

## 1.8 Tambahan (Suplemen)

### Pengenalan Simbol-simbol Komponen Rangkaian Kendali

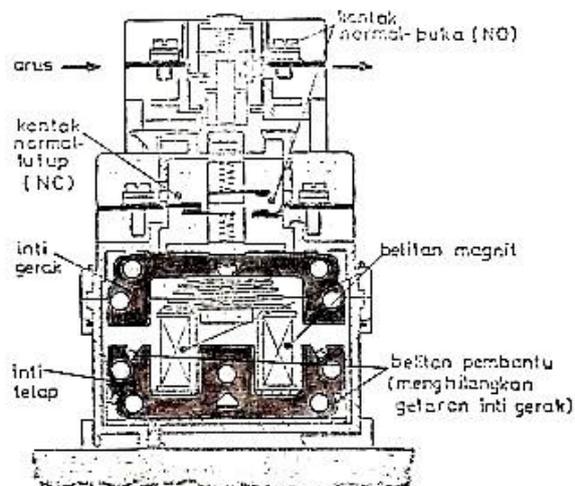
Pada industri modern saat ini control atau pengendali suatu system sangatlah diperlukan untuk lancarnya proses produksi di suatu industri. Control system ini paling utama yang diperlukan sehingga membuat kita harus faham dan lancar dalam merencanakan rangkaian. Rangkaian control yang umum digunakan pada industri saat ini masih menggunakan rangkaian control yang berawal dari rangkaian manual. Adapun jenis rangkaian control yang selalu dirancang dalam rangkaian manual adalah selalu menggunakan peralatan – peralatan yang bersifat listrik . Rangkaian control atau pengendali harus difahami mulai dari jenis dan dasar komponen yang digunakan. Dalam desain rangkaian pengendali dasar atau control system selalu menggunakan KONTAKTOR, TIMER, OVERLOAD, MCB dan lain – lain. Komponen paling utama digunakan dalam rangkaian control atau pengendali adalah yang dinamakan **KONTAKTOR**.

#### KONTAKTOR

##### 1. Pengertian

Kontaktor juga disebut saklar elektromagnetik, yaitu : “ Saklar yang system operasinya dengan cara kerja sistem elektromagnetik dan merupakan suatu alat yang aman untuk penyambungan dan pemutusan secara terus menerus / Continue “.

##### 2. Bagian – bagian Kontaktor



3. Fungsi Kontaktor, Kontaktor digunakan untuk mengerjakan atau mengoperasikan dengan seperangkat alat control beban, seperti :

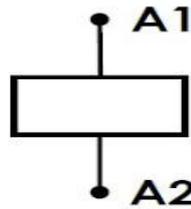
- Penerangan
- Pemanas
- Pengontrolan Motor – motor Listrik
- Pengaman Motor – motor Listrik

Pada pengaman motor – motor listrik beban lebih dilakukan secara terpisah. Kontaktor akan bekerja dengan normal bila diberikan tegangan 85 % sampai 110 % dari tegangan permukaannya. Sedangkan

bila lebih kecil dari 85 % kontaktor akan bergetar atau bunyi. Jika lebih besar dari 110 % kontaktor akan panas dan terbakar. Kontaktor mempunyai kontak – kontak UTAMA dan kontak – kontak BANTU yang terdiri dari:

NORMALLY OPEN ( NO )  
 NORMALLY CLOSE ( NC )

#### 4. Simbol Bagian Kontaktor



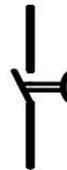
Koil elektromagnetik dengan A1 dan A2 sebagai penghantar keluaran dari koil elektromagnetik.



Kontak pada kondisi NORMALLY OPEN ( NO ).



Kontak pada kondisi NORMALLY CLOSE ( NC ).



Kontak ON DELAY pada kondisi NORMALLY OPEN ( NO ).



Kontak OFF DELAY pada kondisi NORMALLY CLOSE ( NC ).

#### 5. Penandaan Nomor Kontak

Penandaan nomor pada kontak untuk kontaktor menurut IEC adalah : A1 , A2 = Hubungan kontak untuk SUMBER TEGANGAN pada kontaktor. 1 , 3 , 5 = Hubungan kontak untuk SUPPLY pada rangkaian utama. 2 , 4 , 6 = Hubungan kontak untuk BEBAN pada rangkaian utama.

