

## Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Percobaan 1	1
Penggunaan Sakelar CAM Untuk	
Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa	
Percobaan 2	4
Rangkaian <i>Self-Holding</i> untuk <i>Starting</i>	
DOL	
Percobaan 3	6
<i>Over Load Relay</i> (OLR) Proteksi	
Percobaan 4	9
Rangkaian <i>Interlocking</i> Untuk	
Pengendalian Dua Arah Putaran	
Percobaan 5	11
Pengasutan Motor Gerak Mula Y - $\Delta$	
Percobaan 6	14
Instalasi Motor Dua Kecepatan	
Percobaan 7	17
Pengendali Motor Berurutan Dengan	
Rangkaian <i>Interlocking</i>	

## KATA PENGANTAR

Buku ajar Praktikum Perancangan Instalasi Listrik merupakan pelengkap dari buku ajar Teori Perancangan Instalasi Listrik. Buku ini difokuskan pada bahasan tentang praktikum yang berkenaan dengan pengasutan dan pengendalian gerak motor listrik. Terdapat tujuh buah percobaan yang dibahas dalam buku praktikum ini.

Percobaan yang diulas diawali dengan percobaan tentang pengasutan motor induksi dengan menggunakan saklar CAM. Percobaan berikutnya berisi tentang *starting* DOL (*Direct On Line*) menggunakan rangkaian *self-holding*. Setelah itu, percobaan tentang penerapan OLR (*Over Load Relay*) dikupas. Penggunaan rangkaian *interlocking* untuk pengendalian dua arah putaran, pengasutan gerak mula Y -  $\Delta$  baik menggunakan magnet kontaktor dan sakelar khusus, cara instalasi motor dua kecepatan dan penggunaan rangkaian *interlocking* untuk mengurutkan kerja dua buah motor diuraikan dalam percobaan-percobaan selanjutnya.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Mudah-mudahan, dengan terbitnya buku ajar ini kami dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan vokasi Indonesia, khususnya jenjang DIII Politeknik.

Penulis

## PERCOBAAN 1

### PENGUNAAN SAKELAR CAM UNTUK PENGASUTAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA

#### 1.1 Tujuan

- Dapat memahami prinsip kerja motor 3 fasa.
- Mengetahui konfigurasi sakelar CAM.
- Dapat membuat rangkaian instalasi, *starting* Y -  $\Delta$  dan pembalikan arah putaran motor 3 fasa dengan saklar CAM.

#### 1.2 Pendahuluan

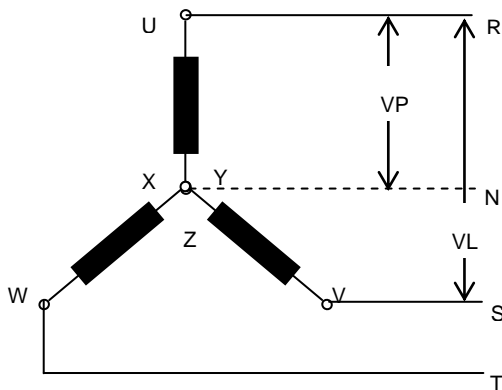
Prinsip kerja dari motor induksi 3 fasa adalah adanya induksi elektromagnetik pada kumparan rotor. Pemakaian arus bolak-balik pada kumparan 3 fasa yang dililitkan secara simetris ( $120^\circ$ ) pada stator menyebabkan suatu perputaran medan magnet. Medan putar pada stator menimbulkan induksi elektromagnetik pada rotor. Interaksi antara medan magnet pada rotor dan medan magnet pada stator menyebabkan gaya putar pada motor.

Besarnya kecepatan medan putar stator ditentukan melalui rumus :

$$n_s = \frac{120f}{p}$$

dimana :  $n_s$  = medan putar ;  $f$  = frekuensi sumber ac ;  $p$  = jumlah kutub. Namun pada kenyataannya, kecepatan putaran rotor tidak akan bisa melampaui kecepatan medan putar stator, sebagai konsekuensi timbulnya induksi pada rotor. Perbedaan kecepatan ini dinamakan slip.

Sebagaimana diuraikan di atas, bahwa kumparan motor 3 fasa dibentuk simetris untuk mendapatkan kutub Utara-Selatan. Ada dua macam hubungan dalam motor 3 fasa, yaitu hubungan bintang (Y) dan hubungan delta ( $\Delta$ ).



