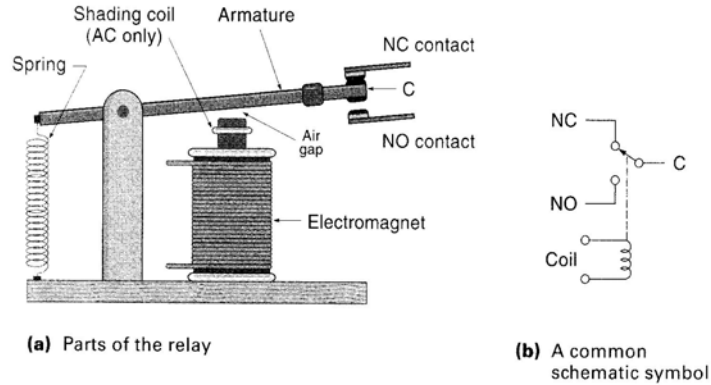
- *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan
  - Contoh : *starting relay* pada mesin mobil
- Pengatur logika kontrol suatu sistem

### 2.2 Prinsip Kerja dan Simbol

*Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*. Perhatikan gambar 2.2, *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 : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).

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.



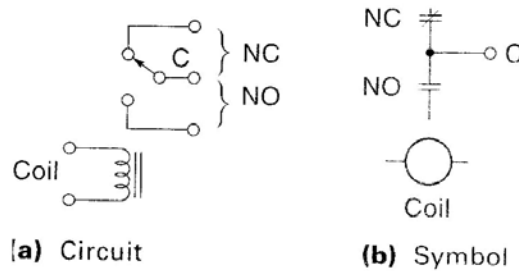
Gambar 2.2 Skema *relay* elektromekanik

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, *relay* juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem. Sehingga *relay* mempunyai 2 macam simbol yang digunakan pada :

- o Rangkaian listrik (*hardware*)
- o Program (*software*)

Berikut ini simbol yang digunakan :



Gambar 2.3 Rangkaian dan simbol logika *relay*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

Simbol selalu mewakili kondisi *relay* tidak dienergized.

Dalam data sheet, penjelasan untuk *coil* dan *contact* terpisah. Hal ini menyebabkan masing – masing mempunyai spesifikasi yang berbeda – beda juga. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 2.1 Contoh datasheet *relay* G2RS Omron

■ Coil Ratings

Rated voltage		12 VAC	24 VAC	100/ (110) VAC	120 VAC	200/ (220) VAC	220 VAC	230 VAC	240 VAC
Rated current*	50 Hz	93 mA	46.5 mA	11 mA	9.3 mA	5.5 (4.0) mA	5.1 mA	4.7 (3.7) mA	4.7 mA
	60 Hz	75 mA	37.5 mA	9/ (10.6) mA	7.5 mA	4.5 (5.3) mA	4.1 mA	3.8 (3.1) mA	3.8 mA
Coil resistance*		65 Ω	260 Ω	4,600 Ω	6,500 Ω	20,200 (25,000) Ω	25,000 Ω	26,850 (30,000) Ω	30,000 Ω
Coil inductance (H) (ref. value)	Armature OFF	0.19	0.81	13.34	21	51.3	57.5	62	65.5
	Armature ON	0.39	1.55	26.84	42	102	117	124	131
Must operate voltage	80% max. of rated voltage								
Must release voltage	30% max. of rated voltage								
Max. voltage	110% of rated voltage								
Power consumption	Approx. 0.9 VA at 60 Hz (approx. 0.7 VA at 60 Hz)								

Note: 1. Rated voltage of bifurcated crossbar contact type: 100/(110) VAC, 200/(220) VAC, 230 VAC (Approx. 0.7 VA at 60 Hz)  
2. Depending on the type of Relay, Some Relays do not have coil specifications. Contact your OMRON representative for more details.