13 & 14

23 & 24

33 & 34

63 & 64 <==>Hubungan untuk kontak – kontak Bantu pada kondisi NORMALLY OPEN ( NO )

73 & 74

83 & 84

93 & 94

11 & 12

21 & 22

31 & 32

61 & 62 <====>Hubungan untuk kontak – kontak Bantu pada kondisi NORMALLY CLOSE ( NC )

71 & 72

81 & 82

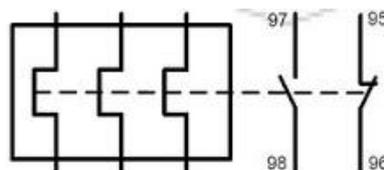
91 & 92

### THERMAL OVER LOAD ( TOL )

#### 1. Pengertian

Komponen TOL ini bekerja berdasarkan panas ( temperature ) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen – elemen pemanas bimetal. Dari sifat pelengkungan bimetal akibat panas yang ditimbulkan, bimetal ini akan menggerakkan kontak – kontak mekanis pemutus rangkaian listrik. TOL ini selalu digunakan dalam merangkai rangkaian control dari suatu system terutama berhubungan dengan motor – motor penggerak yang berfasa tunggal ( satu fasa ) ataupun berfasa tiga ( tiga fasa ). TOL ini sangat penting sekali digunakan dalam pengamanan dan perlindungan motor – motor DC atau motor – motor AC dari ukuran kecil sampai menengah.

Simbol Rangkaian :



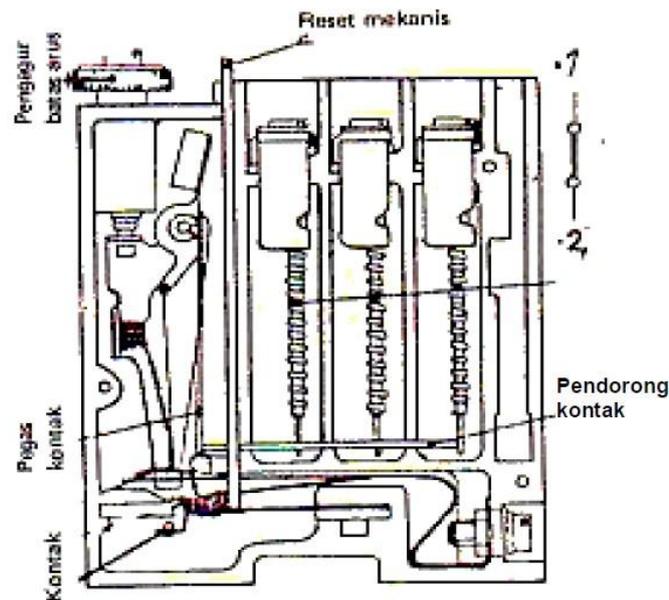
Pada TOL tersebut memiliki perangkat yaitu , :

a) Reset Mekanik

Fungsinya yaitu : untuk mengembalikan kedudukan kontak pada posisi semula, pengaturan batas arus trip bila terjadi beban lebih.

b) Arus Setting ( batas arus ) Fungsinya yaitu : sebagai harga arus atau batas arus pada pemanasnya atau arus yang mengalir pada kontaktor.

2. Bagian – bagian Thermal Over Load



3. Fungsi TOL

Dari pemasangan TOL ini berfungsi untuk mengamankan atau memberikan perlindungan dari kerusakan akibat pembebanan lebih pada motor. Penyebab dari pembebanan lebih ini antara lain :

- 1) Terlalu besar beban mekanik dari motor.
- 2) Arus start yang terlalu besar.
- 3) Motor berhenti secara mendadak.
- 4) Terjadinya hubung singkat / konsleting.
- 5) Hilangnya salah satu fasa dari motor tiga fasa.

4. Cara pasang

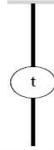
Untuk merangkai TOL ini dilakukan pemasangan dengan cara menghubungkan seri terminal – terminal elemen pemanas ke rangkaian belitan motor dengan kontak kontaktor di rangkaian control.

**TIME DELAY RELAY ( TIMER )**

Pengertian Time Delay Relay ini juga disebut sebagai relay penunda waktu yang sering disebut juga dengan timer.

Adapun fungsi dari Time Delay Relay ini untuk memindahkan kerja dari rangkaian pengontrol dalam waktu tertentu yang bekerja secara otomatis, misalnya untuk rangkaian control hubungan Y –  $\Delta$  secara otomatis, hubungan control secara berurutan dan lain – lain. Timer tunggal / berdiri sendiri dapat

disimbolkan sebagai berikut :

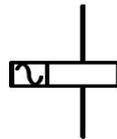


Tetapi pada penggunaan Timer dalam rangkaian control ada juga berbeda penggunaan, sehingga ada beberapa jenis Timer yang dapat dihubungkan langsung dengan kontaktor yaitu :

### 1. ON DELAY

On Delay adalah suatu Timer yang dihubungkan secara langsung ke kontaktor ( jadi satu dengan Kontaktor ) yang akan berfungsi jika kontaktor bekerja ( ON ) maka Timer juga bekerja ( ON ).