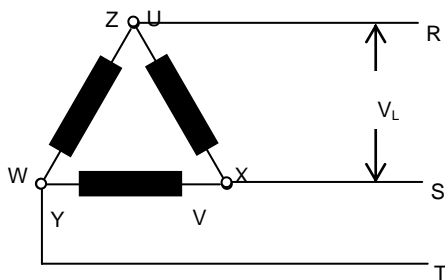
**Pada hubungan Y :**

$$I_L = I_P$$

$$V_L = \sqrt{3} \times V_P$$

Jika  $V_P = 220 \text{ V}$ , maka

$$V_L = \sqrt{3} \times 220 \text{ V} = 380 \text{ V}$$



**Pada hubungan  $\Delta$  :**

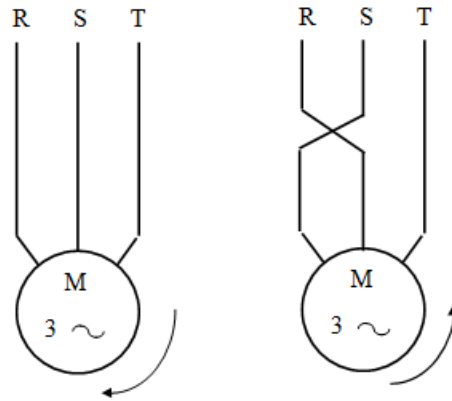
$$I_L = \sqrt{3} \times I_P$$

$$V_L = V_P$$

**Gambar 1.1** Hubungan Y dan  $\Delta$  kumparan motor 3 fasa.

$V_P$  (tegangan fasa) adalah tegangan antara fasa dengan netral sedangkan  $V_L$  (tegangan jala-jala) adalah tegangan antar fasa. Jika pada name plate dijumpai notasi 380V/220V ; Y/ $\Delta$ , artinya tiap kumparan motor tersebut dirancang untuk tegangan 220V. Jadi bila tegangan sumber ( $V_L = 220 \text{ V}$ ), maka motor akan memberikan daya nominal bila dihubungkan segitiga, akan tetapi jika besarnya tegangan sumber ( $V_L = 380 \text{ V}$ ), maka motor harus dihubungkan bintang.

Untuk membalik arah putaran motor cukup dengan cara menukar antara dua fasa dan satu fasa lainnya tetap. Seperti terlihat pada gambar di bawah.



**Gambar 1.2** Hubungan Y dan  $\Delta$  kumparan motor 3 fasa.

### 1.3 Percobaan

#### 1.3.1 Komponen-komponen yang diperlukan

1. Sakelar CAM ( I - 0 - II ) = 1 buah.
2. Motor induksi 3 fasa = 1 buah.

#### 1.3.2 Prosedur

1. Gambarlah rangkaian instalasi untuk menjalankan motor 3 fasa dengan menggunakan saklar CAM.
2. Konsultasikan terlebih dahulu rangkaian yang anda buat kepada instruktur sebelum mencoba menjalankannya.
3. Gambarlah rangkaian instalasi untuk membalik arah putaran motor 3 fasa menggunakan saklar CAM.
4. Konsultasikan terlebih dahulu rangkaian yang anda buat kepada instruktur sebelum mencoba menjalankannya.

## PERCOBAAN 2

### RANGKAIAN *SELF-HOLDING* UNTUK *STARTING* DOL

#### 2.1 Tujuan

- Memahami prinsip kerja dari rangkaian *self-holding*.
- Menerapkan rangkaian *self-holding* pada *starting* dengan metode DOL.

#### 2.2 Pendahuluan

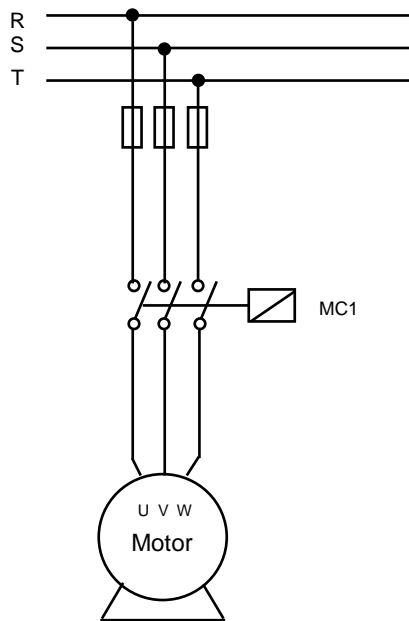
Dalam rangkaian-rangkaian kontrol pada motor listrik sering digunakan *push-button* / tombol tekan. Biasanya saklar *push-button* ini selalu dalam keadaan On hanya apabila *push-button* ditekan. Sering kali hal tersebut tidak dikehendaki. Dengan rangkaian *self-holding* atau *self-conservative* maka hal ini dapat teratasi, yaitu mampu mempertahankan kondisi ON meskipun *push button Normally Open* (NO) hanya ditekan sekali lalu dilepaskan. Rangkaian ini merupakan rangkaian yang banyak dipakai dalam perancangan sistem kontrol yang menggunakan *relay*, kontaktor dan lainnya.

