

**MODUL PEMBELAJARAN**

**KODE : MKH.PC .(1).23 (40 Jam)**

# **KONTROL MAGNETIK**

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN  
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMBANGKITAN**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**2003**

## KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003  
Direktur Dikmenjur,

Dr. Ir. Gator Priowirjanto  
NIP 130675814

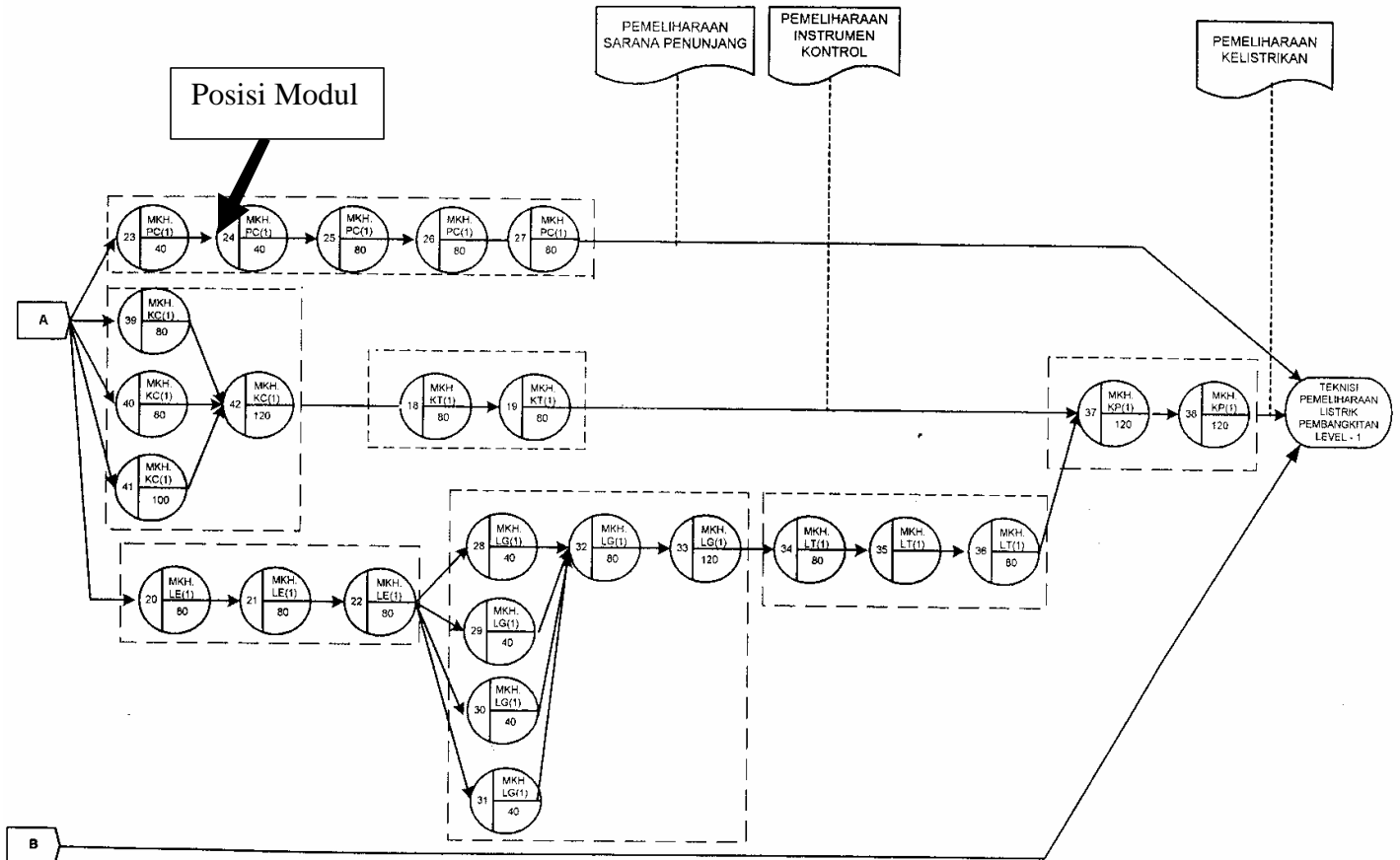
# DAFTAR ISI

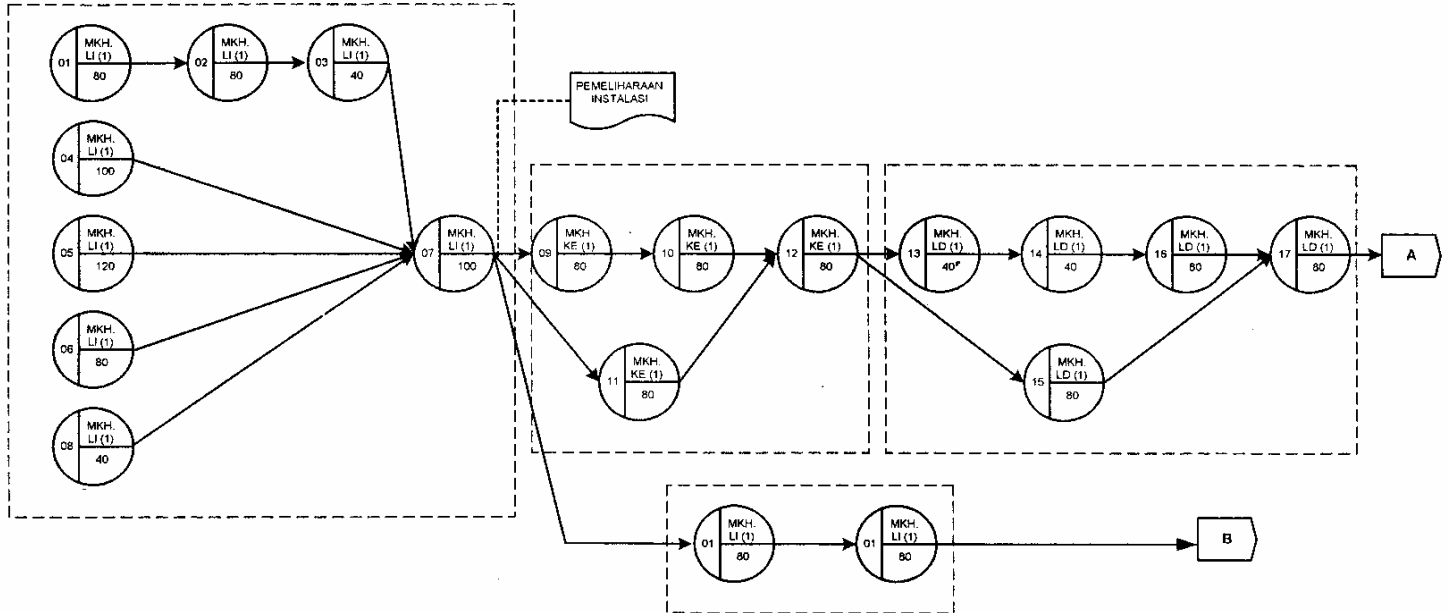
	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
REKOMENDASI .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	v
GLOSARRY/PERISTILAHAN	
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi .....	1
B. Prasyarat .....	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul .....	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. STANDAR KOMPETENSI.....	4
F. Cek Kemampuan .....	6
II PEMBELAJARAN	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT.....	7
B. KEGIATAN BELAJAR. ....	8
Kegiatan Belajar 1	8
A. Tujuan Kegiatan .....	8
B. Uraian Materi .....	8
C. Rangkuman 1 .....	18
D. Tugas 1 .....	20
E. Formatif 1 .....	21
F. Jawaban Test Formatif 1 .....	25
Kegiatan Belajar 2	26
A. Tujuan Kegiatan .....	26
B. Uraian Materi .....	26
C. Rangkuman 2 .....	48
D. Tugas 2 .....	50

E.	Test Formatif 2 .....	52
F.	Jawaban Test Formatif 2 .....	55
G.	Lembar Kerja Praktek.....	56
III	EVALUASI .....	58
IV	PENUTUP .....	65
	DAFTAR PUSTAKA .....	66
	STORYBOARD .....	68

## PETA KEDUDUKAN MODUL

BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN  
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMBANGKITAN





## **PERISTILAHAN/GLOSSARY**

1. TDR = Time delay relay = Rele penunda waktu
2. Tombol tekan ON = tombol tekan yang biasanya digunakan untuk mengaktifkan ( menjalankan ) rangkaian
3. Tombol tekan Off = tombol tekan yang biasanya digunakan menonaktifkan ( menghentikan ) suatu rangkaian
4. Inching/Jogging = istilah yang digunakan untuk menjalankan motor listrik untuk beroperasi sesaat, misalnya ketikan menguji jalan motor untuk sesaat
5. Indikator gangguan = lampu tanda
6. Y = Bintang = sistem penghubungan lilitan motor tiga fasa, yang akan menentukan tegangan kerja motor
7.  $\Delta$  = Delta = sistem penghubungan lilitan motor tiga fasa, yang akan menentukan besarnya tegangan kerja
8. Pengereman = proses memberhentikan putaran suatu motor baik secara elektrik maupun secara mekanis
9. Reverse = arah putaran suatu motor, mundur
10. Forward = arah putaran suatu motor, maju
11. Fuse = pemutus arus
12. Dahlander = istilah motor listrik tiga fasa yang kecepatan putarannya dapat diubah (cepat/lambat atau tinggi / rendah )

## **I. PENDAHULUAN**

### **DESKRIPSI MODUL**

Pengalaman belajar yang diharapkan dari modul ini adalah penguasaan ketrampilan-ketrampilan untuk menunjang pemenuhan kompetensi seseorang dalam hal pemeliharaan crane/ over head crane. Ketrampilan yang dimaksud disini ketrampilan yang berkaitan dengan Kontrol magnetik yang relative banyak penggunaannya pada pelalatan Crane/ OH crane.

Tiga kelompok ketrampilan yang akan diberikan disini adalah tentang : Rangkaian sederhana menggunakan kontaktor dan rele penunda waktu ( Time delay relay ); Rangkaian mula jalan- reverse – Forward dan Pengereman ; dan kelompok ketiga adalah Rangkaian control kecepatan dahlander

Strategi pembelajaran yang disarankan pada modul ini adalah berlatih melalui suatu kegiatan praktek, sehingga dalam pembelajarannya diharapkan ada labor yang menunjang.

Dengan modul ini, sangat memungkinkan bagi siswa yang lebih cepat untuk maju sesuai dengan kecepatan masin-masing.

### **PRASYARAT**

Kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari modul ini adalah pengetahuan tentang dasar listrik dan symbol-simbol listrik



## **PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

Penyajian modul ini dibagi dalam empat bab, yaitu :

Bab pertama berisi pendahuluan, yang memuat deskripsi singkat tentang materi dan tujuan modul, petunjuk penggunaan modul, tujuan akhir dan kompetensi yang ingin dicapai, serta pengecekan kemampuan trainee. Bab dua berisi pembelajaran yang harus dilakukan oleh pengguna modul atau dari kegiatan belajar, meliputi tujuan kegiatan pembelajaran, uraian materi dan rangkuman serta tugas-tugas yang harus dikerjakan, kemudian tes formatif dan kunci jawaban serta lembar kerja.

Petunjuk bagi siswa :

Untuk dapat dinyatakan lulus, anda harus :

- (a) Menjawab semua pertanyaan dengan benar
- (b) Mengerjakan seluruh tugas-tugas yang diberikan
- (c) Melaksanakan tugas praktek dengan benar
- (d) Menjawab pertanyaan yang diberikan

Aktivitas yang harus dilakukan siswa adalah :

1. Membaca dan mempelajari bahan referensi yang menunjang materi yang diberikan
2. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan
3. Meminta guru/pelatih/instruktur untuk merespon saudara
4. Menyelesaikan tes formatif
5. Menyelesaikan tugas-tugas praktek

Perlengkapan yang harus disiapkan oleh Guru :

1. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
2. Memberi bantuan pada siswa yang mengalami hambatan belajar
3. Memeriksa tugas-tugas siswa

4. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

## **TUJUAN AKHIR**

Setelah menyelesaikan modul ini, anda harus mampu :

1. Menyebutkan dan merangkai rangkaian kontrol magnetik sederhana pada aplikasi mesin-mesin peralatan alat berat
2. Membuat rangkaian kontrol motor menggunakan kontaktor untuk tujuan mula jalan, reverse-forward dan pengereman
3. Merangkai gambar rangkaian kontrol motor dahlander lilitan tunggal dan lilitan terpisah menggunakan kontaktor
4. Melacak gangguan pada kontrol motor dahlander lilitan tunggal maupun lilitan terpisah

## **STANDAR KOMPETENSI**

**Kode Kompetensi** : K.HPC.(1)

**Unit Kompetensi** : Memelihara Crane/Overhead Crane/Elevator

**Ruang Lingkup** :

Unit kompetensi ini berkaitan dengan pemahaman tentang prosedur pemeliharaan Crane/OH Crane pada stasiun pembangkit. Pekerjaan ini mencakup identifikasi komponen Genset dan prosedur bongkar pasang komponen Crane/OH Crane sesuai standard an peraturan yang berlaku serta pembuatan laporan pelaksanaan pekerjaan

**Sub kompetensi 1 :**

Memahami prosedur pemeliharaan Crane/Overhead Crane/Elevator

KUK :

1. Masing-masing komponen dapat diidentifikasi sesuai dengan gambar teknik yang berlaku di perusahaan.
2. Prosedur / instruksi kerja pemeliharaan dapat dijelaskan sesuai dengan standar unit pembangkit

**Sub Kompetensi 2 :**

Mempersiapkan pelaksanaan pemeliharaan Crane/Overhead Crane/Elevator

KUK :

1. Perlengkapan kerja untuk pemeliharaan diidentifikasi sesuai dengan kebutuhan pemeliharaan.
2. Perlengkapan kerja untuk pemeliharaan disiapkan sesuai kebutuhan pemeliharaan

**Sub Kompetensi 3 :**

Melaksanakan pemeliharaan Crane/Overhead Crane/Elevator

KUK :

1. Crane atau komponennya dibongkar sesuai dengan rencana kerja dan prosedur/instruksi kerja perusahaan.
2. Komponen Crane dibersihkan sesuai dengan rencana kerja dan prosedur/instruksi kerja perusahaan.
3. Komponen Crane dipasang sesuai dengan rencana kerja dan prosedur/instruksi kerja perusahaan.