Simbol Rangkaian :



### 2. OFF DELAY

Off Delay adalah suatu Timer yang dihubungkan secara langsung ke kontaktor ( jadi satu dengan Kontaktor ) yang akan berfungsi jika kontaktor bekerja ( ON ) dan Timer tidak bekerja ( OFF ).

Simbol Rangkaian :



bentuk fisik timer



### **PUSH BOTTOM ( TOMBOL TEKAN )**

Pengertian Push Bottom merupakan suatu bentuk saklar yang sering digunakan dalam suatu rangkaian control dan mempunyai fungsi sama dengan saklar – saklar lainnya pada umumnya, tetapi memiliki perbedaan dalam penguncian.



1. Push Bottom Normally Open ( NO ) dengan fungsi jika ditekan bekerja ( ON ), apabila dilepas akan kembali semula ( OFF ).

Simbol Rangkaian :



2. Push Bottom Normally Close ( NC ) dengan fungsi jika ditekan tidak bekerja ( OFF ), apabila dilepas menjadi bekerja ( ON ).

Simbol Rangkaian :



3. Push Bottom mengunci, berfungsi jika ditekan bekerja ( ON ) dan apabila dilepas tetap bekerja ( ON ), tetapi jika ditekan untuk kedua kalinya maka akan tidak bekerja ( OFF ).

Simbol Rangkaian :



## MINI CIRCUIT BREAKER (MCB)

Pengertian MCB merupakan salah satu pengaman pada suatu rangkaian control. Pada MCB memiliki fungsi sebagai pengaman beban/daya lebih dari daya yang dipakainya, sehingga apabila daya yang digunakan pada system tersebut melebihi ( $P = V.I \cos \Phi$ ) maka akan terjadi trip (jawa “njeglek”) pada MCB. MCB juga berfungsi sebagai pengaman kesalahan rangkaian, sehingga apabila terjadi short circuit (hubung singkat)(konsleting) maka MCB juga akan menjadi trip. Hubungan singkat tersebut terjadi apabila antara penghantar/kabel fasa/line terhubung langsung dengan penghantar/kabel netral/nol dan juga ground/pentanahan. Dalam melakukan pendesainan control selalu dibutuhkan adanya pengaman rangkaian control dengan menggunakan MCB jenis 1 fasa. Tetapi pengaman untuk beban yang digerakkan oleh rangkaian control tersebut dapat menggunakan MCB jenis 3 fasa, sehingga dalam suatu panel yang digunakan untuk mengontrol suatu system minimal terdapat 2 MCB yaitu 1 buah MCB jenis 1 fasa dan 1 buah MCB 3 fasa.

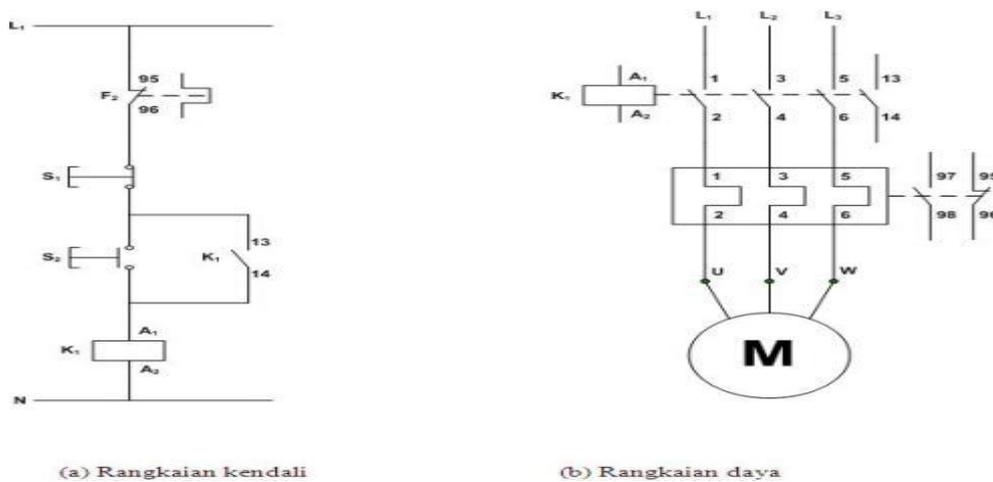
Simbol MCB



Bentuk fisik MCB

## Pengasutan Motor Induksi dengan menghubungkan langsung pada saluran (Direct On Line)

Pengasutan ini digunakan untuk [motor-motor berdaya kecil](#). Pada cara ini motor dapat diasut pada tegangan saluran penuh dengan menggunakan penstart saluran yang dilengkapi dengan relai termis beban lebih. Cara ini dapat menghasilkan kopel start yang lebih besar mengingat kopel **motor induksi** berbanding lurus dengan kuadrat tegangan yang dikenakan. Kelemahan pengasutan cara ini adalah dapat menghasilkan arus start yang besar, karena itulah hanya digunakan untuk motor-motor yang berdaya kecil.