#### 2.3 Percobaan

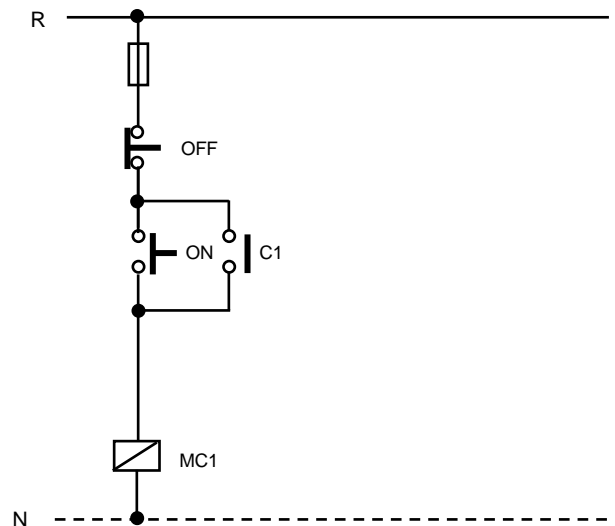
##### 2.3.1 Komponen yang diperlukan

1. *Push-botton* (PB) = 2 Buah
2. *Magnetic contactor* = 1 Buah
3. Motor 3 fasa = 1 Buah

### 2.3.2 Rangkaian Percobaan



a. Rangkaian daya



b. Rangkaian kendali

**Gambar 2.1** Diagram rangkaian *self-holding*.

### 2.3.3 Prosedur

1. Terapkanlah rangkaian *self-holding*, seperti gambar percobaan di atas untuk menjalankan dan mematikan motor 3 fasa.
2. Setelah melakukan praktikum, kira-kira apa keuntungan rangkaian *self-holding* ini serta apa keuntungan dari penggunaan *push-button* dibandingkan dengan menggunakan saklar/*switch toggle*.

## PERCOBAAN 3

### OVER LOAD RELAY (OLR)

#### 3.1 Tujuan

- Mengetahui fungsi serta cara kerja dari OLR.
- Bisa menerapkan pemakaian OLR pada rangkaian / instalasi listrik.

#### 3.2 Pendahuluan

OLR (*Over Load Relay*) adalah salah satu komponen listrik yang termasuk dalam golongan pengaman. Prinsip kerjanya adalah dengan menggunakan prinsip dwilogam, yaitu dua bahan yang disatukan tetapi masing-masing mempunyai koefisien muai yang berlainan. Sehingga apabila ada arus lebih maka pada dwilogam tersebut akan terjadi panas yang akan menyebabkan dwilogam tersebut memuai, karena koefisien muai kedua bahan tersebut tidak sama, maka akan terjadi pembengkokan pada bahan tersebut yang akhirnya akan menekan tombol pemutus aliran.

Berbeda dengan fungsi sekering, OLR ini lebih dikhususkan untuk pengaman sebuah piranti saja, dalam hal ini motor listrik, sedangkan pada sekering digunakan untuk pengaman keseluruhan dari suatu sistem. Selain itu perbedaan yang lain, sekering bekerja langsung memutuskan arus/mengamankan sistem seketika setelah terjadi gangguan, sedangkan OLR bekerjanya menunggu pemuaian/pembengkokan dari bahan dwilogam.