Rated voltage		5 VDC	6 VDC	12 VDC	24 VDC	48 VDC	100 VDC
Rated current* (50/60 Hz)		106 mA	88.2 mA	43.6 mA	21.8 mA	11.5 mA	5.3 mA
Coil resistance*		47 Ω	68 Ω	275 Ω	1,100 Ω	4,170 Ω	18,860 Ω
Coil inductance (H) (ref. value)	Armature OFF	0.20	0.28	1.15	4.27	13.86	67.2
	Armature ON	0.39	0.55	2.29	8.55	27.71	93.2
Must operate voltage	70% max. of rated voltage						
Must release voltage	15% min. of rated voltage						
Max. voltage	110% of rated voltage						
Power consumption	Approx. 0.53 W						

Note: Rated voltage of bifurcated crossbar contact type: 12 VDC, 24 VDC

■ Contact Ratings

Plug-in Terminal Relays

Number of poles	1 pole		2 poles	
Load	Resistive load ( $\cos\phi = 1$ )	Inductive load ( $\cos\phi = 0.4$ ; L/R = 7 ms)	Resistive load ( $\cos\phi = 1$ )	Inductive load ( $\cos\phi = 0.4$ ; L/R = 7 ms)
Rated load	10 (1) A at 250 VAC; 10 (1) A at 30 VDC	7.5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	2 A at 250 VAC; 3 A at 30 VDC
Rated carry current	10 (1) A		5 A	
Max. operating voltage	380 VAC, 125 VDC		380 VAC, 125 VDC	
Max. operating current	10 (1) A		5 A	
Max. switching capacity	2,500 (250) VA, 300 (30) W	1,875 VA, 150 W	1,250 VA, 150 W	500 VA, 90 W
Min. permissible load	100 mA at 5 VDC (1 mA at 5 VDC)		10 mA at 5 VDC	

Note: 1. P level:  $\lambda_{60} = 0.1 \times 10^{-6}$ /operation  
2. ( ): Twin crossbar contact type.

Sumber : OMRON, *General Purpose Relay G2RS Datasheet*

2.3 Jenis – jenis *Relay*

Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Berikut definisi *pole* dan *throw*:

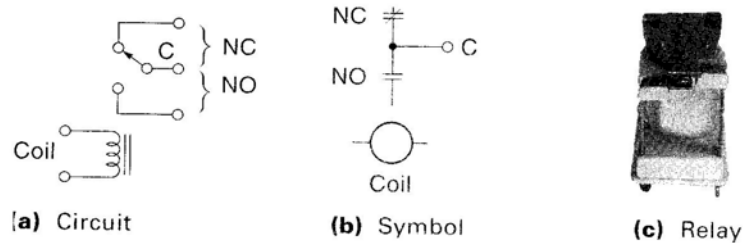
- *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh *relay*
- *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*

Berikut ini penggolongan *relay* berdasar jumlah *pole* dan *throw* :

- SPST (*Single Pole Single Throw*)
- DPST (*Double Pole Single Throw*)

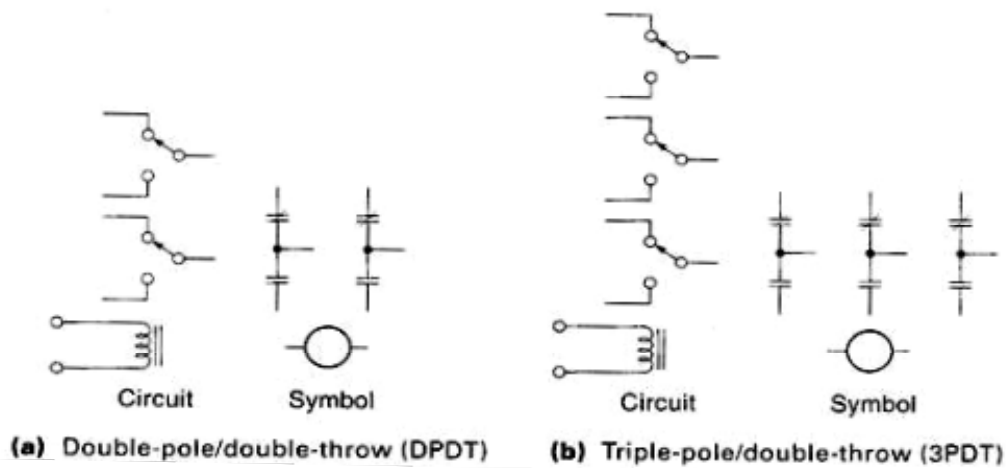
- SPDT (*Single Pole Double Throw*)
- DPDT (*Double Pole Double Throw*)
- 3PDT (*Three Pole Double Throw*)
- 4PDT (*Four Pole Double Throw*)

Berikut ini rangkaian dan simbol macam-macam *relay* tersebut.