Pengetahuan : Mengidentifikasi dan menguasai prinsip kerja komponen kontrol magnetik yang berkaitan dengan penggunaan pada sistem kontrol magnetik secara umum dan penggunaan khusus pada Crane / Over head crane

Ketrampilan : Dengan mempelajari modul ini, trainee akan dapat membuat dan mengoperasikan berbagai rangkaian kontrol yang menggunakan magnetik pada implementasi peralatan crane / over head crane

Sikap : peserta dapat bekerja dengan memperhatikan K3 ( Keselamatan Kerja Ketenalistrikan )

Kode Modul : MKH.PC.(1) 23

## CEK KEMAMPUAN

Gunakan tabel berikut ini untuk mengukur apakah anada telah memahami masalah Kontrol magnetik yang diperlukan sebagai pengetahuan pendukung untuk dapat memperoleh kompetensi utama dalam pemeliharaan Crane/OH crane

Kompetensi/ Sub Kompetensi	KUK	Ya	Tidak	Ket.
Membuat rangkaian kontrol magnetik	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Semua informasi yang relevan ditemukan dan diinterpretasi dengan benar terlebih dahulu pada awal pekerjaan</li><li>2. Rangkaian sederhana menggunakan kontaktor dan rele penunda waktu dirangkai sesuai dengan gambar teknis yang diberikan</li><li>3. Rangkaian mula jalan, reverse – forward dan pengereman dirangkai sesuai dengan gambar teknis diberikan</li><li>4. Rangkaian kontrol kecepatan motor dahlander dirangkai sesuai dengan gambar teknis yang diberikan</li></ol>			

## II. PEMBELAJARAN

### a. Rencana belajar Siswa

Penyajian modul ini dibagai kedalam 3 unit, yaitu :

Unit 1. Rangkaian Sederhana Menggunakan KONTaktor Dan Rele Penunda Waktu TDR

Unit 2. Rangkaian Mula Jalan, Reverse – Forward Dan Pengereman

Unit 3 . Rangkaian Kontrol Kecepatan Motor dahlander

Kegiatan Belajar	Aktifitas Siswa	Pencapaian	Tanggal
1. Rangkaian sederhana menggunakan kontaktor dan rele penunda waktu dirangkai sesuai dengan gambar teknis yang diberikan	Lembaran informasi Lembaran kerja Tes unit 1		
2. Rangkaian mula jalan, reverse – forward dan pengereman dirangkai sesuai dengan gambar teknis diberikan	Lembaran informasi Lembaran kerja Tes unit 2		
3. Rangkaian kontrol kecepatan motor dahlander dirangkai sesuai dengan gambar teknis yang diberikan	Lembaran informasi Lembaran kerja Tes unit 3		

# **KEGIATAN BELAJAR 1**

## **RANGKAIAN SEDERHANA MENGGUNAKAN KONTAKTOR DAN RELE PENUNDA WAKTU TDR**

### **Informasi**

Unit ini merupakan bagian dasar dari unit-unit berikutnya, sehingga pada bagian ini akan banyak membahas tentang penggunaan dan prinsip kerja kontaktor dan rele penunda waktu.

Topik-topik yang akan dibahas pada unit ini antara lain : Kontrol Sederhana menggunakan Kontaktor dengan variasi tombol tekan NO dan NC, Kontrol Kontaktor bekerja bergantian dan kontrol menggunakan rele penunda waktu.

### **Tujuan**

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menyebutkan fungsi dan cara kerja kontaktor
2. Menggunakan tombol-tombol tekan pada rangkaian kontrol magnetik sederhana
3. Membuat rangkaian kontrol magnetik sederhana
4. Menyebutkan penggunaan atau aplikasi rangkaian kontrol magnetik
5. Menyebutkan cara kerja suatu rangkaian kontrol magnetik

### **Kemampuan Awal**

Sebelum mempelajari unit, anda harus sudah memiliki pengetahuan tentang :

1. Macam dan jenis Kontaktor
2. Sistem penomoran Kontaktor
3. Fungsi dan cara kerja rele penunda waktu
4. Penggunaan lampu indikator
5. Fungsi dan cara kerja rele penunda waktu
6. Prinsip motor hubung langsung dengan tegangan jala-jala
7. Operasi Inching dan Jogging

### **Persyaratan Lulus**

Untuk lulus dari unit ini anda harus mampu menyelesaikan latihan membaca dan merangkai gambar rangkaian yang diberikan dengan hasil di atas rata-rata 75% dari seluruh tugas yang diberikan.



## MATERI PELAJARAN

1. Beberapa rangkaian sederhana yang menggunakan kontaktor dan rele penunda waktu yang kita pelajari pada modul ini antara lain :

### 1.1. Rangkaian kontaktor menggunakan dua tombol tekan ON dan OFF

#### Penjelasan Pekerjaan:

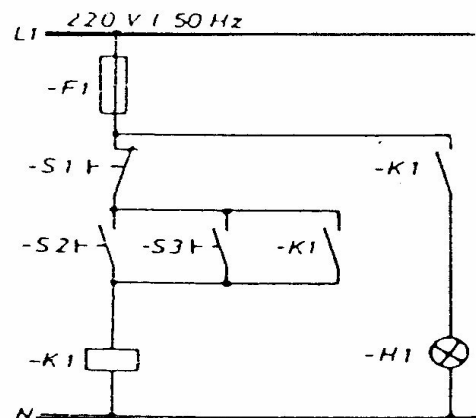
Buatlah rangkaian dari komponen yang sudah disiapkan.

Semua komponen dirangkai sesuai dengan gambar diagram

#### Penjelasan Fungsi:

Jika S2 atau S3 ditekan, maka kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci, kemudian H1 menyala.

Kalau S1 ditekan , maka kontaktor K1 akan terputus atau terbebas dari listrik.



Gambar.1

### **Latihan 1**

Anda diminta untuk mengganti S1 dengan Saklar dan diberi dua lampu Indikator H1 dan H2 dimana H1 akan hidup, jika kontaktor sedang bekerja dan jelas cara kerja rangkaian.

#### **1.2. Rangkaian kontaktor menggunakan dua tombol tekan “ON” dan 2 tombol tekan “OFF”.**

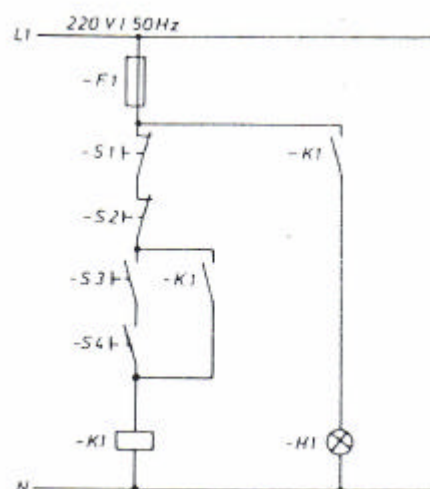
Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disiapkan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan gambar diagram

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S3 dan S4 ditekan secara bersamaan, maka kontaktor K1 dan lampu indikator H1 bekerja

Kontaktor K1 akan lepas dan lampu indikator H1 terputus jika tombol S1 atau dan S2 ditekan



Gambar.2

## Latihan 2

1. Sebutkan aplikasi gambar Kontaktor berikut.
2. Agar Operator bisa mengoperasikan dan memberhentikan Kontaktor K1 dari beberapa tempat, bagaimana prinsip pemasangan tombol NO dan NC ?
3. Kalau kontak NC -K1, diseri dengan kontak NO-K1 pengunci. Apa yang terjadi jika tombol S3 dan S4 ditekan, Kemudian dilepas ?

### 1.3. Rangkaian Operasi berurutan menggunakan dua Kontaktor

#### Penjelasan Pekerjaan :

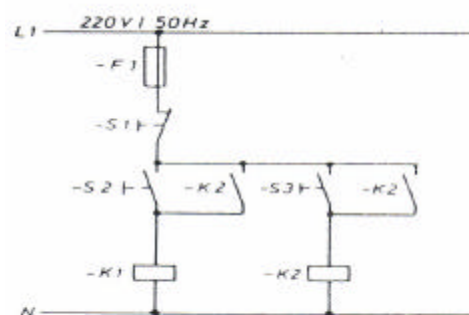
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disiapkan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan gambar.3

#### Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 akan bekerja selama tombol S2 ditekan. Jika tombol S3 ditekan, maka kontaktor K2 akan bekerja dan mengunci melalui kontak K2.

Karena kontak K2 yang melayani kontaktor K1 mengunci, maka kontaktor K1 juga akan bekerja. Dengan menekan tombol S1, maka arus yang mengalir pada lilitan K1 dan K2 terputus, sehingga kedua kontaktor akan terlepas.



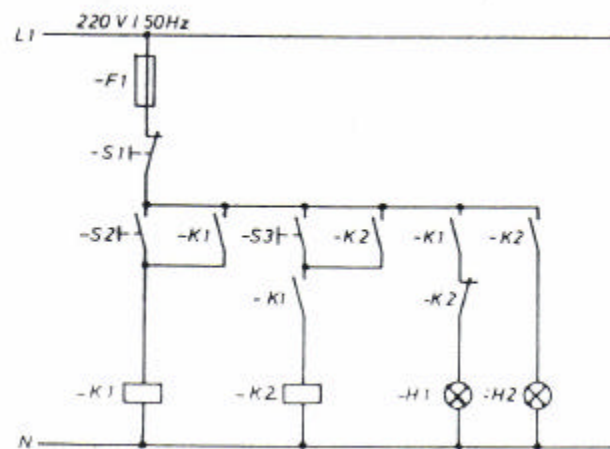
Gambar .3

### Latihan 3

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang telah disediakan.

Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram rangkaian pada Gambar.4



Gambar.4

Coba jelaskan rangkaian tersebut

#### 1.4. Pengendalian kelompok dengan bekerja bergantian.

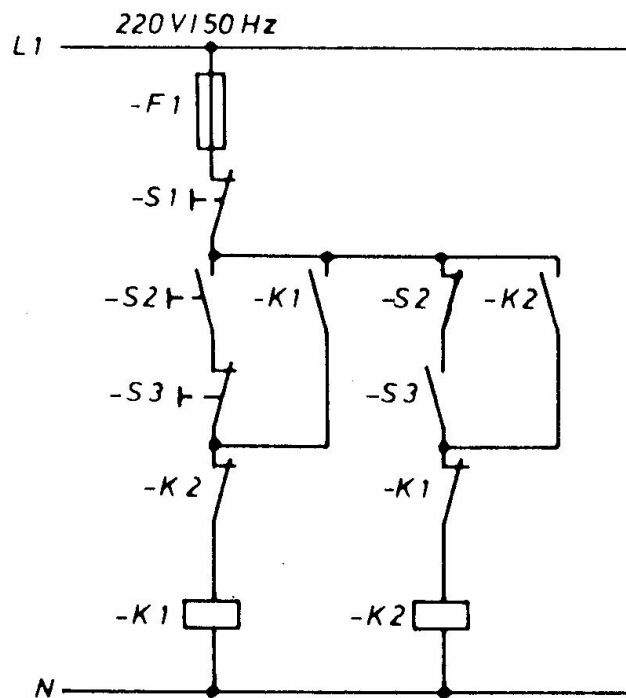
Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disiapkan  
Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram rangkaian.

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci. Dan jika tombol S3 ditekan maka K2 akan bekerja kalau K1 sedang terputus. Kemudian kalau tombol S2 dan S3 ditekan secara bersamaan, tidak akan ada kontaktor yang bekerja.

Dengan menekan S1 akan dapat memutus setiap kontaktor yang sedang bekerja. Kedua kontaktor sangat tergantung dari tombol S2 dan tombol S3 dan juga tergantung dari kontak K1 dan K2 yang dipasang secara berlawanan fungsi.



Gambar 5

### 1.5. Rangkaian berurutan dengan pengoperasian manual

Penjelasan Pekerjaan :

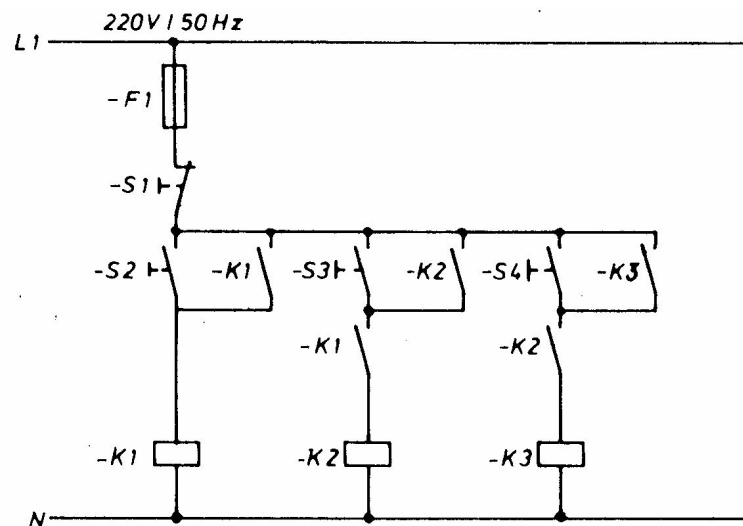
Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang telah disediakan.  
Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram rangkaian.