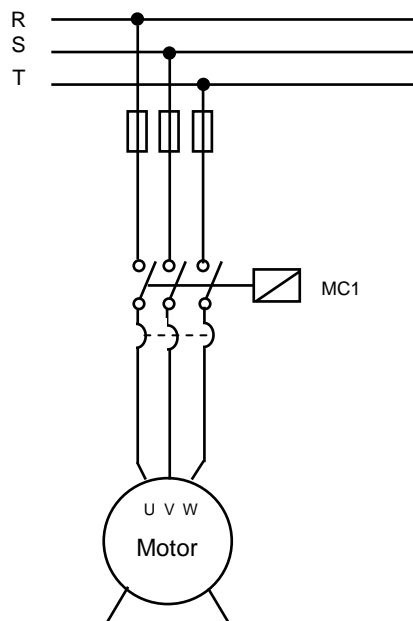


### 3.3 Percobaan

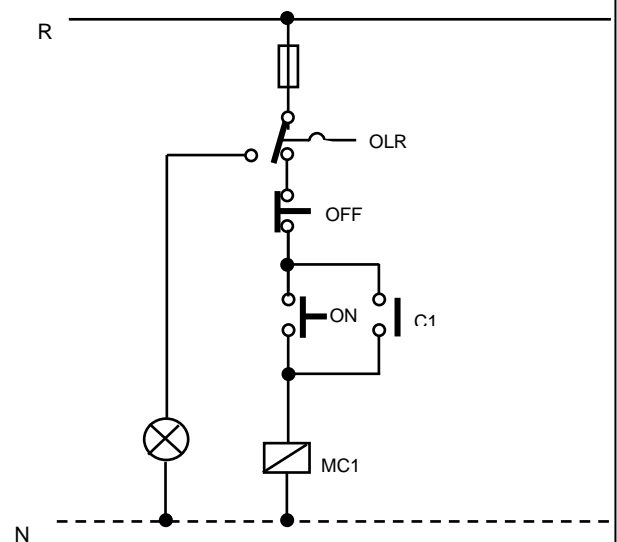
#### 3.3.1 Komponen yang diperlukan

1. Push-button = 2 buah
2. Magnet kontaktor = 1 buah
3. Over Load Relay = 1 buah
4. Lampu pijar = 1 buah
5. Motor 3 fasa = 1 buah

#### 3.3.2 Rangkaian Percobaan



a. Rangkaian daya



b. Rangkaian kendali

**Gambar 3.1** Diagram rangkaian uji kerja *Overload Relay* (OLR).

### 3.3.3 Prosedur

1. Pelajari struktur, cara kerja serta terminal-terminal yang ada pada OLR dengan baik.
2. Buatlah rangkaian instalasi untuk menjalankan motor 3 fasa dengan kontaktor yang dilengkapi dengan OLR, seperti gambar percobaan di atas.
3. Pasanglah lampu pada rangkaian kontrolnya dengan bantuan kontak yang ada pada OLR untuk menunjukkan bahwa lampu akan menyala jika terjadi *over load*. (Pemasangan OLR adalah setelah kontaktor dan sedekat mungkin dengan beban/motor).

## PERCOBAAN 4

### RANGKAIAN *INTERLOCKING* UNTUK PENGENDALIAN DUA ARAH PUTARAN

#### 4.1 Tujuan

- Memahami prinsip kerja dan kegunaan dari rangkaian *interlocking*.
- Mampu menerapkan rangkaian *interlocking* pada rangkaian kontrol motor-motor listrik.

#### 4.2 Pendahuluan

Rangkaian *interlocking* adalah rangkaian kontrol sekuensial yang dirancang untuk melindungi mesin serta piranti dan keselamatan operator dengan cara mengendalikan operasi mesin dan piranti agar hubungan antara satu dengan yang lainnya memakai titik kontak elektris seperti kontak *relay* dan sebagainya, sehingga dapat terjadi urutan operasi yang benar.

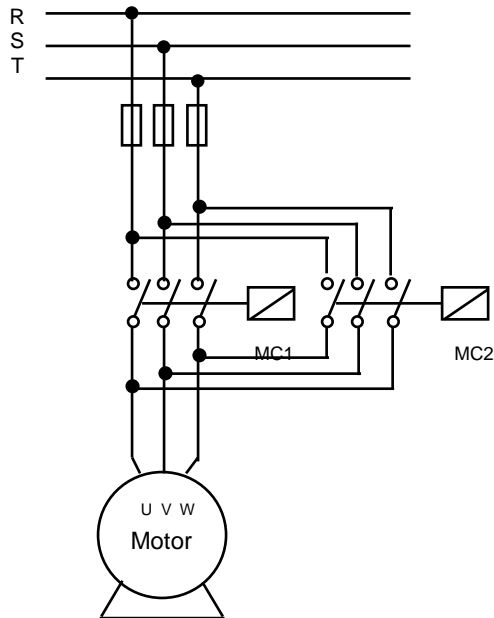
Untuk pencegahan terjadinya salah fungsi dalam pembalikan fasa untuk pengendalian arah putaran bila motor berputar dalam satu arah yang diinginkan, maka urutan fasa yang diperlukan menjadi terhubung sementara urutan yang lainnya tidak terhubung. Untuk keperluan tersebut, maka rangkaian *interlocking* dapat dipakai.