Gambar 2.4 *Relay* jenis *Single Pole Double Throw* (SPDT)

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)



Gambar 2.5 *Relay* dengan *contact* lebih dari satu

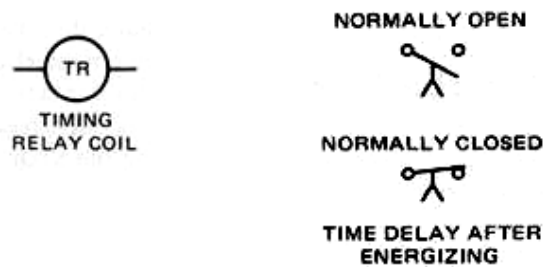
Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

**Latihan**

Buatlah simulasi dalam EWB (Electronic Work Bench) untuk mengaplikasikan *relay* tersebut di atas.

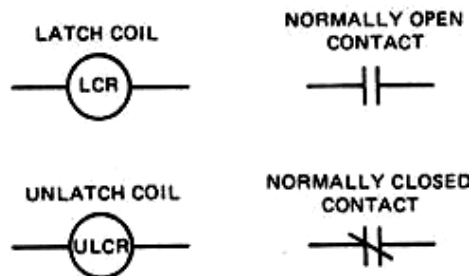
*Timing relay* adalah jenis *relay* yang khusus. Cara kerjanya ialah sebagai berikut : jika *coil* dari *timing relay* ON, maka beberapa detik kemudian, baru *contact relay* akan ON atau OFF (sesuai jenis NO/NC *contact*). Simbol dari *timing relay* bisa dilihat pada gambar 2.6.

Sedang *latching relay* ialah jenis *relay* digunakan untuk *latching* atau mempertahankan kondisi aktif input sekalipun input sebenarnya sudah mati. Cara kerjanya ialah sebagai berikut : jika *latch coil* diaktifkan, ia tidak akan bisa dimatikan kecuali *unlatch coil* diaktifkan. Simbol dari *latching relay* bisa dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.6 Simbol *coil* dan *contact* dari *timing relay*

Sumber : Rexford, Kenneth B, *Electrical Control for Machines*, (Delmar Publishers Inc : 1987)



Gambar 2.7 Simbol *coil* dan *contact* dari *latching relay*

Sumber : Rexford, Kenneth B, *Electrical Control for Machines*, (Delmar Publishers Inc : 1987)

## 2.4 Relay sebagai pengendali

Salah satu kegunaan utama *relay* dalam dunia industri ialah untuk implementasi logika kontrol dalam suatu sistem. Sebagai “bahasa pemrograman” digunakan konfigurasi yang disebut *ladder diagram* atau *relay ladder logic*. Berikut ini beberapa petunjuk tentang *relay ladder logic* (*ladder diagram*):

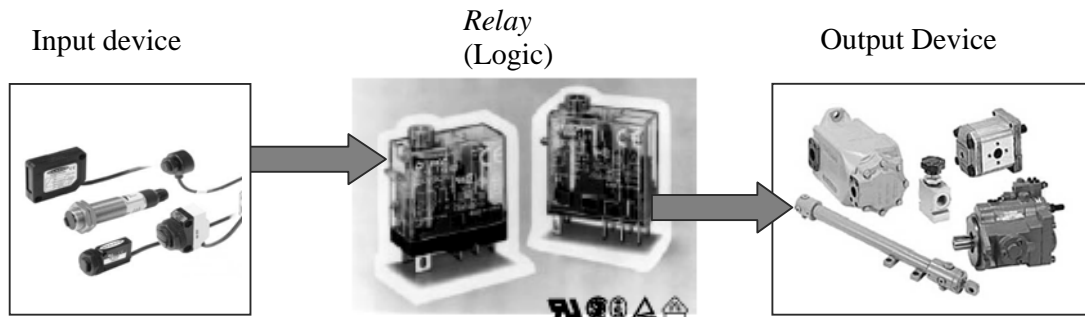
- Diagram *wiring* yang khusus digunakan sebagai bahasa pemrograman untuk rangkaian kontrol *relay* dan *switching*.
- LD Tidak menunjukkan rangkaian hardware, tapi alur berpikir.
- LD Bekerja berdasar aliran logika, bukan aliran tegangan/ arus.