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja. Kontaktor K2 dapat dikerjakan dengan jalan menekan tombol tekan S3 pada saat kontaktor K1 sudah bekerja.

Demikian juga dengan K3 dapat bekerja hanya dengan jalan menekan S4 setelah K2 bekerja.

Semua kontaktor yang sudah bekerja dapat diputuskan dengan jalan menekan S1



Gambar 6

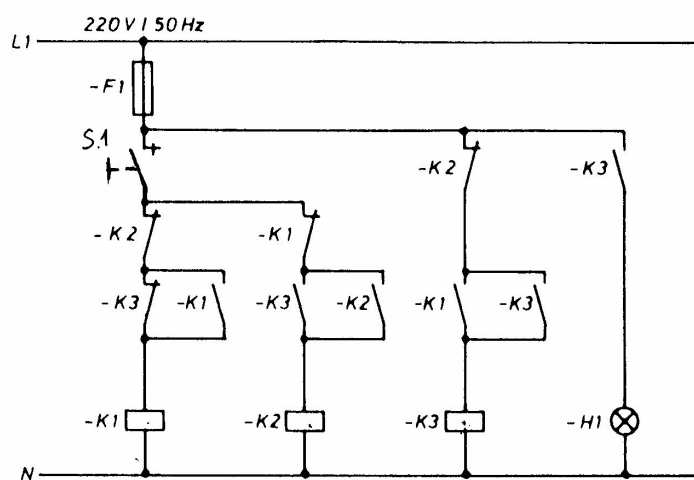
### Soal Latihan 4

Rangkaian kontaktor bekerja bergantian menggunakan kontaktor bantu.

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Komponen disambungkan sesuai dengan diagram rangkaian



Gambar. 7

Coba jelaskan Cara Kerja gambar tersebut !

1.6a Penyalaan Lampu dengan waktu tunda ( Perlambatan ).

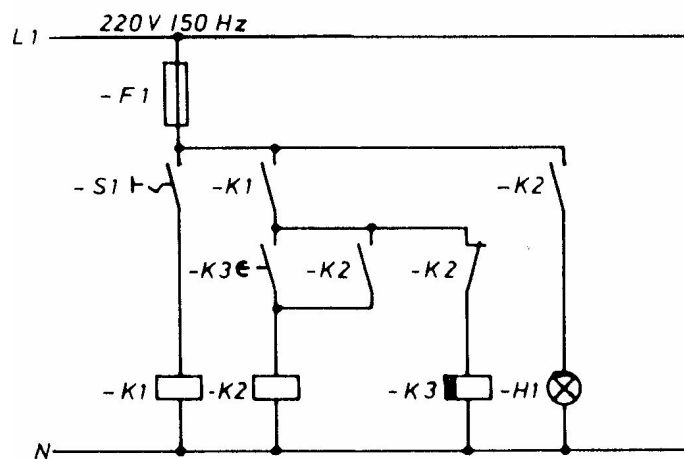
Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang telah disediakan.  
Komponen dirangkai sesuai dengan diagram rangkaian pada Gambar. 8 yang diberikan

Penjelasan Fungsi :

Jika saklar S1 dihubungkan (ON), maka dengan segera kontaktor K1 bekerja, kontak K1 menghubungkan rele penunda waktu (TDR) K3. Setelah penyetelan waktu tunda (TDR) K3 tercapai, maka kontak K3 pada kontaktor K2 menutup. Kontaktor K2 bekerja menhidupkan lampu H1. Dengan memutus saklar S1, maka kontaktor K1 lepas dan la,pu H1 terputus.

TDR = Time Delay Relay = Rele penunda waktu



Gambar.8



**1.6b. Pengendalian dengan waktu perlambatan untuk 2 lampu**

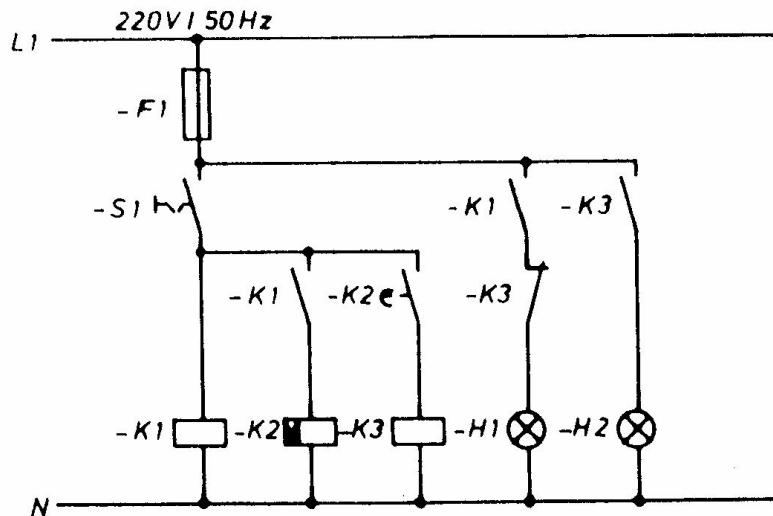
Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang disediakan  
Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram rangkaian pada gambar 9.

Penjelasan Fungsi :

Jika saklar S1 dihubungkan, kontaktor K1 bekerja dan lampu H1 menyala secara bersamaan rele tunda waktu K2 bekerja.

Setelah waktu penundaan TDR K2 tercapai, maka K3 akan bekerja, lampu H1 terputus, lampu H2 terhubung. Jika S2 diputuskan, semua kontaktor akan terlepas dan lampu H2 terputus (mati).



Gambar.9

### 1.6c. Rangkaian dua lampu indikator dengan penunda waktu

Penjelasan Pekerjaan :

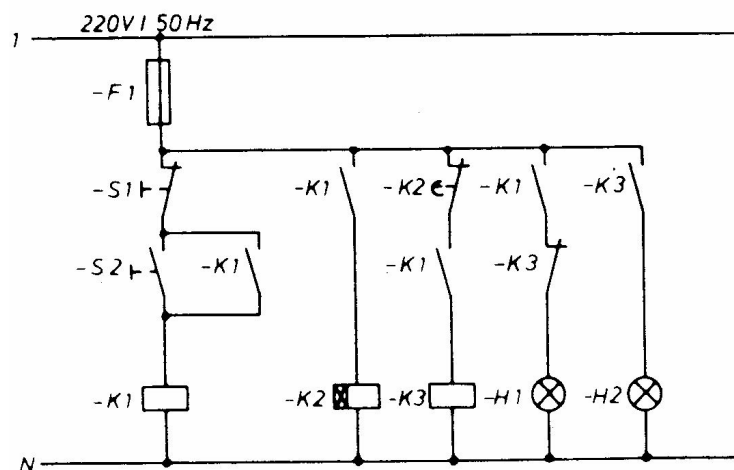
Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang disediakan.  
Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram rangkaian pada gambar 10.

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan bertahan (mengunci) sekaligus memberi tegangan pada TDR K2. Melalui kontak K1, kontaktor K3 juga akan bekerja dan lampu H2 terhubung.

Setelah waktu tunda pengaturan K2 tercapai, maka kontaktor K3 akan terputus, demikian juga lampu H2 akan terlepas dan lampu H1 tersambung (nyala)

Jika tombol S1 ditekan, kontaktor K1 akan putus dan lampu H1 akan terputus (mati)



Gambar .10

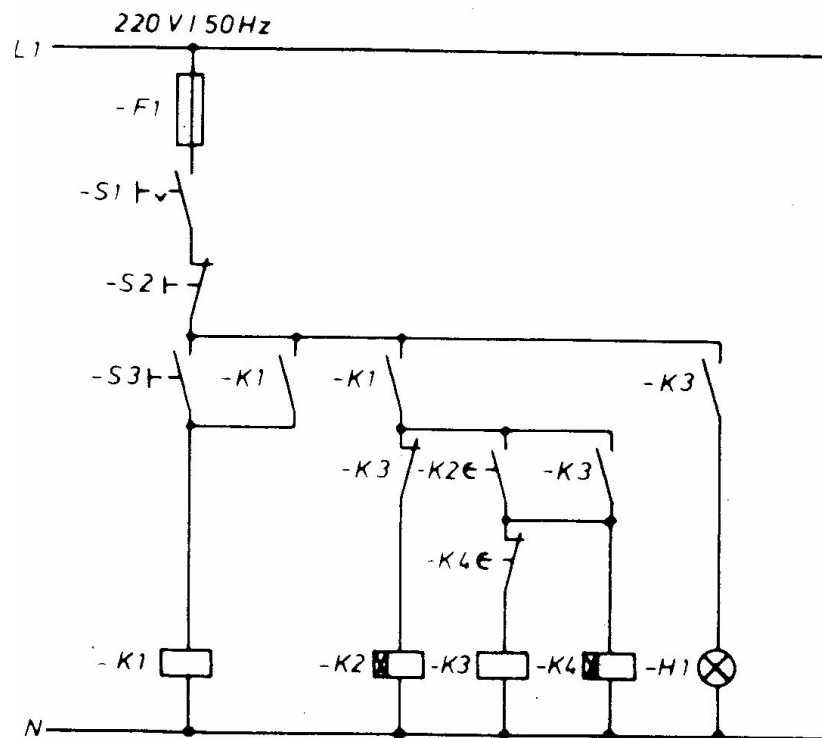
### Soal Latihan 5

Rangkaian nyala kedip.

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang telah disediakan.

Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram rangkaian



Gambar. 11

Coba jelaskan cara kerja rangkaian tersebut !

1.6d. Rangkaian suatu alat takaran.

Penjelasan Pekerjaan :

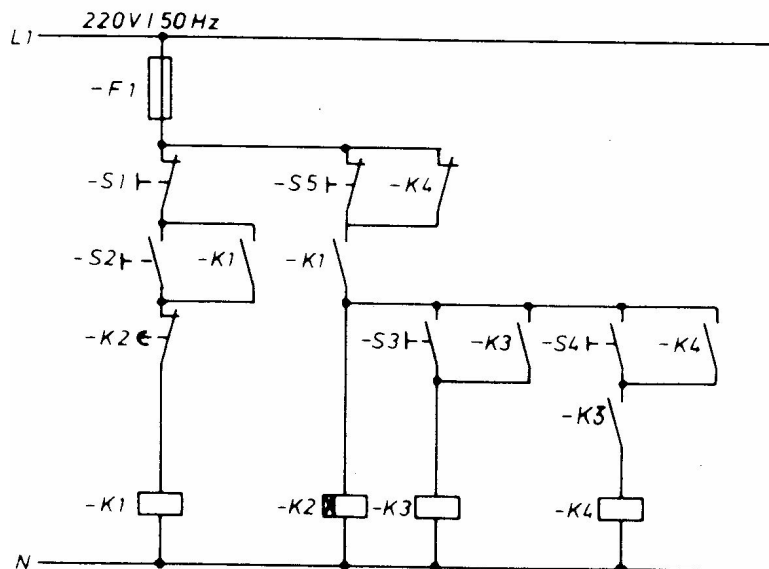
Dari komponen yang telah disediakan, buatlah rangkaian yang dimaksud

Semua komponen dirangkai sesuai dengan gambar diagram.

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci. Kalau tombol S3, S4 dan S5 ditekan secara berurutan dalam interval waktu pengaturan TDR K2, maka kontak K1 akan tetap terhubung. Perhitungan waktu (interval waktu yang diset) selalu dimulai dari awal (nol), jika kita melakukan penekanan tombol S3, S4 dan S5, dengan kata lain, kita melakukan reset waktu. Kemudian jika kita tidak melakukan penekanan semua tombol atau tidak ada tombol yang ditekan dalam interval waktu penundaan, maka kontaktor K1 hanya akan putus (lepas), setelah waktu penundaan tercapai.

Kalau kita pernah menekan S1 pada saat kontaktor terhubung, maka semua kontaktor akan lepas.

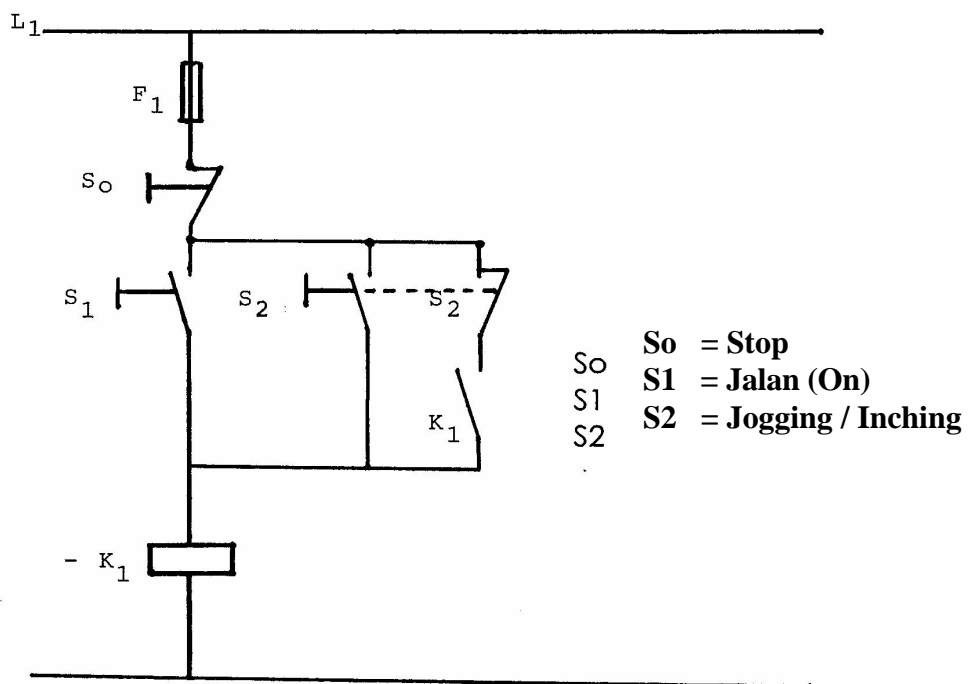


Gambar. 12

### 1.7. Rangkaian Inching/Jogging

Aplikasi rangkaian ini biasanya dipakai pada motor-motor yang perlu dijalankan sesaat, seperti pada :

- ? Saat memposisikan suatu bagian alat (menyetel roda gigi atau Ban Conveyor)
- ? Motor-motor yang baru direparasi perlu dijalankan sesaat
- ? Kaperluan balik putaran sesaat.