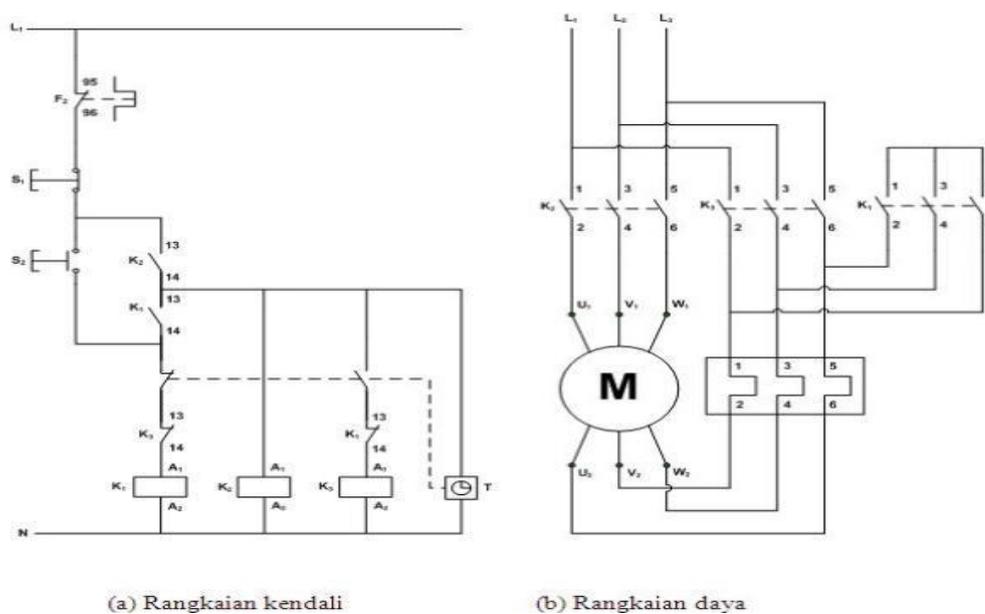


Gambar rangkaian pengasutan langsung pada saluran atau Direct On Line (DOL)

Rangkaian kendalinya disuplai dari tegangan 220 Volt. Pada saat tombol start S2 ditekan arus mengalir melalui F2 – S1 – S2 – K1. Kontaktor megnetik 1 (K1) bekerja, kontak bantu K1 (NO) menutup dan motor terhubung pada saluran. Untuk selanjutnya, arus akan mengalir melalui F2 – S1 – Kontak bantu K1 – K1.

**Pengasutan Motor Induksi dengan menggunakan penstart bintang/Star-delta (Y-Δ)**

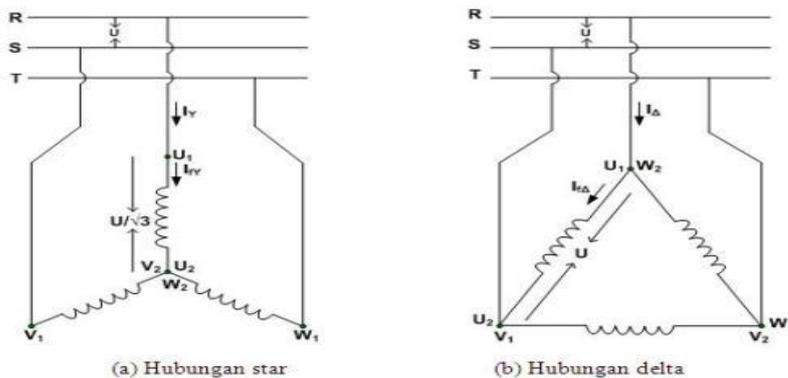
Pada pengasutan ini selama periode start lilitan motor akan berada dalam hubungan bintang dan setelah selang waktu tertentu akan berpindah ke hubungan lilitan **delta**. Dengan cara ini kenaikan arus start dapat dibatasi hingga sepertiga kali saja dibandingkan bila motor langsung terhubung **delta**. Gambar berikut memperlihatkan rangkaian daya dan rangkaian kendali pengasutan **star – delta**.