*Relay Ladder Logic* terbagi menjadi 3 komponen :

1. Input → pemberi informasi
2. Logic → pengambil keputusan
3. Output → usaha yang dilakukan

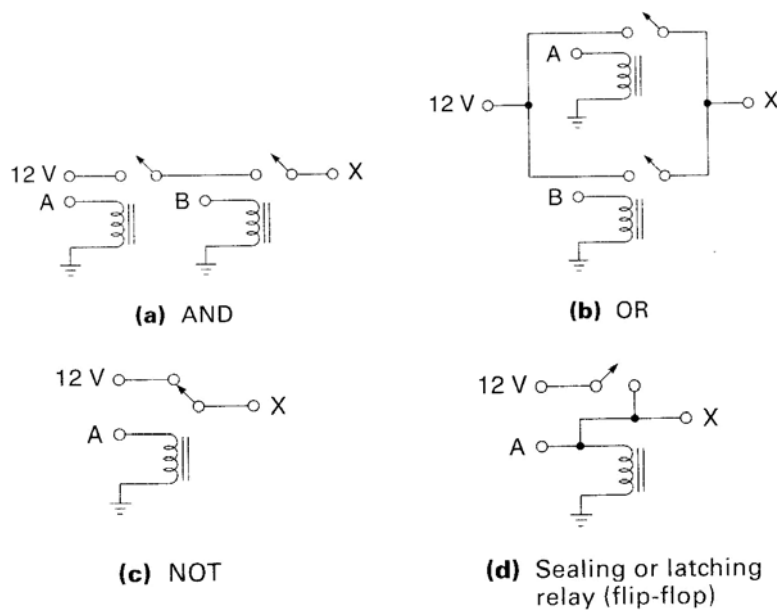
Diagram sederhana dari sistem kontrol berbasis *relay* yang menggambarkan penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 2.8.

Dari gambar di atas nampak bahwa sistem kendali dengan *relay* ini mempunyai *input device* (misalnya: berbagai macam sensor, switch) dan *output device* (misalnya : motor, pompa, lampu). Dalam rangkaian logikanya, masing-masing input, output, dan semua komponen yang dipakai mengikuti standard khusus yang unik dan telah ditetapkan secara internasional.



Gambar 2.8 Sistem kontrol berbasis *relay*

Sebagai awal, pada gambar di bawah dapat dilihat aplikasi *relay* untuk membentuk gerbang – gerbang logika sederhana (AND, OR, NOT, dan *latching*).



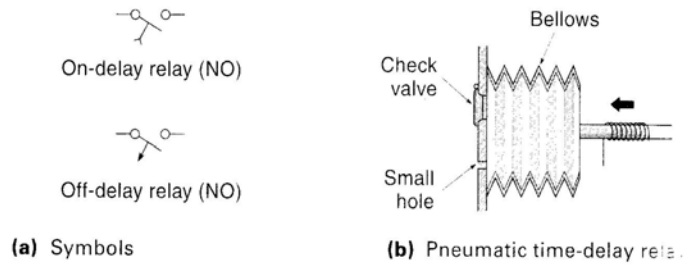
Gambar 2.9 *Relay* untuk membentuk gerbang logika

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

**Latihan**

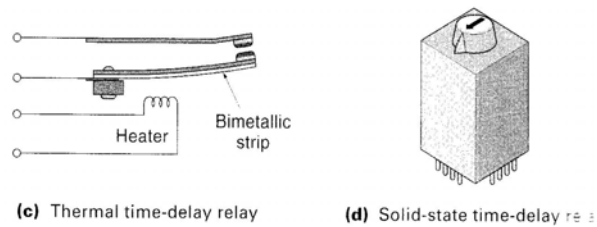
- Buat gerbang (ladder dan hardware) :
  - NOR
  - NAND
  - XOR
- Buat rangkaian hardware dengan *relay* pada ladder diagram (simulasi EWB dulu)
  - Modern Control Technology, hal. 416
  - Melalui : pemilihan *relay*-switch \_P\_T, self holding, AND-OR, dll

Sebagai pengendali, *relay* dapat mengatur komponen – komponen lain yang membentuk suatu sistem kendali di industri, di antaranya : *switch*, *timer*, *counter*, *sequencer*, dan lain – lain. Semuanya adalah komponen – komponen dalam bentuk *hardware*. Perhatikan gambar – gambar berikut.