#### 4.3 Percobaan

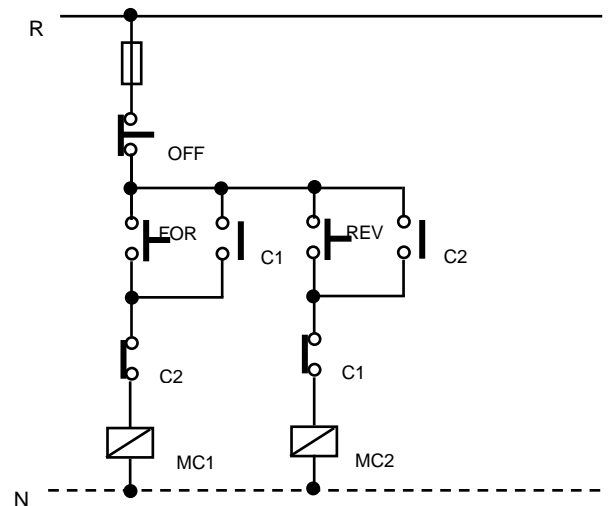
##### 4.3.1 Komponen yang diperlukan

1. *Push-button* = 3 buah
2. Magnet kontaktor = 2 buah
3. Motor 3 fasa = 2 buah

#### 4.3.2 Rangkaian Percobaan



a. Rangkaian daya



b. Rangkaian kendali

**Gambar 4.1** Diagram rangkaian *Interlocking* untuk pengendalian dua arah putaran.

#### 4.3.3 Prosedur

1. Buatlah rangkaian interlocking, seperti gambar percobaan di atas.
2. Setelah anda rancang, buatlah rangkaian interlocking tersebut untuk :
  - Membalik arah putaran motor.
  - Menjalankan dan mematikan 2 buah motor secara berurutan.
3. Konsultasikan terlebih dahulu rangkaian yang anda buat kepada instruktur sebelum mencoba menjalankannya.
4. Berikan analisa untuk masing-masing rangkaian.

## PERCOBAAN 5

### PENGASUTAN MOTOR GERAK MULA Y- $\Delta$

#### 5.1 Tujuan

- Memahami cara melakukan gerak mula pada motor induksi 3 fasa.
- Dapat membuat rangkaian instalasi Y- $\Delta$  dengan menggunakan saklar khusus.
- Dapat membuat rangkaian instalasi Y- $\Delta$  dengan menggunakan magnet kontaktor.

#### 5.2 Pendahuluan

Ada berbagai macam/tipe dari motor induksi tiga fasa, salah satunya adalah motor dengan tipe  $\Delta$  380 V. berarti motor tersebut bekerja dengan hubungan  $\Delta$  (delta) dalam tegangan 380V. Akan tetapi pada saat awal / gerak mula dari motor yang terhubung delta tersebut terjadi arus gerak mula yang besar, yang sangat membahayakan motor itu sendiri ataupun sistem secara keseluruhan.