Gambar. 13

### 1.8. Rangkaian alat press menggunakan dua tombol “ON”

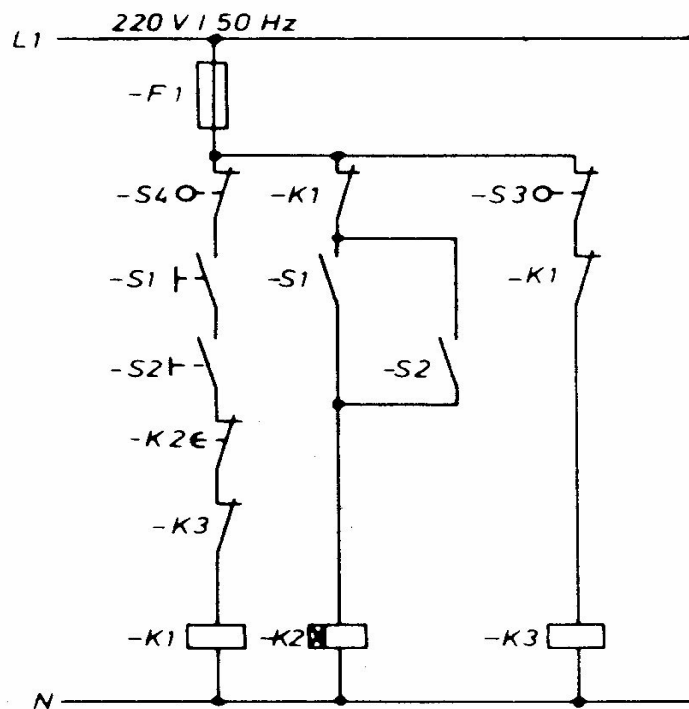
Penjelasan Pekerjaan :

Dari komponen yang sudah disiapkan, buatlah rangkaian yang diminta. Semua komponen dihubungkan sesuai dengan gambar diagram pada Gambar 14 .

Penjelasan Fungsi :

Dengan menekan tombol S1 dan S2 secara bersamaan, kontaktor K1 akan bekerja sampai suatu saat saklar batas S3 tertekan, kontaktor K1 lepas kembali dan kontaktor K3 terhubung, hingga saklar batas S4 terbuka.

Jika tombol S1 dan S2 ditekan di luar interval waktu pengaturan pada TDR K2, kontaktor tidak akan bekerja, sebab arus yang mengalir menuju lilitan kontaktor K1 yang dilayani kontak NC K2 sedang terbuka.



Gambar .14

**1.9. Pengendalian motor menggunakan kontaktor, tombol tetap stop (off) dan masuk (on).**

Penjelasan Pekerjaan :

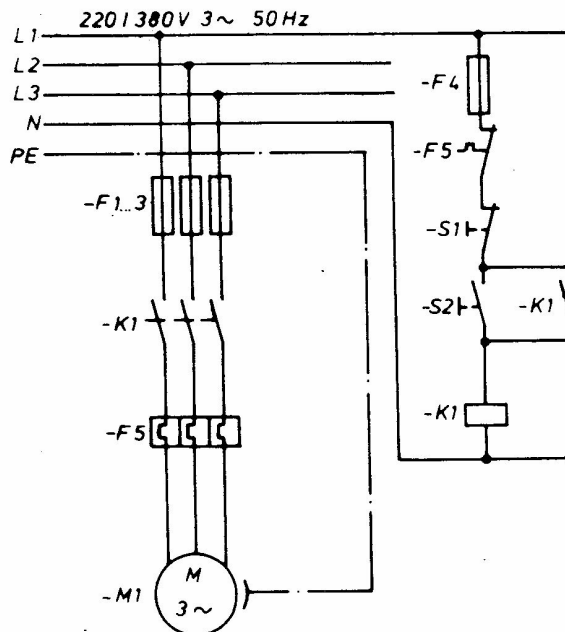
Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang disediakan.

Komponen dihubungkan sesuai dengan diagram pengawatan pada Gambar.15

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 menghubungkan motor M1 walaupun tombol S2 dilepas, kontaktor K1 tetap bekerja dan demikian juga motor beroperasi

Dengan menekan tombol S1, maka arus listrik pada lilitan magnet K1 akan terputus, demikian juga motor M1 akan terputus. Kalau rele arus beban lebih motor F5 terlampaui, maka F5 yang terpasang seri dengan lilitan magnet akan terbuka, sehingga arus lilitan kontaktor akan terputus pula.



Gambar .15

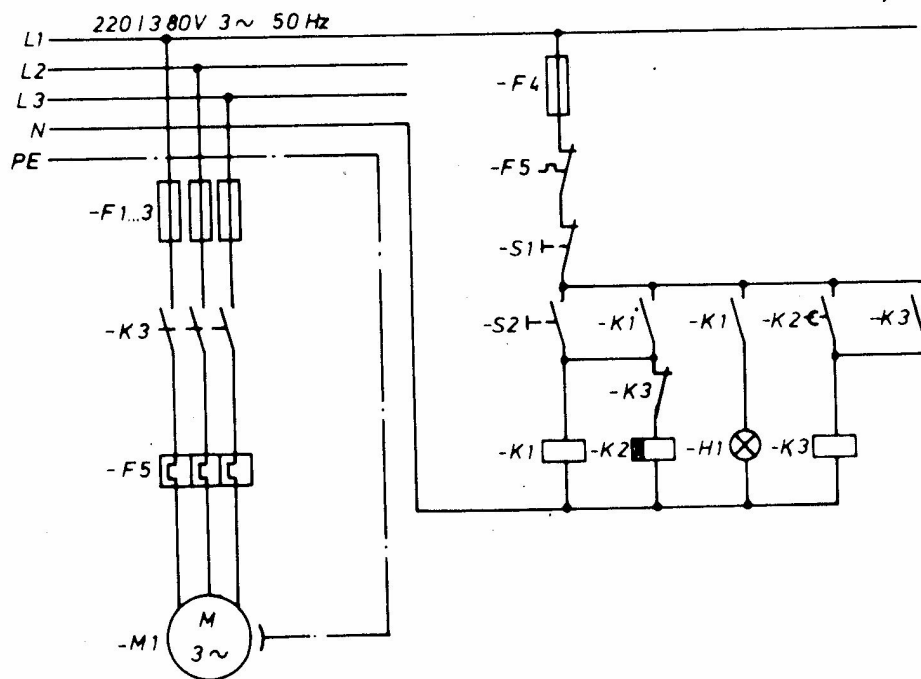
### Latihan-latihan 6

#### 1.10. Rangkaian kontaktor menggunakan penghubung dengan penundaan waktu

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram rangkaian.



Gambar. 16



### 1.11. Rangkaian kontaktor arus kejut motor 3 fase.

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

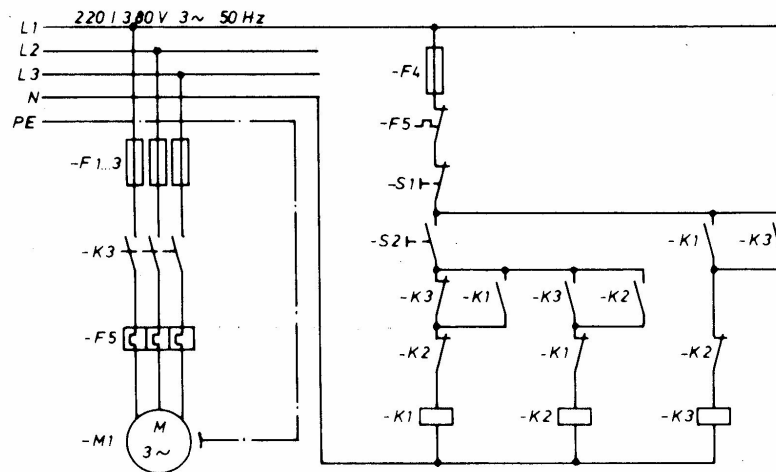
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram Gambar.16

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontak NO K1 menghubungkan lilitan kontaktor K3 dan mengunci, kontaktor K2 siap bekerja, sedang motor M1 sudah bekerja.

Jika tombol S2 dilepas, kontaktor K1 akan terbuka. Dan jika tombol S2 ditekan ulang pada saat kontaktor K3 bekerja maka kontaktor K2 bekerja serta membuka kontak NC K2 pada lilitan kontaktor K3 yang dipasang seri, yang berarti sumber tegangan motor juga akan terbuka.

Tombol tekan S1 berfungsi sebagai saklar darurat untuk memutuskan semua kontaktor yang sedang bekerja.



Gambar .17

### 1.12. Rangkaian kontaktor dilengkapi indikator gangguan.

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

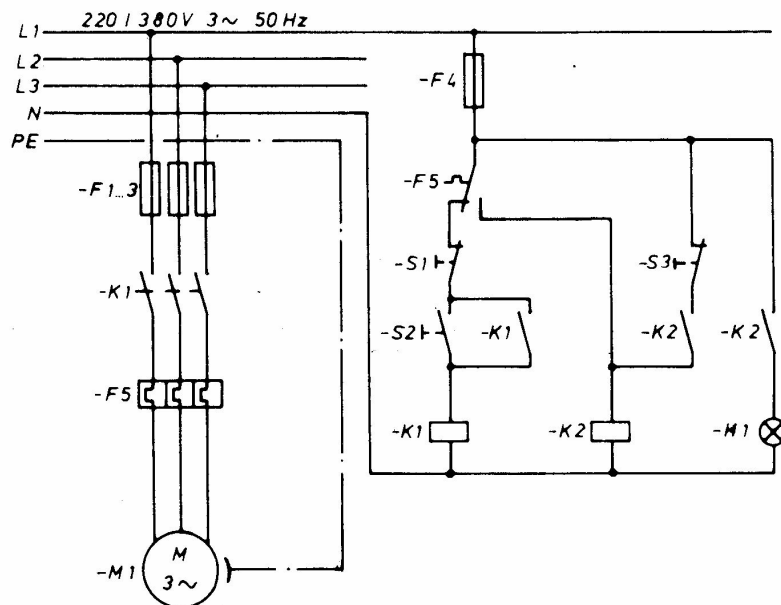
Komponen dirangkai sesuai dengan diagram rangkaian.

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor menjalankan motor M1, jika tombol S1 ditekan, maka kontaktor K1 akan terputus dan motor juga akan terlepas.

Jika arus beban lebih F5 terlampaui, maka kontak F5 yang melayani arus lilitan magnet kontaktor K1 juga terputus dan sekaligus melepas kontaktor K1. Sebaliknya kontak F5 akan menghubungkan arus pada lilitan magnet K2 dan K2 akan bekerja, kemudian mengunci dan lampu H1 menyala.

Jika rele beban lebih F5 direset, maka kontaktor K2 masih tetap bekerja dan lampu tunda masih menyala. Lampu tunda nyala H1 dapat diputus, dengan jalan menekan tombol S3 yang melayani K2.



Gambar. 18

### 1.13. Rangkaian kontaktor menggunakan rele tunda waktu membuka.

Penjelasan Pekerjaan :

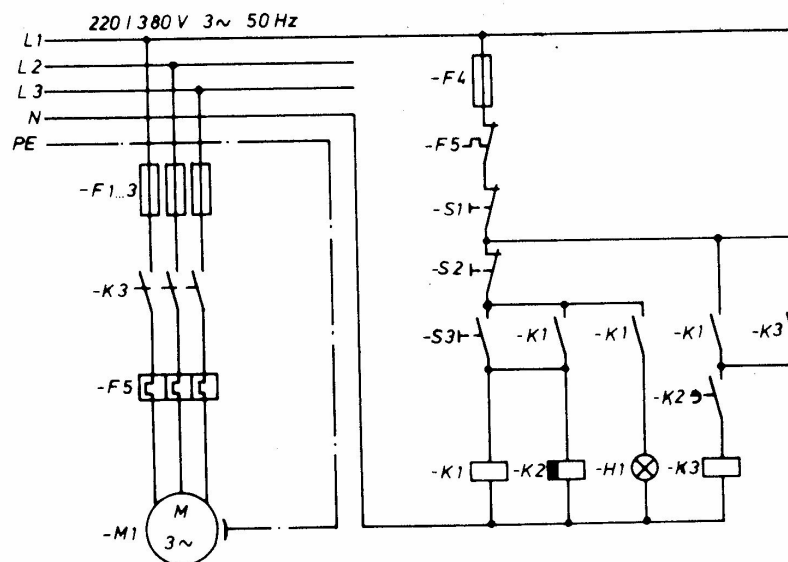
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.  
Komponen dirangkai sesuai dengan diagram rangkaian.

Penjelasan Fungsi :

Dengan menekan tombol S3, kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci. Kontak (NO) K1 akan menghubungkan rele tunda waktu K2, sedang lampu H1 dan kontaktor K3 yang dilayani oleh kontak NO (K1) akan menutup, serta mengunci sendiri, motor M1 akan bekerja.