Gambar 2.10 *Pneumatic Timer*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)



Gambar 2.11 *Thermal & solid state timer*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

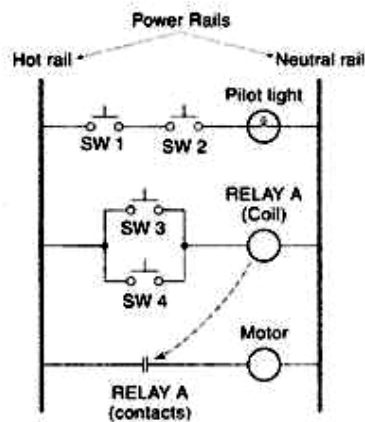


Gambar 2.12 *Counter elektromekanik*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

**Latihan**

1. Perhatikan diagram berikut dan jelaskan cara kerjanya!

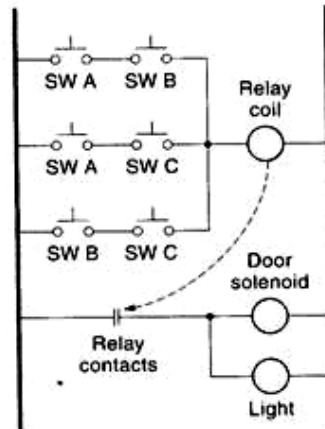


Gambar 2.13 *Relay ladder logic 1*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

2. Suatu *relay ladder logic* digunakan untuk pembukaan pintu ruang brankas bank dan penyalaaan lampu ruang tersebut. Ruang tersebut hanya bisa dimasuki oleh lebih dari 1 orang (masing – masing orang diwakili switch A, B, C) yang memasukinya!

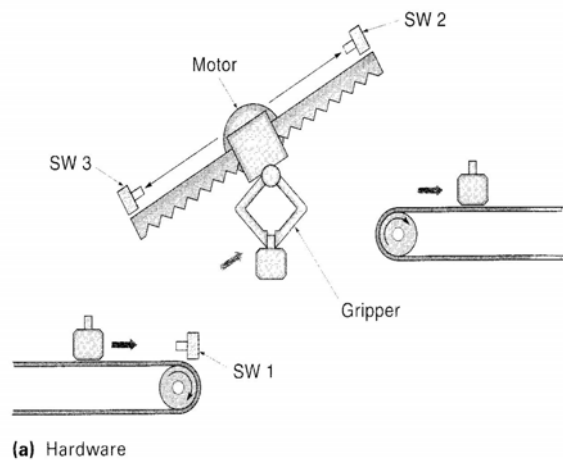
Perhatikan *relay ladder logic* berikut :



Gambar 2.14 *Relay ladder logic 2*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

3. Suatu lengan robot (*gripper*) berfungsi untuk memindahkan barang dari conveyor satu ke conveyor yang lain. Kondisi awal sistem, *gripper* berada di bawah, menunggu barang mengenai SW 1.



Gambar 2.15 *Plant 1*

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

Berikut ini cara kerja sistem di atas :

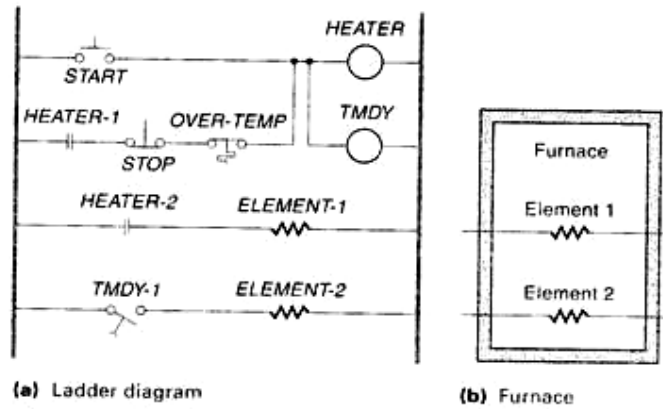
1. SW 3 ON
2. SW 1 ON sesaat, Gripper ON, Motor Up ON (SW 3 OFF)
3. SW 2 ON sesaat, Motor Up OFF, Gripper OFF, Motor Up OFF
4. Motor Down ON
5. SW 3 ON

Buat ladder diagramnya!

4. Suatu sistem pemanasan bertingkat mempunyai cara kerja sebagai berikut. Elemen/heater 1 menyala, beberapa detik kemudian elemen 2 juga akan menyala.