Gambar rangkaian start motor **star/bintang – delta/segitiga**

Rangkaian kendali pengasutan dengan cara ini disuplai oleh tegangan 220 Volt. Cara kerjanya : jika tombol start S2 ditekan, arus mengalir melalui F2 – S1 – S2 – kontak bantu timer T (NC) – kontak bantu K3 – K1. Kontaktor magnetik 1 (K1) bekerja dan motor terhubung dalam lilitan bintang. Saat itu juga kontak bantu K1 (NC) membuka dan kontak bantu K1 (NO) menutup sehingga arus mengalir melalui F2 – S1 – S2 – kontak bantu K1 (NO) – K2. Kontaktor magnetik 2 (K2) bekerja dan motor terhubung pada sumber tegangan. Pada saat yang sama kontak bantu K2 (NO) menutup dan timer T bekerja. Setelah t detik kontak bantu T (NC) membuka sehingga K1 tidak dilewati arus (K1 tidak bekerja), kontak bantu T (NC) menutup, arus mengalir melalui F2 – S1 – kontak K2 (NO) – kontak bantu T (NO) – kontak bantu K1 (NC) – K3. Kontaktor magnetik K3 bekerja, motor terhubung dalam belitan **delta**. Tombol S1 digunakan untuk melepaskan motor dari sumber tegangan.

Dengan pengasutan cara ini, kenaikan arus start dapat dibatasi hingga sepertiga kali saja dibandingkan bila lilitan motor langsung terhubung **delta**. Hal ini dapat dibuktikan sebagai berikut:



#### Hubungan belitan, Tegangan, Arus **Star** dan **Delta**

Bila stator dihubung **star**, maka :

- Tiap belitan mendapatkan tegangan sebesar  $U/\sqrt{3}$
- Sehingga arus yang mengalir ditiap belitan sebesar  $I_Y$
- Arus yang mengalir ditiap belitan akan sama dengan arus arus fasa  $I_Y$

Bila stator dihubungkan **delta**, maka :

- Tiap belitan mendapatkan tegangan sebesar  $U$
- Sehingga arus yang mengalir ditiap belitan sebesar  $I_{f\Delta}$
- Arus fasa untuk belitan **delta** :  $I_{\Delta} = \sqrt{3} I_{f\Delta}$

Bila dibandingkan,

$$I_{fY} = \frac{I_{f\Delta}}{\sqrt{3}}$$

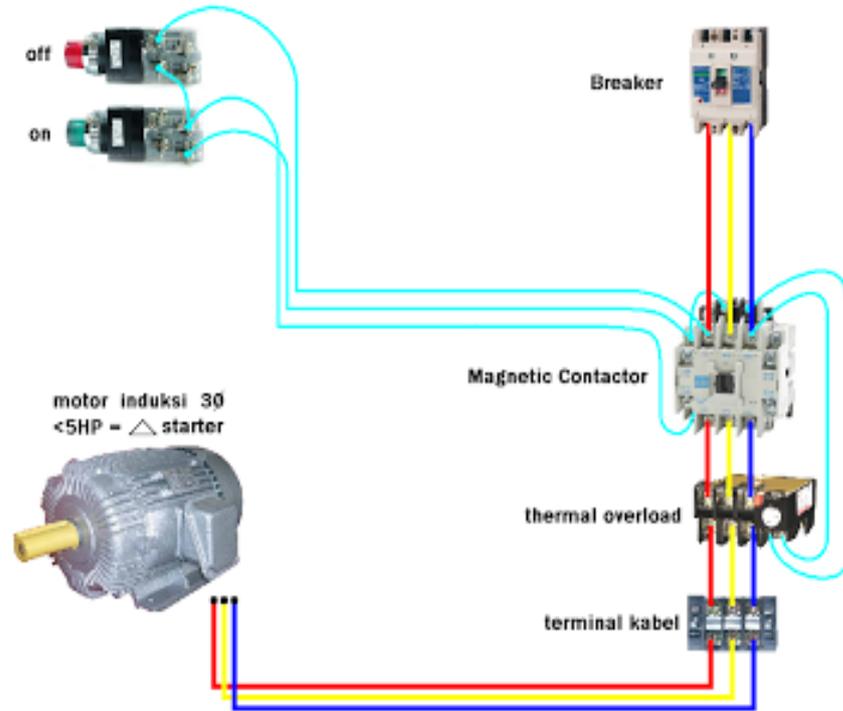
Karena belitan star mendapat tegangan  $U/\sqrt{3}$ , mengingat  $I_{fY} = I_Y$

$$\frac{I_Y}{I_{\Delta}} = \frac{\frac{I_{f\Delta}}{\sqrt{3}}}{\sqrt{3}I_{f\Delta}}$$