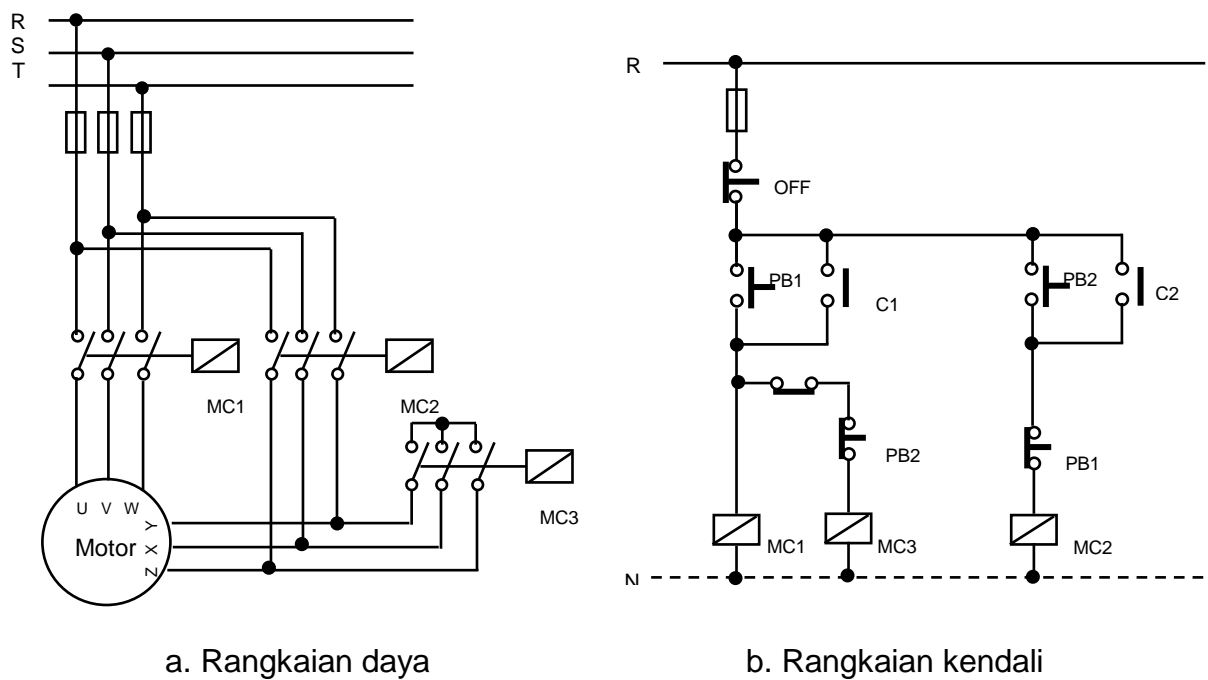
Untuk mengatasi hal ini (mengurangi arus gerak mula) maka pada saat menjalankan motor tersebut dilakukan pengasutan/gerak mula star-delta. Jadi pertama-tama motor dihubungkan bintang (Y) supaya dihasilkan arus mula yang kecil, setelah putaran mencapai  $\pm 80\%$  dari kecepatan sinkron barulah motor diubah ke hubungan delta.

### 5.3 Percobaan

#### 5.3.1 Komponen-komponen yang diperlukan

1. Saklar gerak mula (0 – Y -  $\Delta$ ) = 1 buah
2. Motor 3 fasa  $\Delta$  380 V = 1 buah
3. Push button = 3 buah
4. Magnet kontaktor = 3 buah.
5. Timer = 1 buah

#### 5.3.2 Rangkaian Percobaan



**Gambar 5.1** Diagram rangkaian pengasutan motor gerak mula Y- $\Delta$ .

#### 5.3.3 Prosedur

1. Pelajari susunan serta penggunaan saklar gerak mula ( $0 - Y - \Delta$ ).
2. Buatlah rangkaian gerak mula  $Y-\Delta$  dengan menggunakan saklar tersebut.
3. Jalankan instalasi yang telah anda buat.
4. Buatlah rangkaian gerak mula  $Y-\Delta$  dengan menggunakan magnet kontaktor, seperti pada rangkaian percobaan.
5. Jalankan instalasi yang telah anda buat.
6. Buatlah rangkaian gerak mula  $Y-\Delta$  otomatis dengan menggunakan timer.
7. Jalankan instalasi yang telah anda buat.

## PERCOBAAN 6

### INSTALASI MOTOR DUA KECEPATAN

#### 6.1 Tujuan

- Mengetahui cara-cara pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa.
- Dapat membuat rangkaian instalasi motor dua kecepatan.

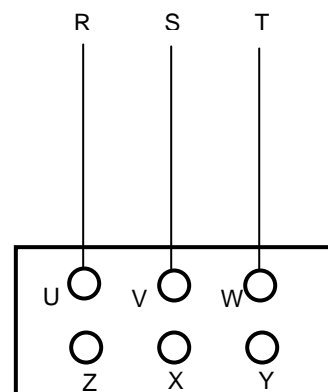
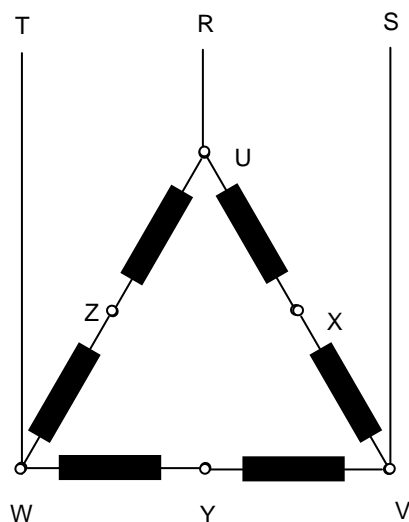
#### 6.2 Pendahuluan