Sistem ini menggunakan *time delay relay* (*timer*). Berikut ini *relay ladder logic* yang digunakan :



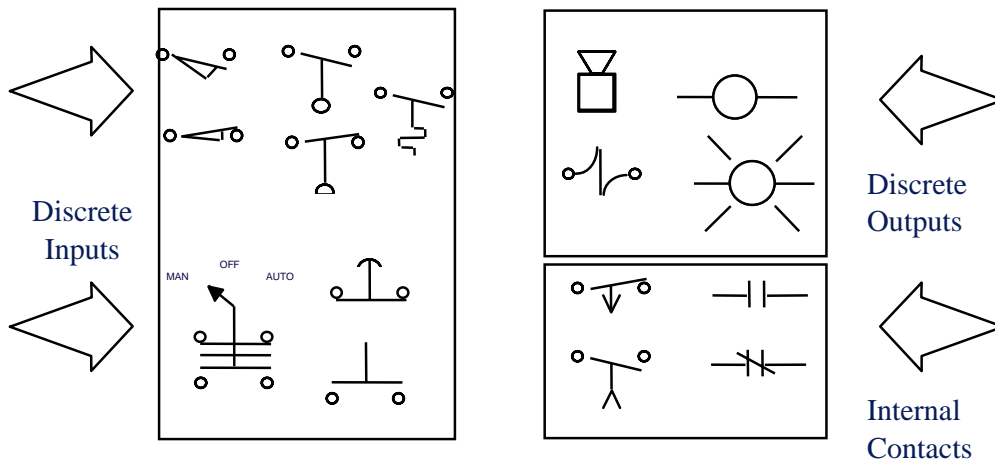
Gambar 2.16 Relay ladder logic 3

Sumber : Kilian, Christopher T, *Modern Control Technology*, (West Publishing Co : 1996)

### 3.5 Dari *relay* ke PLC (Programmable Logic Controller)

Seiring dengan berkembangnya teknologi mikroprosesor, maka penggunaan rangkaian analog mulai bergeser pada sistem bermikroprosesor. Salah satunya ialah dengan penggunaan *relay* yang semakin berkurang dan digantikan oleh peralatan baru yang disebut *Programmable Logic Controller* (PLC).

PLC diciptakan untuk menggantikan *relay* kontrol konvensional dengan peralatan *solid state*. Supaya perpindahan dari *relay* ke PLC menjadi lebih mudah, banyak simbol dan istilah yang digunakan pada *relay ladder logic* juga digunakan pada PLC. Berikut ini simbol komponen – komponen kontrol listrik yang konvensional.

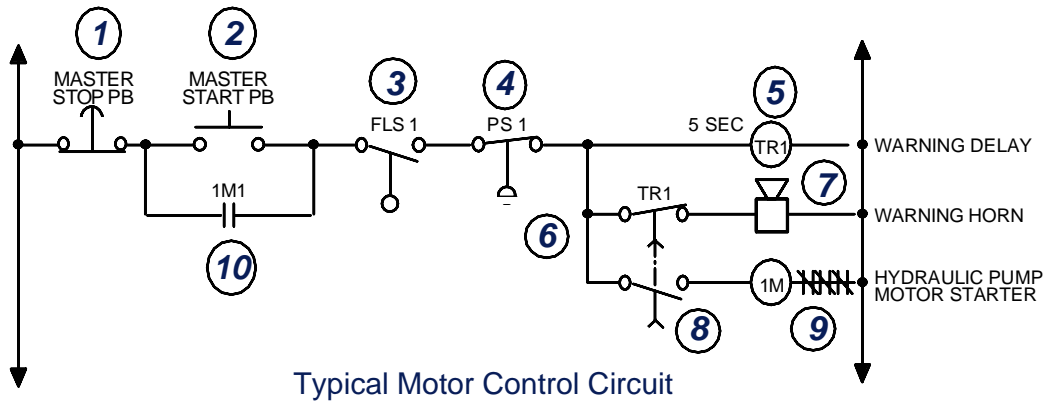


Gambar 2.17 Komponen – komponen kontrol listrik konvensional

Sumber : Schneider, *Modul Pelatihan PL7 Junior Level Basic*

### 3.6 Contoh aplikasi pengendalian sistem dengan *relay* dan PLC

Berikut ini adalah contoh aplikasi menggunakan *relay* sebagai pengendali yang kemudian digantikan dengan menggunakan PLC. Aplikasi berikut digunakan untuk mengendalikan motor, rangkaian kontrol listrik berbasis *relay* berikut biasa digunakan.