Sehingga,

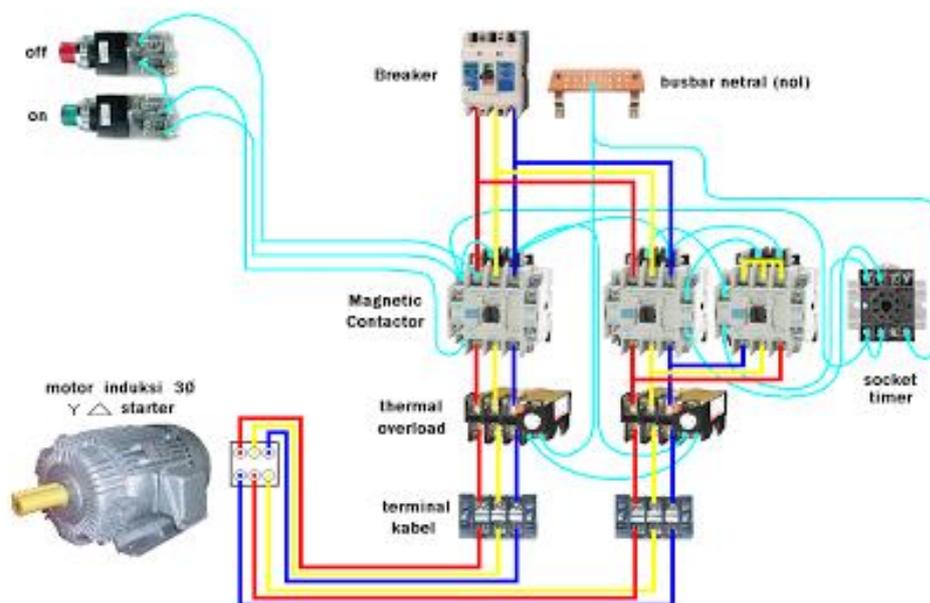
$$\frac{I_Y}{I_{\Delta}} = \frac{1}{3}$$

### Rangkaian Bintang/Star-Delta (Y- $\Delta$ ) Motor Induksi Tiga Fasa Penyambungan Rangkaian Motor On Off (interlock)



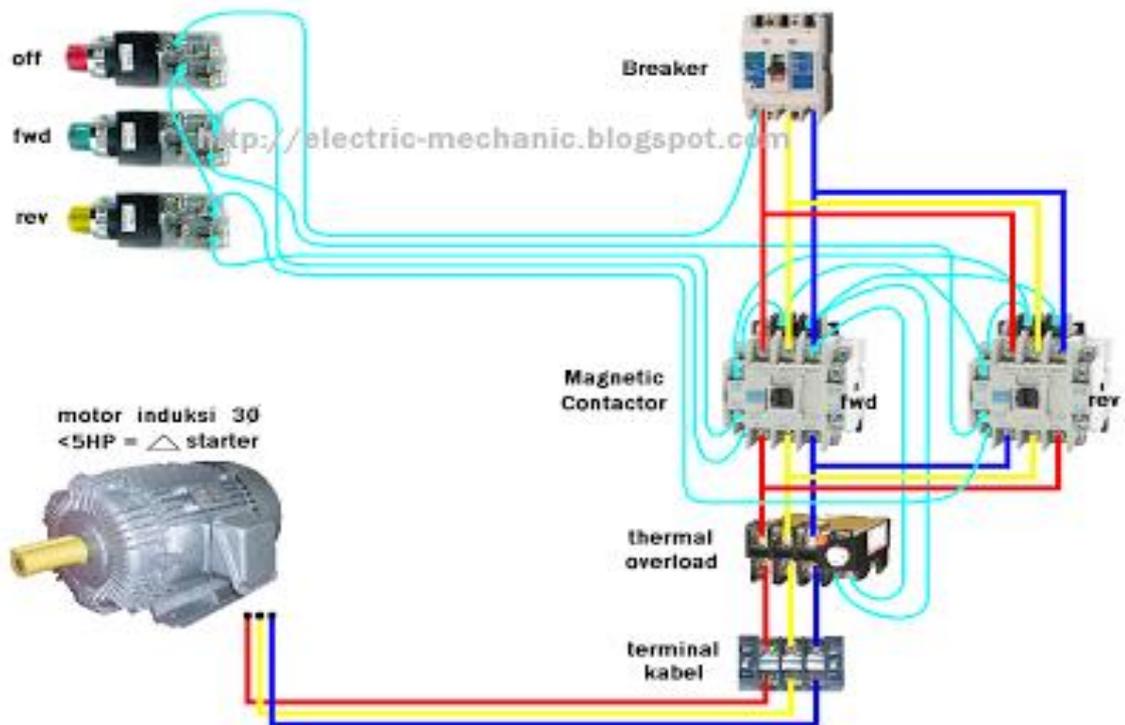
Rangkaian ini dikenal juga dengan istilah **DOL Starter** seperti artikel yang pernah saya bahas sebelumnya. Sebelum melihat gambar penyambungan rangkaian motor On Off ini, anda sebaiknya membaca artikel saya yang berjudul [InterLock Kontaktor](#).. disana anda akan menemukan penjelasan apa dan bagaimana cara kerja rangkaian ini, berikut juga wiring diagramnya.