Salah satu jenis dari motor 3 fasa adalah motor yang mempunyai dua kecepatan dengan spesifikasi 380V, YY/  $\Delta$ . Dalam arti motor tersebut memiliki dua kecepatan untuk masing-masing hubungan tersebut :

- Putaran rendah (misalnya 750 rpm) terjadi pada motor terhubung delta ( $\Delta$ ).
- Putaran tinggi (misalnya 1500 rpm) terjadi pada saat motor terhubung bintang-bintang (YY).

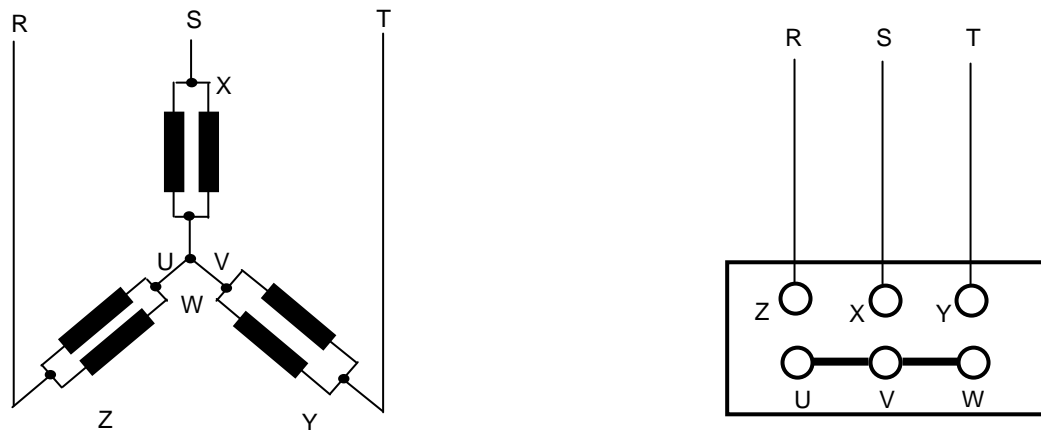
Susunan lilitan / kumparan dari motor dua kecepatan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

##### a. Hubungan delta ( $\Delta$ )





**b. Hubungan bintang-bintang (YY)**



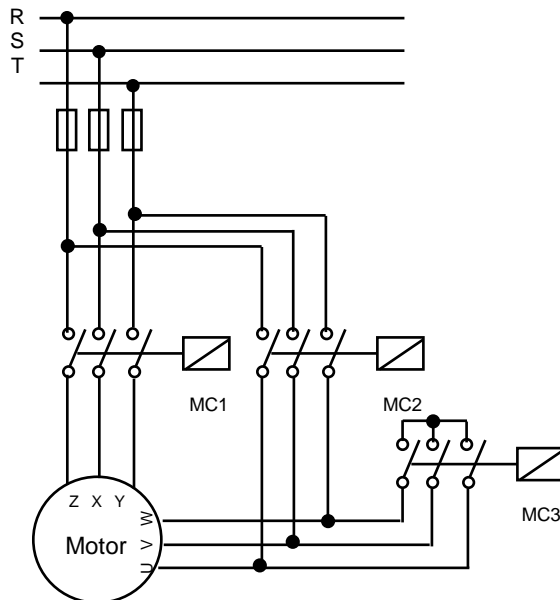
**Gambar 6.1** Susunan belitan motor dua kecepatan: a. Hubungan delta ( $\Delta$ ), b. Hubungan bintang-bintang (Y-Y).