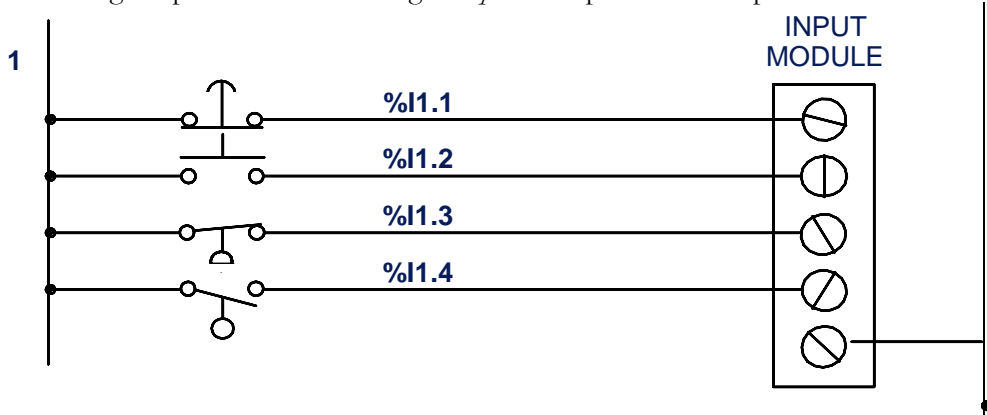


Gambar 2.18 Rangkaian kontrol motor secara umum

Sumber : Schneider, *Modul Pelatihan PL7 Junior Level Basic*

Rangkaian di atas menggunakan *relay* sebagai pengendali, berikutnya *relay* akan digantikan dengan PLC sebagai pengendali.

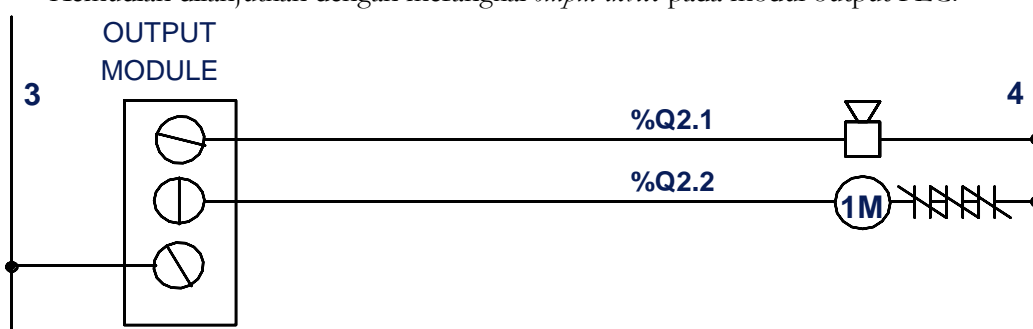
Langkah pertama ialah merangkai *input device* pada modul input PLC.



Gambar 2.19 Pengkabelan komponen input pada modul input PLC

Sumber : Schneider, *Modul Pelatihan PL7 Junior Level Basic*

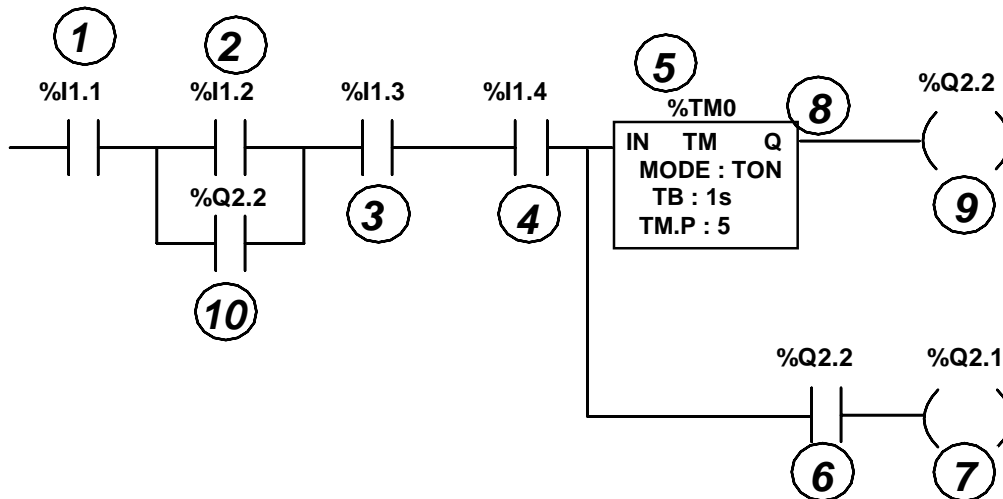
Kemudian dilanjutkan dengan merangkai *output device* pada modul output PLC.