### Penyambungan Rangkaian Motor Star Delta (Bintang Segitiga)



Dalam penyambungan rangkaian motor star delta ini, mungkin sedikit agak berbeda dari wiring diagram yang ada pada artikel saya sebelumnya yaitu yang berjudul [Wiring Diagram Star Delta](#) dan [Pengaplikasian Kerja NO dan NC Proteksi Motor Listrik](#). Tetapi tidak akan menjadi masalah, karena prinsip kerjanya tetaplah sama.

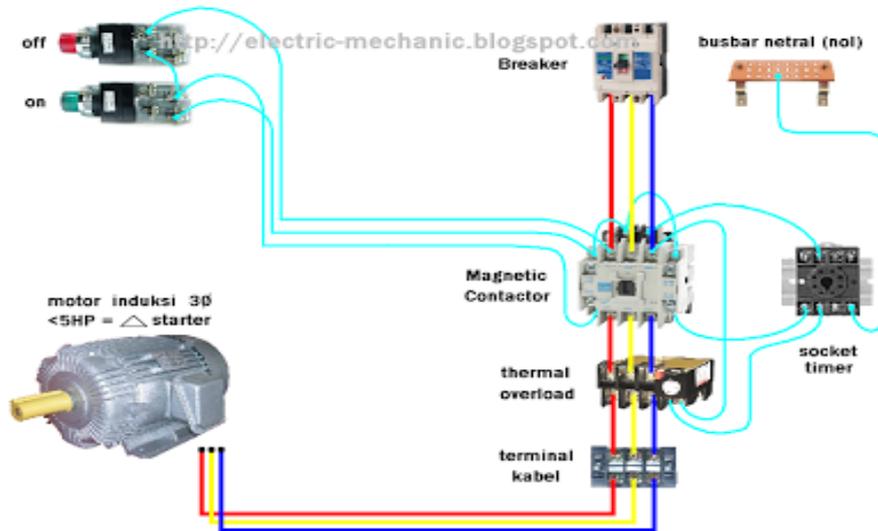
### Penyambungan Rangkaian Motor Forward Reverse (bolak balik)



Pada gambar diatas, secara prinsipnya sama dengan [wiring diagram](#) yang terdapat pada artikel saya sebelumnya yang berjudul [Wiring Diagram Motor Bolak Balik \(Forward Reverse\)](#), hanya saja disini saya memasang NC dari thermal overload langsung pada koil kontaktor, dan NC dari K1 dan K2 yang terhubung dari NO tombol masing-masing.

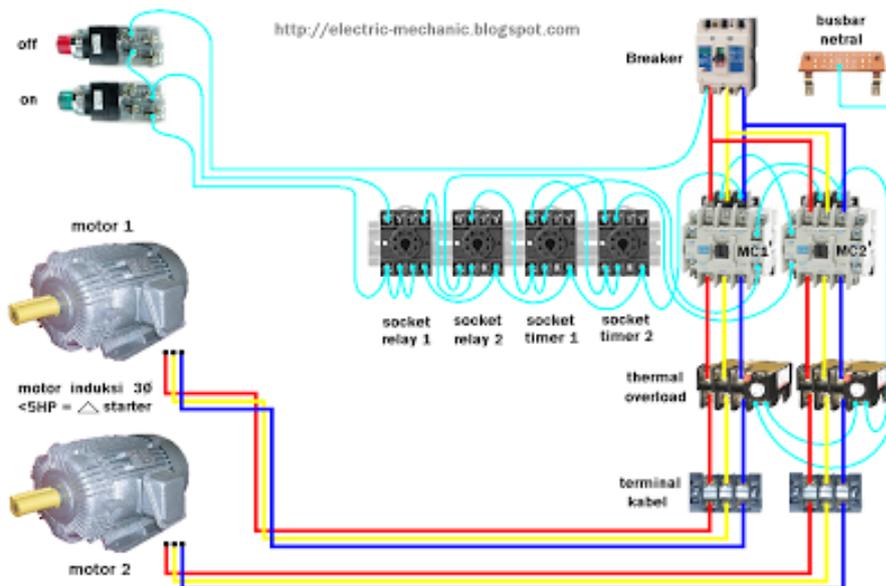
Prinsip kerjanya adalah, bila tombol **fwd** ditekan maka motor akan berputar kekanan. Untuk memutar balik putaran motor kekiri maka perlu ditekan terlebih dahulu tombol **Off**, baru bisa memutar kearah sebaliknya (kiri) dengan menekan tombol **rev**. Dan untuk memamatkannya tekan tombol **Off** yang sama, karena fungsi tombol Off disini untuk memutuskan kedua fungsi kerja rangkaian.