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 dan K2 serta lampu H1 akan terputus. Setelah waktu tunda TDR K2 tercapai, maka kontak K2 akan memutuskan arus yang melayani arus jala-jala motor M1.

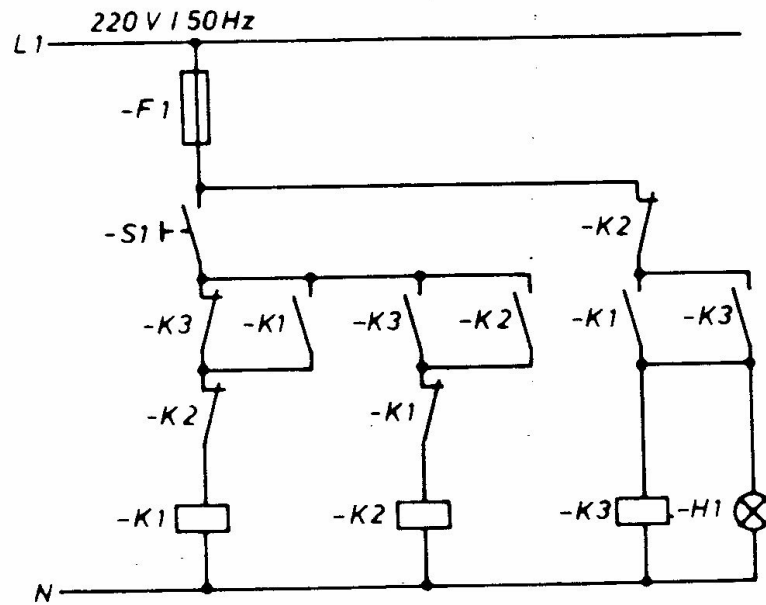
Jika tombol S1 ditekan, maka kontaktor K3 dengan langsung akan terbuka tanpa melalui proses penundaan waktu.



Gambar. 19

**SOAL**

**Test Unit 1 (30 menit)**



Gambar. 20

Soal :

1. Jelaskan prinsip kerja rangkaian tersebut diatas.
2. Sebutkan aplikasi rangkaian tersebut di atas, jika K3 merupakan kontaktor utama.

Skor : Betul No. 1 nilai 60

No. 2 nilai 40

## **KEGIATAN BELAJAR 2**

### **RANGKAIAN MULA JALAN REVERSE – FORWARD DAN Pengereman**

#### **INFORMASI**

Unit ini merupakan bagian yang membahas tentang pengontrolan motor 3 phase untuk tujuan mula jalan. Putar kiri-kanan dan pengereman.

Dalam pembuatan rangkaian kontrol ini, masih tetap menggunakan kontraktor, rele pengaman, rele penunda waktu, lampu indikator dan komponen aktif lainnya.

#### **TUJUAN**

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menyebut tujuan mula jalan, Reverse Forward dan pengereman motor listrik.
2. Menyebutkan cara kerja rangkaian motor kontrol mula jalan, reverse Forward dan pengereman motor listrik.
3. Membuat rangkaian kontrol motor menggunakan kontraktor untuk tujuan mula jalan, Reverse-Forward dan pengereman.
4. Menemukan dan memperbaiki gangguan yang terjadi pada rangkaian kontrol motor dengan tujuan mula jalan, reverse-Forward dan pengereman.

## **Kemampuan awal**

Sebelum mempelajari unit ini, anda harus memiliki pengetahuan dan mempelajari materi unit 1.

## **Persyaratan Lulus**

Untuk lulus dari unit anda harus menyelesaikan latihan membaca dan merangkai yang telah ditentukan.

## 2.1. Rangkaian Y-? untuk mengatur tahanan pemanas

### Penjelasan Pekerjaan

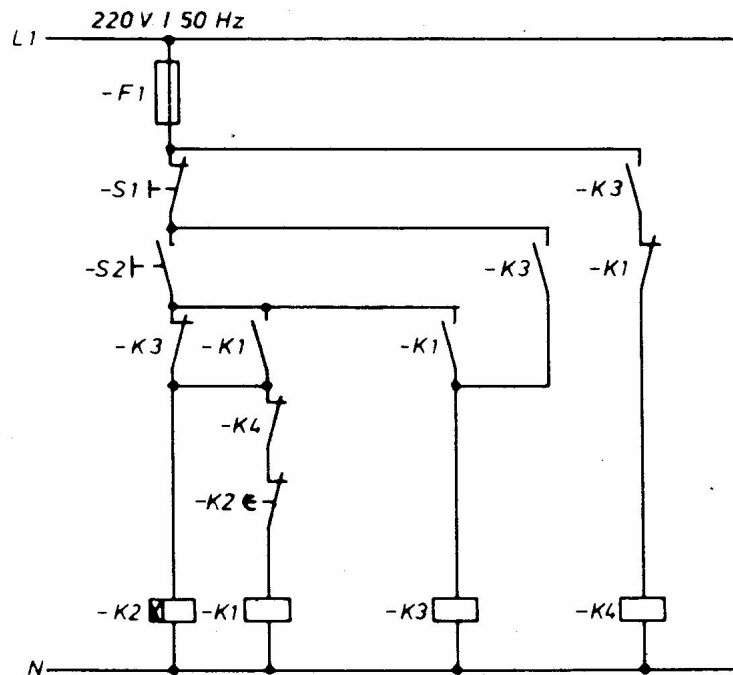
Buatlah rangkaian dari komponen yang sudah di sediakan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram rangkaian.

### Penjelasan Fungsi

Selama proses pemanasan suatu oven, tahanan pemanas dihubung dalam segitiga, dan untuk mempertahankan panas, dihubungakan dalam bintang. Melalui penekanan tombol S2, kontraktor K1 dan rele penunda waktu K2 akan bekerja (terhubung), kontraktor K1 mengunci dan kontraktor K3 akan bekerja serta mengunci.

Setelah waktu penundaan yang diset pada TDR K2 tercapai, kontaktor K1 akan lepas dan kontaktor K4 terhubung.

Dengan menekan tombol S1, semua kontaktor yang sedang terhubung dapat dilepas.



Gambar. 21

## 2.2. Rangkaian Y-? untuk motor 3 fasa

### Penjelasan Pekerjaan

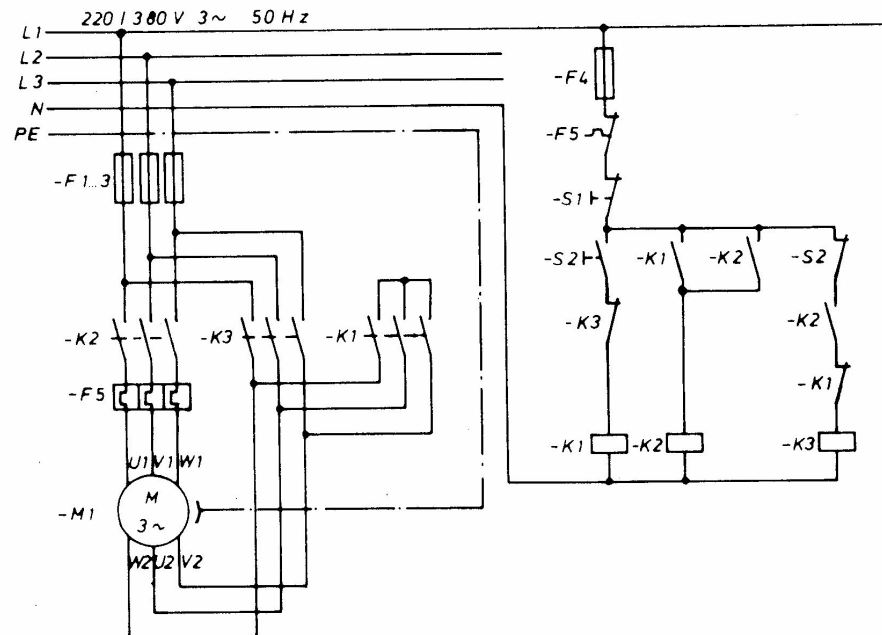
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan  
Semua konponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar .

### Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 menghubungkan lilitan motor dalam hubungan bintang dan K2 menghubungkan dengan jala-jala. Motor beroperasi dalam hubungan bintang.

Jika tombol S2 dilepas, maka kontraktor K1 terputus dan kontraktor K3 hubungan ? bekerja. Motor beroperasi dalam hubungan segitiga.

Jika tombol S1 ditekan atau rele arus F5 bekerja, maka kontakto0r K2 dan K3 terputus dan motor terputus dari tegangan.



Gambar.22



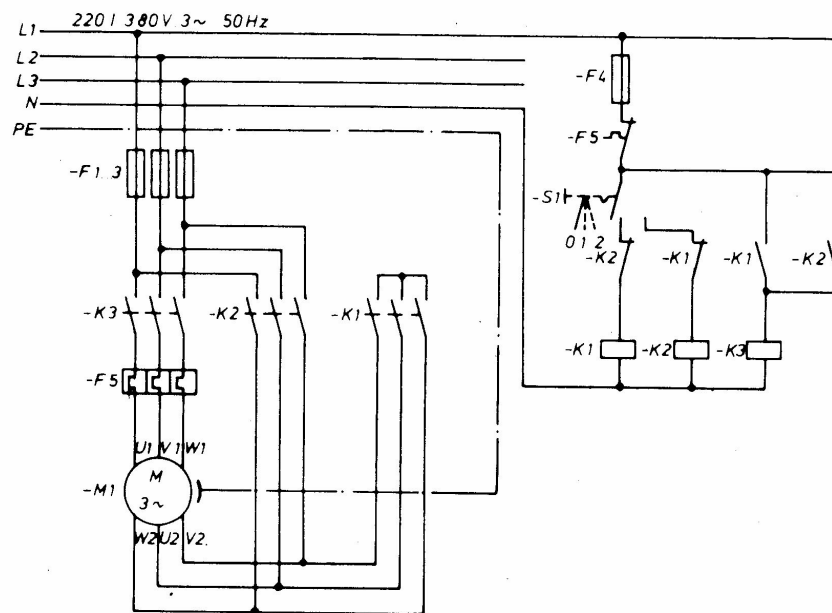
### Latihan 1

Rangkaian Y-? menggunakan kontak, dikendalikan oleh saklar.

#### Penjelasan Pekerjaan

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.



Gambar.23

### 2.3. Rangkaian Y-? otomatis untuk motor 3 fasa

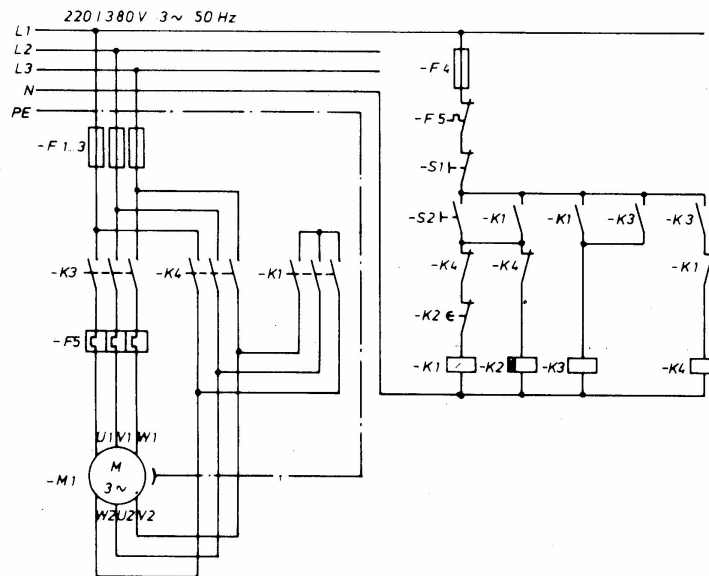
Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.

Penjelasan Fungsi :

Dengan menekan tombol S2, kontraktor K1 akan bekerja dan mengunci. Kontak K1 menghubungkan motor dalam hubungan Y dan rele penunda waktu K2, kontak K3 pada jala-jala. Kontak K3 mengunci. Setelah waktu tunda K2 tercapai, maka arus lilitan K1 terputus dan hubungan Y motor terlepas. Pada waktu kontak K1 putus, sekaligus akan menghubungkan kontak K4, motor beroperasi dalam hubungan segitiga.

Dengan menekan tombol S1 atau bekerjanya rele arus lebih F5, maka kontak akan terputus dan motor terpih dari tegangan jala-jala.