Gambar 2.20 Pengkabelan komponen output pada modul output PLC

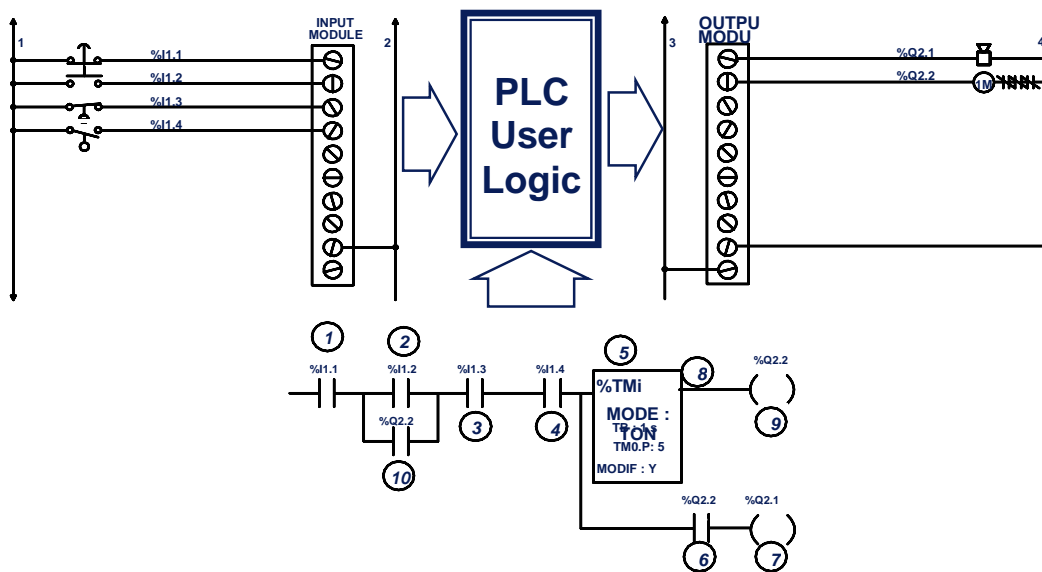
Sumber : Schneider, *Modul Pelatihan PL7 Junior Level Basic*

Buat logika sistem dengan ladder diagram PLC.



Gambar 2.21 Ladder diagram PLC untuk menjalankan sistem  
 Sumber : Schneider, Modul Pelatihan PL7 Junior Level Basic

Jika disatukan, berikut ini diagram hubungan keseluruhan dari modul input – program CPU – modul output PLC.



Gambar 2.22 Diagram hubungan keseluruhan pada PLC  
 Sumber : Schneider, Modul Pelatihan PL7 Junior Level Basic

### 2.7 Keuntungan PLC dibanding relay

Dari contoh di atas, tampak bahwa *PLC control* mempunyai banyak keuntungan dibandingkan *relay control*. Berikut keuntungan – keuntungan lain dari PLC ("Beginner's Guide to PLC Omron", 1-9):

- Pengkabelan pada sistem berkurang sampai 80%.
- Konsumsi daya jauh lebih hemat.
- PLC mempunyai *self diagnostic function* yang memudahkan *troubleshooting* pada PLC.
- Perubahan logika kontrol sangat mudah, cukup dengan melakukan pemrograman ulang (secara software).

- Komponen sistem seperti *relay* dan timer berkurang cukup banyak pada sistem dengan PLC.
- Jauh lebih cepat karena PLC berbasis mikroprosesor (dalam kisaran miliseconds).
- Pada sistem dengan I/O yang banyak dan kompleks, penggunaan PLC lebih hemat dibanding penggunaan *relay*.
- Keandalan PLC lebih tinggi dari pada *relay* mekanis dan timer.
- Dokumentasi sistem dengan PLC jauh lebih mudah, karena *ladder diagram* dapat dicetak dengan mudah.

### **Latihan / Tugas**

#### **Review Questions**

1. Jelaskan prinsip kerja *relay*!
2. Sebutkan macam – macam *relay* berdasar konfigurasi dan sifatnya!
3. Sebutkan 3 komponen *relay ladder logic*!
4. Buatlah *relay logic ladder* sederhana untuk aplikasi tertentu