### 6.3 Percobaan

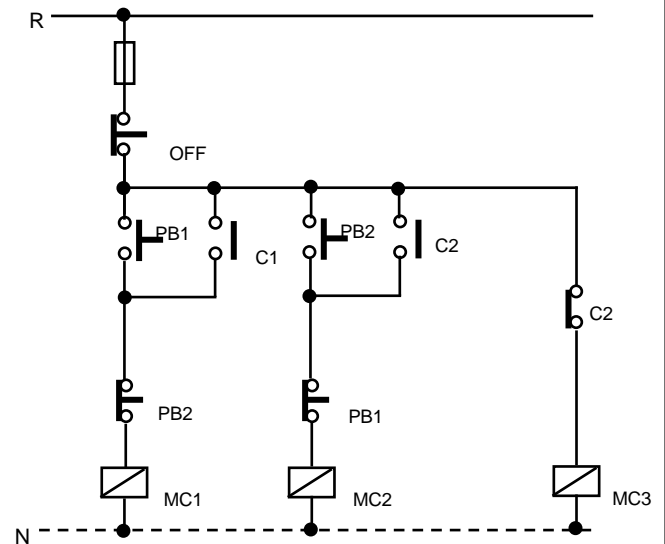
#### 6.3.1 Komponen :

1. Push-button = 3 buah.
2. Magnet kontaktor = 3 buah.
3. Motor 3 fasa  $\Delta/YY$  380V = 1 buah.

### 6.3.2 Rangkaian Percobaan



a. Rangkaian daya



b. Rangkaian kendali

**Gambar 6.2** Diagram rangkaian motor dua kecepatan.

### 6.3.3 Prosedur

1. Rangkailah gambar instalasi untuk motor dua kecepatan, seperti rangkaian percobaan di atas.
2. Konsultasikan kepada instruktur hasil rangkaian anda sebelum mencoba untuk menjalankannya.

## PERCOBAAN 7

### PENGENDALI MOTOR BERURUTAN DENGAN RANGKAIAN *INTERLOCKING*

#### 7.1 Tujuan

- Mengetahui penggunaan rangkaian *interlocking* untuk mengurutkan kerja dua buah motor.
- Dapat membuat rangkaian instalasi pengendali motor dengan kerja berurutan.

#### 7.2 Pendahuluan

Rangkaian *interlocking* adalah rangkaian kontrol sekuensial yang dirancang untuk melindungi mesin serta piranti dan keselamatan operator dengan cara mengendalikan operasi mesin dan piranti agar hubungan antara satu dengan yang lainnya memakai titik kontak elektrik seperti kontak *relay* dan sebagainya, sehingga dapat terjadi urutan operasi yang benar.

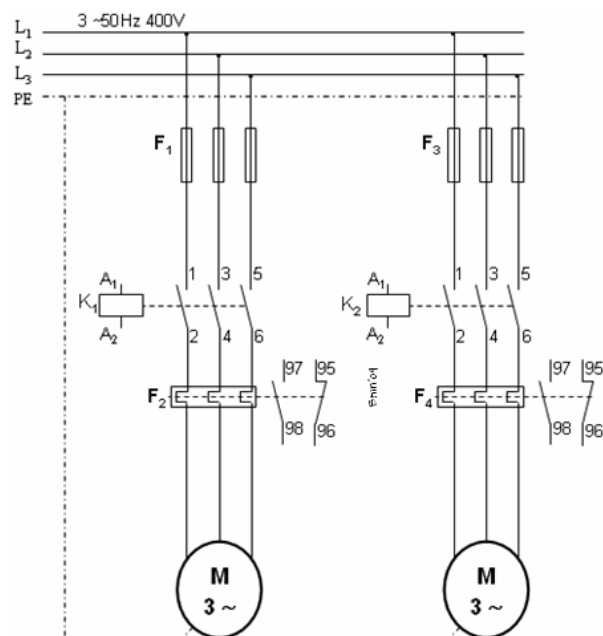
Dalam mengontrol operasi motor secara berurutan digunakan dua buah motor atau lebih. Pengoperasian beberapa motor tersebut harus dilaksanakan secara berurutan satu dengan yang lainnya. Operasi motor ini umumnya dapat ditemukan pada konveyor pembawa material produksi, dimana proses urutan *starting* motor dimulai dari hilir ke hulu, dan sebaliknya proses stop dimulai dari hulu ke hilir. Untuk keperluan tersebut, maka rangkaian *interlocking* dapat dipakai.

### 7.3 Percobaan

#### 7.3.1 Komponen yang diperlukan

1. *Push-button* = 2 buah
2. Magnet kontaktor = 4 buah
3. Motor 3 fasa = 2 buah
4. Lampu indikator = 2 buah

#### 7.3.2 Rangkaian Percobaan



a. Rangkaian daya