Gambar.24

## **2.4. Rangkaian Y-? Untuk ,motor 3 fasa dilengkapi pengereman .**

### *Penjelasan Pekerjaan :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

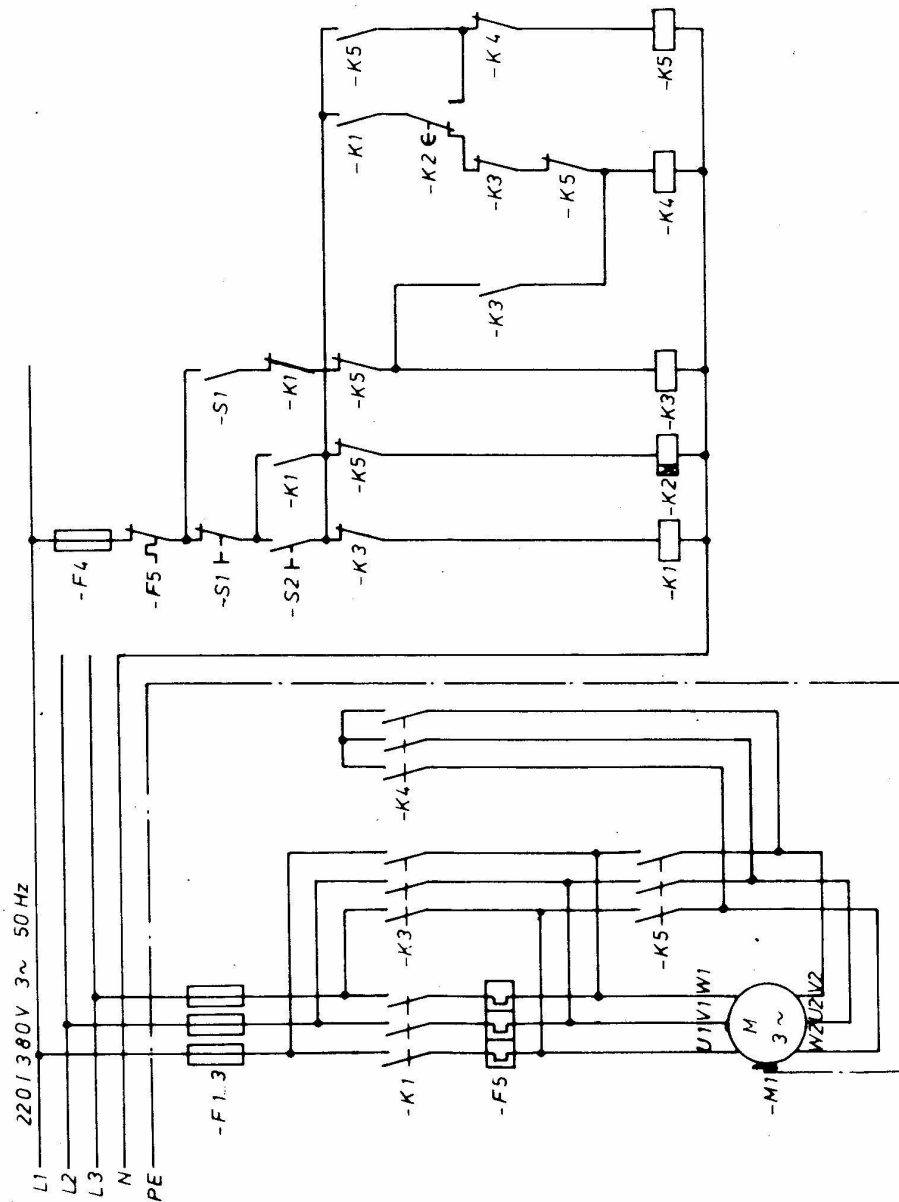
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar. 25

### *Penjelasan Fungsi*

Jika tombol S2 ditekan ,kontaktor K1 bekerja dan mengunci, rele penunda waktu K2 dan kontaktor hubungan bintang (K4) terhubung.Setelah waktu pengatur K2 terlapui, kontaktor K4 terlepas dan kontaktor hubungan segitiga K5 bekerja. Motor bekerja dalam hubungan segitiga dan berputar kanan.

Jika sekarang tombol S1 ditekan, kontaktor K1 dan K5 lepas. Kontaktor K3 dan K4 bekerja . Motor akan terhubung bintang dan posisi putar kiri dengan keadaan ini motor direm oleh arus lawan.

2.4. Rangkaian Y-? Untuk ,motor 3 fasa dilengkapi pengereman .



Gambar. 25

## **2.5. Rangkaian kontaktor pembalik putaran motor dilengkapi saklar batas**

### *Penjelasan Pekerja :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.

### *Penjelasan Fungsi :*

Pada posisi mula-mula, keadaan instalansi seperti berikut, saklar batas (limit switch) S5 dalam posisi tertekan atau kontak posisi terbuka. Kontaktor K2 tidak dapat dihubungkan .

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan mengunci sendiri. Motor akan terhubung searah jarum jam “Putar kanan” Jika saklar batas S4 ditekan, maka kontak kontaktor K1 terputus dan motor juga terlepas.

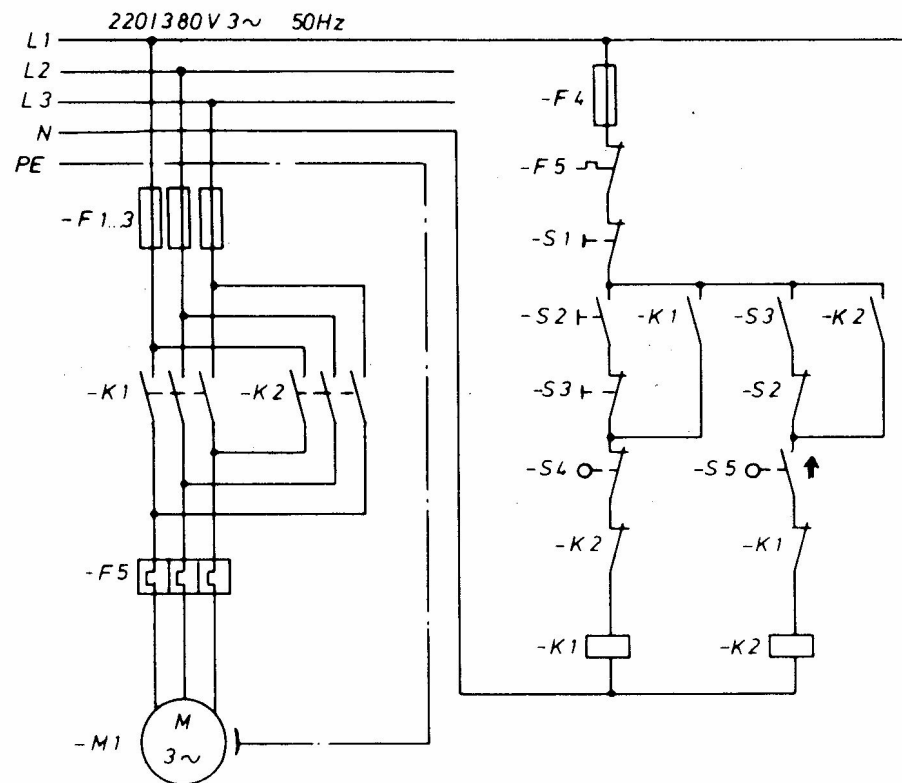
Dengan kontak saklar limit switch S5 posisi terhubung (menutup), maka kontaktor K2 dapat dihubungkan dengan jalan menekan S3.

Kontaktor K2 menghubungkan motor untuk putaran kiri. Jika limit switch S5 tertabrak (tertekan), maka kontaktor K2 terputus dan motor juga terlepas. Jika pada saat motor sedang beroperasi, tombol tekan S1 ditekan, maka semua kontaktor yang terhubung akan terputus dan motor akan berhenti (terlepas).

Jika motor dihentikan melalui penekanan S1, maka motor dapat dioperasikan pada semua putaran (kiri dan kanan) melalui penekanan S2 atau S3.

Menghindar terjadinya kontaktor K1 dan K2 bekerja bersama-sama, telah dipasang kontak NC pada masing-masing lilitan K1 dan K2.

Rangkaian kontaktor pembalik putaran motor dilengkapi saklar batas.



Gambar. 26

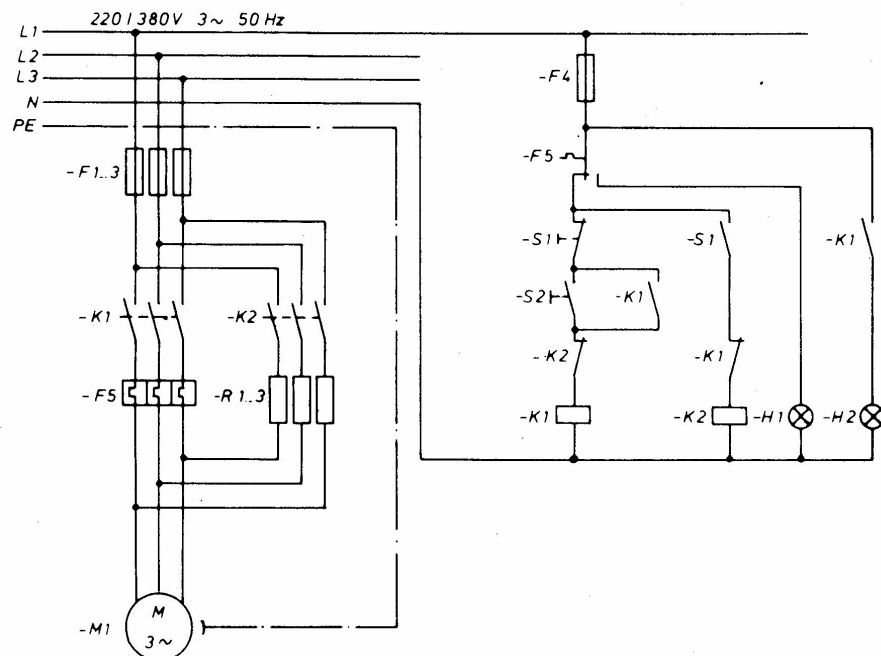
## Latihan 2

### Pengereman Sistem arus balik motor 3 fasa

#### Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dan komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.27



Gambar.27

## **2.6. Pengendalian kontaktor untuk putaran kiri dan kanan motor secara otomatis**

### Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.

### Penjelasan Fungsi :

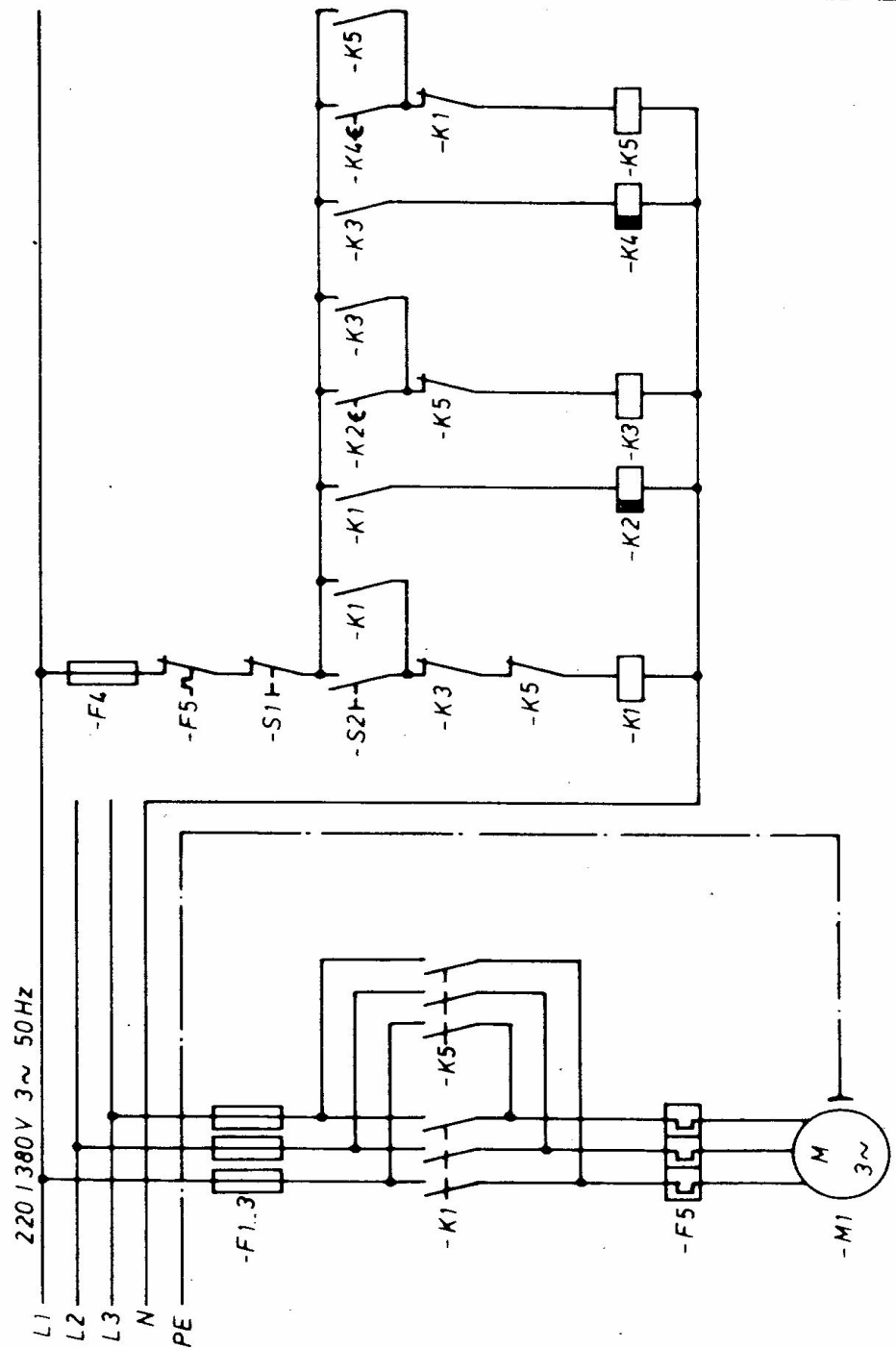
Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci sendiri. Kontaktor K1 akan menghubungkan motor M1 pada putaran kanan, dan rele penunda waktu K2 bekerja. Setelah penundaan waktu terlampaui (K2) maka kontak K2 akan menghubungkan kontaktor K3 dan kontaktor K3 membuka kontaktor K1 sekaligus menghidupkan TDR K4.

Setelah waktu penundaan K4 terlampaui, maka K4 menyambungkan kontaktor K5, yang kemudian mengunci sendiri. Kontaktor K5 melepas kontaktor K3, dan oleh karena itu, TDR K4 terlepas dan motor M1 terhubung pada putaran kiri.