### Penyambungan Rangkaian Motor Off dengan Timer



Prinsip kerja dari rangkaian ini adalah, memutus kerja rangkaian kontaktor sesuai dengan waktu yang diinginkan secara otomatis dengan timer. Pada rangkaian ini, saya juga memasang tombol off sebagai pemutus rangkaian manual. Hal tersebut semata-mata hanya untuk menjaga kalau-kalau kerja rangkaian tersebut tidak sesuai yang diharapkan atau mengalami masalah (trouble).

### Penyambungan Rangkaian Motor Work Interchangeably (Kerja Bergantian)



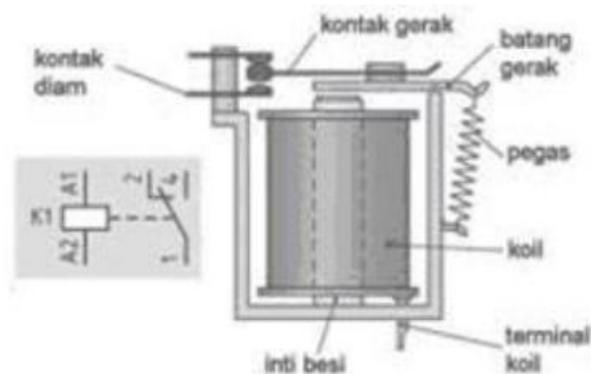
Prinsip kerjanya adalah, ketika tombol On ditekan maka motor 1 akan bekerja sesuai waktu yang diinginkan. Ketika telah mencapai waktunya, maka motor 1 akan mati dan bersamaan itu juga motor 2 akan bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Dan begitu telah mencapai waktunya, maka motor 2 akan mati dan motor 1 akan menyala lagi sesuai ketetapan waktunya.. begitu seterusnya. Dan untuk mematikan kerja rangkaian ini, cukup dengan menekan tombol Off.

Rangkaian ini menggunakan tegangan 220V pada rangkaian pengendalinya, artinya **Timer**, **Relay**, dan **Kontaktor** menggunakan koil bertipe 220V (*perhatikan pengabelan yang berwarna **hijau terang***).

### 1. Kontaktor Magnet Arus Searah (DC)

Kontaktor magnet arus searah (DC) terdiri dari sebuah kumparan yang intinya terbuat dari besi. Jadi bila arus listrik mengalir melalui kumparan, maka inti besi akan menjadi magnet. Gaya magnet inilah yang digunakan untuk menarik angker yang sekaligus menutup/membuka kontak.

Bila arus listrik terputus ke kumparan, maka gaya magnet akan hilang dan pegas akan menarik/menolak angker sehingga kontak kembali membuka atau menutup. Untuk merancang kontaktor arus searah yang besar dibutuhkan tegangan kerja yang besar pula, namun hal ini akan mengakibatkan arus yang melalui kumparan akan besar dan kontaktor akan cepat panas. Jadi kontaktor magnet arus searah akan efisien pada tegangan kerja kecil seperti 6 V, 12 V dan 24 V.



. Simbol dan fisik kontaktor magnet DC

Bentuk fisik relay dikemas dengan wadah plastik transparan, memiliki dua kontak SPDT (Single Pole Double Through) Gambar 2.1, satu kontak utama dan dua kontak cabang). Relay jenis ini menggunakan tegangan DC 6V, 12 V, 24 V, dan 48 V. Juga tersedia dengan tegangan AC 220 V.

Kemampuan kontak mengalirkan arus listrik sangat terbatas kurang dari 5 ampere. Untuk dapat mengalirkan arus daya yang besar untuk mengendalikan motor induksi, relay dihubungkan dengan. Bila kontaktor untuk arus searah digunakan pada arus AC maka kemagnetannya akan timbul dan hilang setiap saat mengikuti gelombang arus AC.