Dengan menekan tombol S1, maka setiap kontaktor atau TDR yang terhubung (bekerja) akan terlepas dan rangkaian juga terlepas dari sumber tegangan.



Pengendalian kontaktor untuk putar kiri dan kanan motor secara otomatis.



Gambar. 28

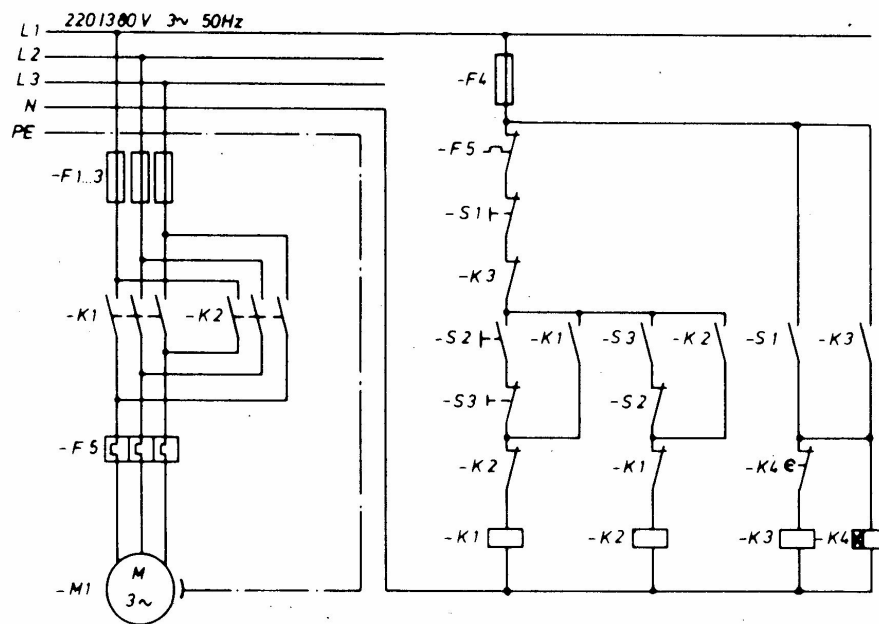
### Latihan 3

Rangkaian kontaktor pengubahan putaran untuk motor 3 fasa dilengkapi penunda waktu untuk balik putaran

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.



Gambar. 29

Jelaskan prinsip kerja rangkaian tersebut

## 2.7. Pengereman arus lawan otomatis untuk motor 3 fasa

### Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari koponen yang telah disediakan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.

### Penjelasan Fungsi :

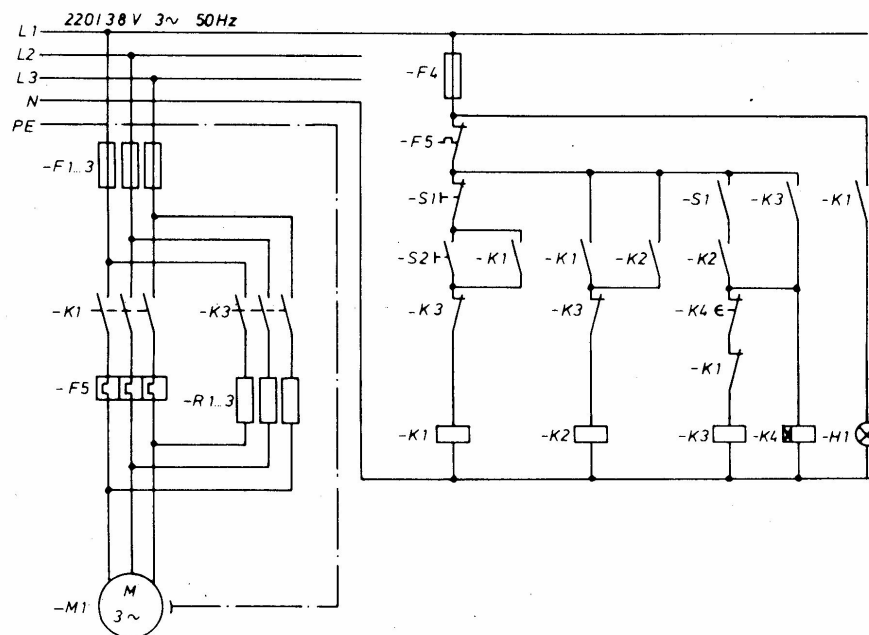
Jika tombol S2 ditekan ,kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 akan menghubungkan motor pada tegangan jala-jala sekaligus menghubungkan kontaktor K2, yang juga mengunci sendiri dan lampu H1 menyala.

Kontaktor K2 menyiapkan arus listrik untuk kontraktor pengereman (K3).

Jika tombol S1 digerakan, kontaktor K1 terlepas dan memisahkan motor untuk menghubungkan motor pada jala-jala melalui tahanan dengan fase yang tertukar.

Kontaktor K3 akan bertahan selama K4 mendapatkan ketengan, yang pada saatnya memutuskan kontaktor K3 melalui kontak NC K4. Melalui rele arus lebih, kontaktor yang terhubung dapat diputus ,tanpa terjadi pengereman arus lawan .

Pengereman arus lawan otomatis untuk motor 3 fasa



Gambar. 30

## 2.8. Rangkaian mula jalan motor 3 fase

### Penjelasan Pekerjaan :

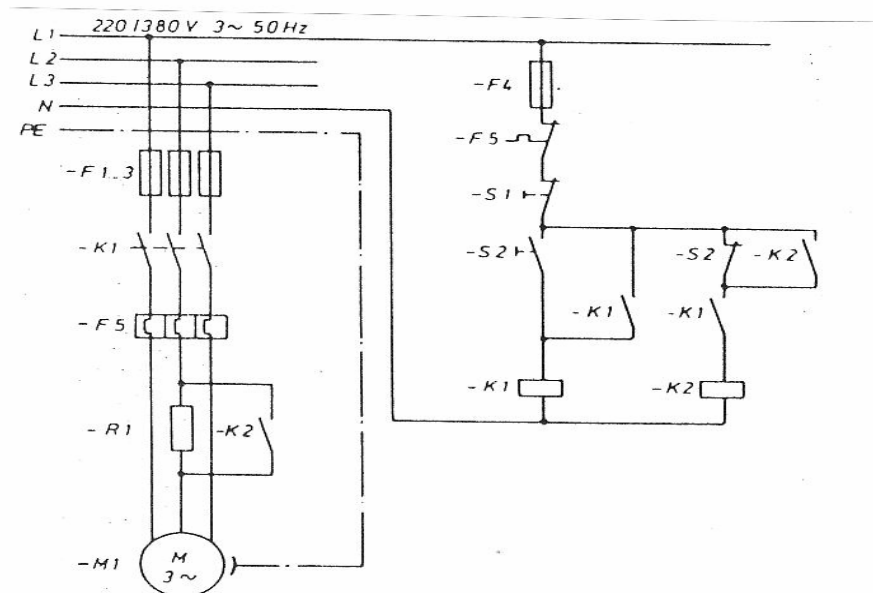
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesiaai dengan gambar diagram. 31

### Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Selama S2 masih ditekan, sumber tegangan L2 terhubung seri dengan R1 dan lilitan motor (mula dan halus). Jika tombol S2 dilepas, kontraktor K2 akan bekerja dan mengunci. Dengan tertutupnya kontak K2, maka tahanan R1 akan terhubung singkat dan motor akan mendapat tegangan penuh. Dengan menekan tombol S1, maka kontaktor K1 dan motor akan terbuka.

Kalau terjadi arus beban lebih yang melampaui arus pengatur F5, maka kontaktor sekaligus motor akan terlepas dari tegangan.



Gambar .31

## **2.9. Mula jalan halus otomatis motor 3 fasa dengan pembalik putaran.**

### Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian sesuai dengan komponen yang telah disiapkan.

Komponen dirangkai sesuai dengan gambar rangkaian.

### Penjelasan Fungsi:

Putar kanan :

Jika tombol S3 ditekan , maka kontaktor K1 bekerja, Mengunci dan menghubungkan motor melalui tahanan R1. Kontak K1 menghubungkan rele penunda waktu K3 dengan tegangan. Setelah waktu penundaan tercapai, K3 menghubungkan kataktor K4. Kataktor K4 mengunci dan memutuskan arus K3. Kontak K4 menghubungkan singkat tahanan mula jalan.

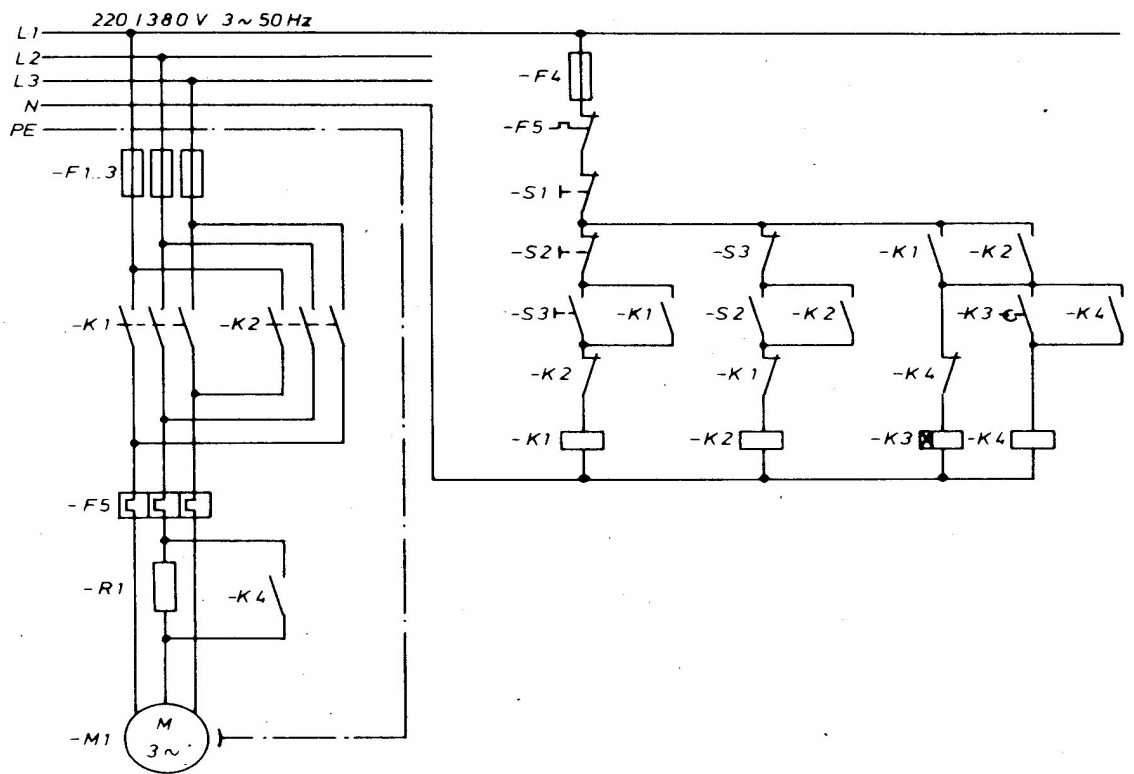
Putar kiri :

Jika tombol S2 ditekan, Kontaktor K2 bekerja dan mengunci. Kontaktor K2 menghubungkan motor dengan jala-jala pada perubahan fasa jala-jala yang berputar kiri, secara bersamaan kontak K2 menghubungkan rele waktu K3 pada tegangan, selajutnya proses mula jalan sama seperti putaran pada arah putaran kanan.

Melalui tombol S1 atau kontak beban lebih F5 dapat memutuskan kataktor yang bekerja.

Kontaktor K1 dan K2 melalui tombol tekan S2 dan S3 serta kontak NC K1 dan NC K2 dibuat saling mengunci, sehingga pembalikan putaran motor secara langsung tidak dapat dilakukan kecuali melalui tombol S1 lebih dahulu, atau stop lebih dahulu.

Mula jalan halus otomatis motor 3 fasa dengan pembalik putaran.



Gambar.32

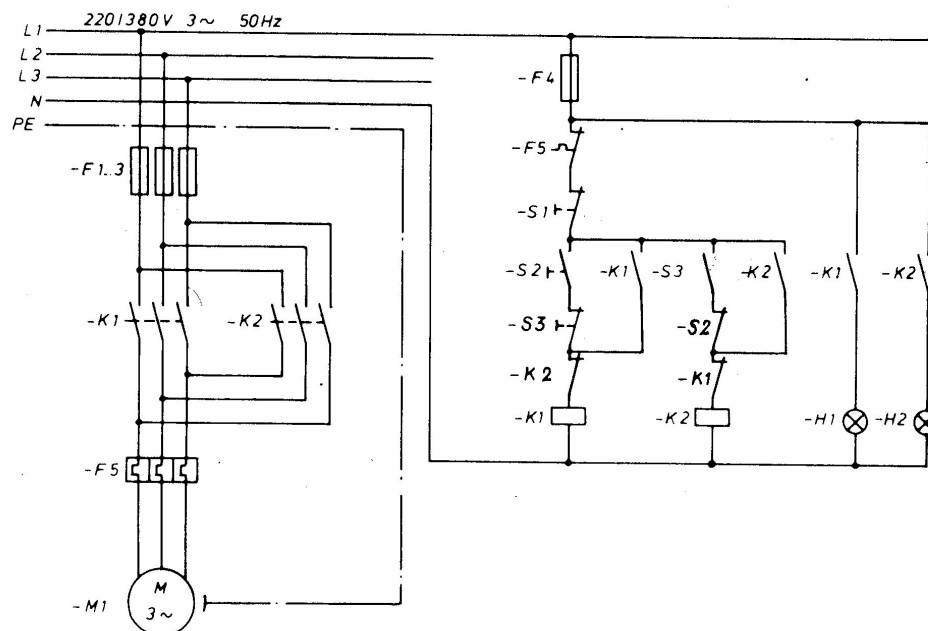
### Latihan 3

Rangkaian kontaktor motor 3 fasa untuk putar kiri kanan

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar. 33



Gambar. 33

Jelaskan cara kerja rangkaian tersebut

## 2.10. Rangkaian kontaktor pengubahan putaran untuk motor 3 fasa menggunakan tombol berlawanan.

### Penjelasan Pekerjaan

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

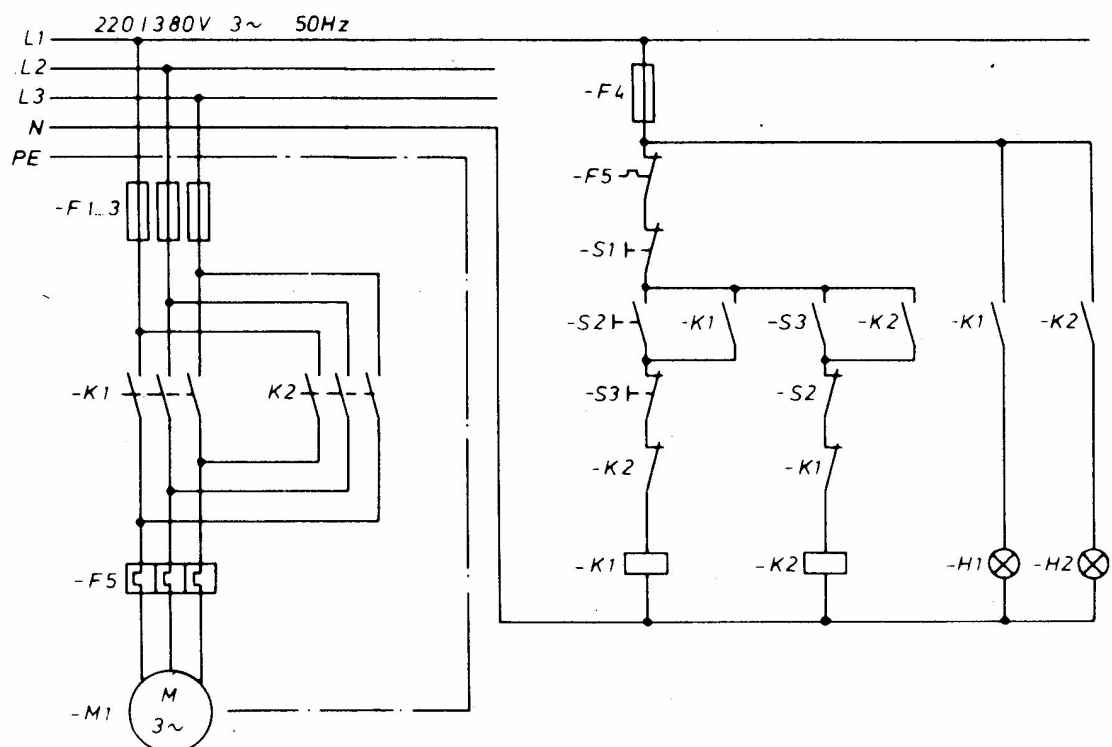
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.34

### Penjelasan Fungsi

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci, motor akan berputar arah kanan dan lampu H1 menyala. Jika tombol S3 ditekan, kontaktor K1 lepas. Kontaktor K2 akan bekerja, motor beroperasi arah kiri dan lampu H2 menyala.

Jika S1 ditekan atau rele arus lebih F5 bekerja, maka semua kontaktor yang sedang bekerja terputus, dan motor akan terlepas dari jala-jala (berhenti) kontaktor satu dan lainnya saling mengunci.

Rangkaian kontaktor pengubah putaran untuk motor 3 fasa menggunakan tombol berlawanan.



Gambar. 34



### **2.11. Rangkaian pengendali hubungan Y- $\Delta$ dan putar kiri-kanan motor 3 fasa**

*Penjelasan Pekerjaan :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.35

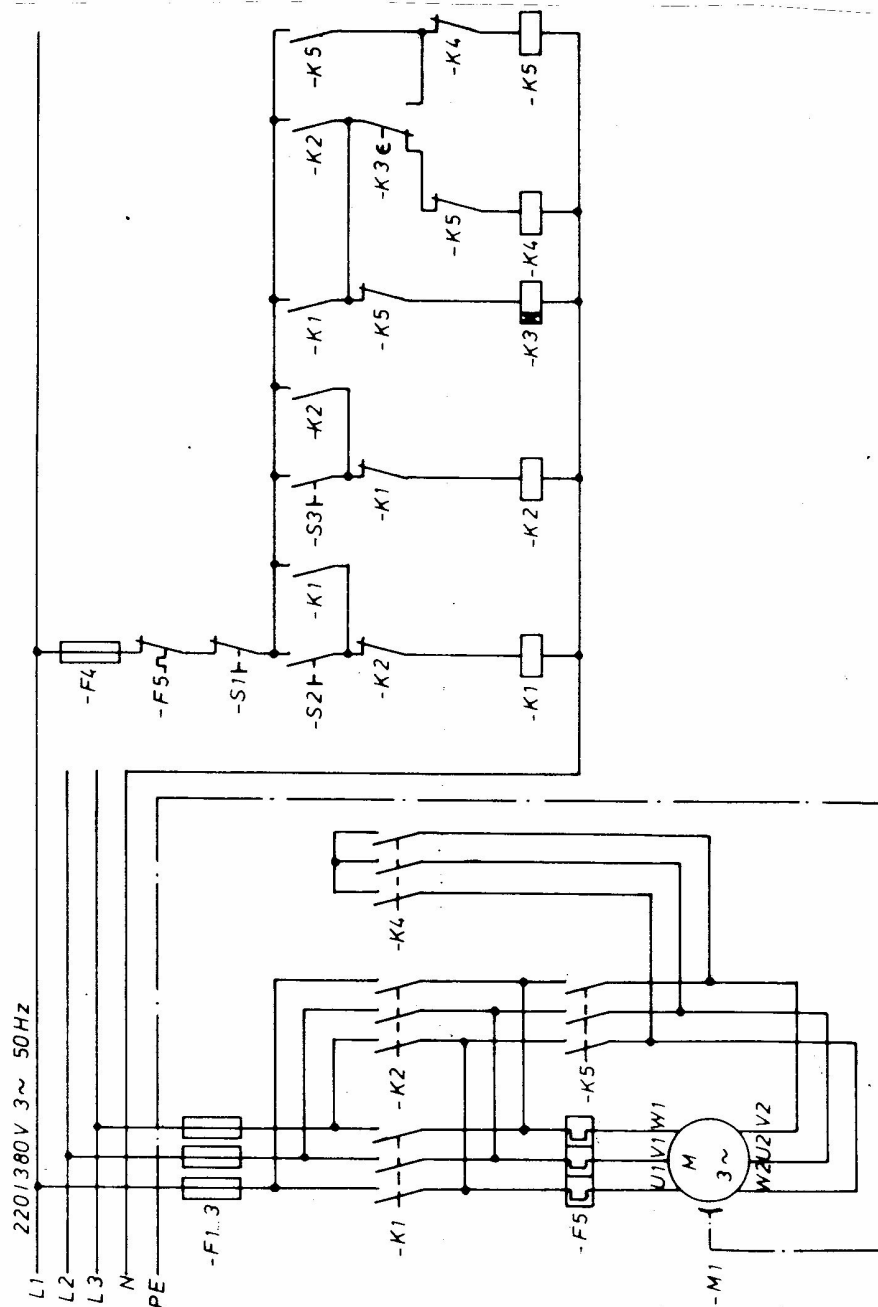
*Penjelasan Fungsi :*

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor jala-jala K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 mengatifkan K3 dan K4 (kontaktor hubung bintang). Setelah waktu penundaan K3 tercapai, maka kontaktor bintang K4 akan dilepas dan kontaktor hubungan segitiga K5 bekerja dan mengunci. Motor beroperasi putaran kanan.

Suatu perubahan putaran motor secara langsung,tidak memungkinkan karena kontaktor dibuat saling mengunci.

Dengan menekan tombol S1, atau adanya gangguan arus melalui rele arus lebih, F5 akan memutuskan semua kontaktor yang sedang bekerja.

Rangkaian pengendali hubungan Y- $\Delta$  dan putar kiri-kanan motor 3 fasa



Gambar.35

## 2.12 Rangkaian kontaktor mula jalan motor 3 fasa otomatis

### Penjelasan Pekerjaan :

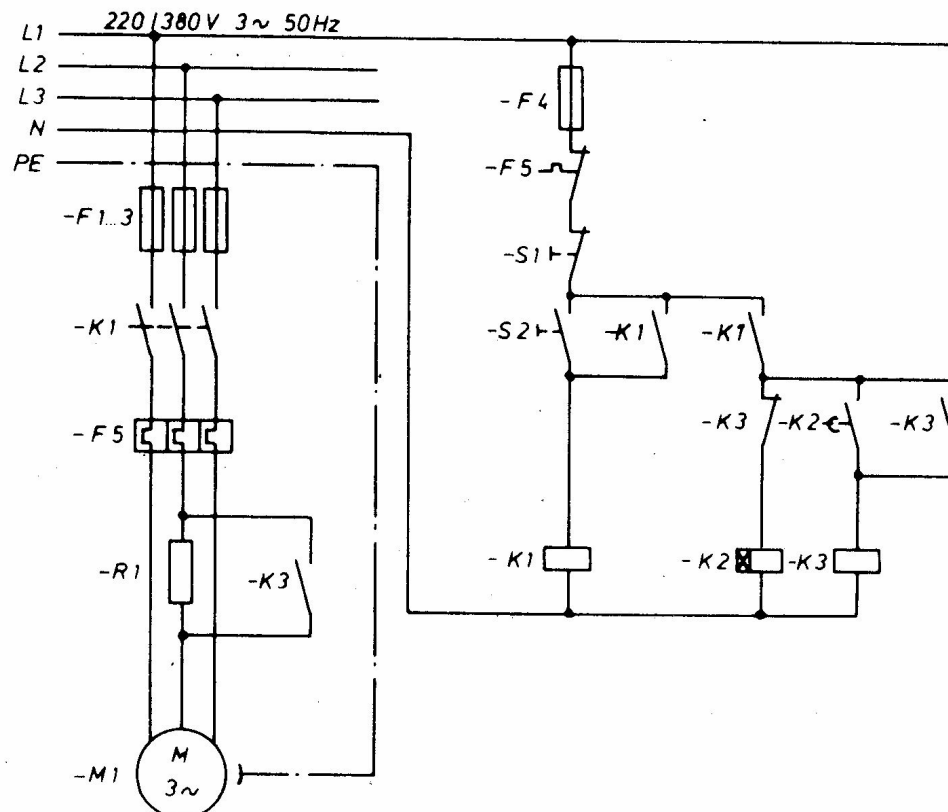
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan gambar diagram.36

### Penjelasan Fungsi:

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 menghubungkan motor (mula jalan halus) dan rele penunda waktu K2 bekerja. Setelah waktu proses mula jalan tercapai, kontak K2 menghubungkan kontaktor K3, kontak K3 menghubungkan singkat tahanan mula jalan.

Dengan tombol S1, atau terjadinya arus gangguan beban lebih F5, kontaktor dapat diputus yang akan menghentikan motor.



Gambar. 36

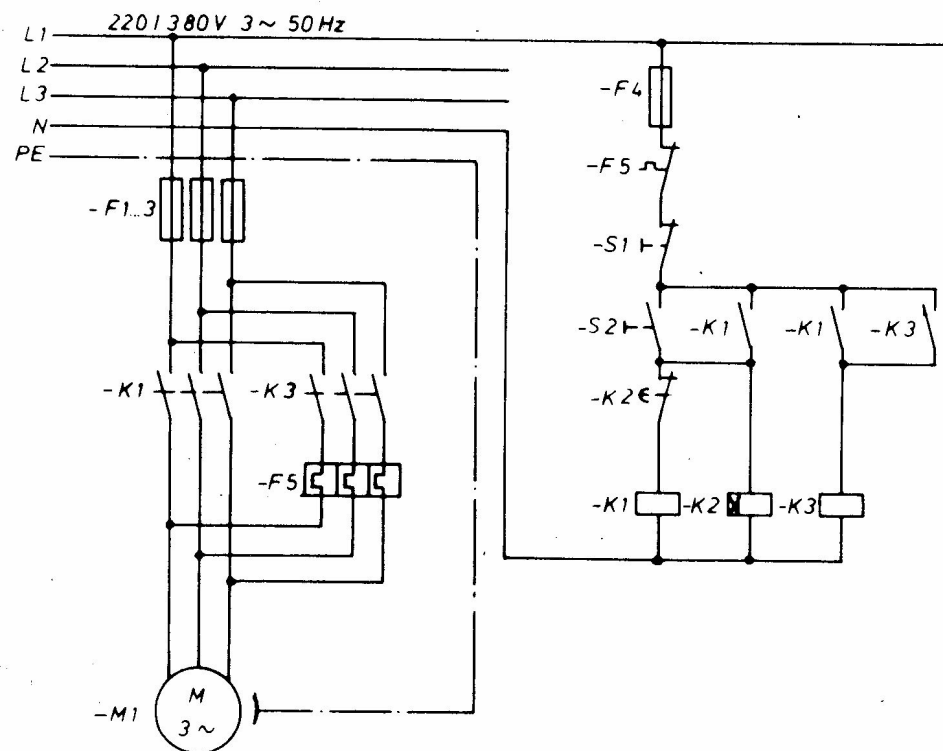
### Latihan 5

Rangkaian mula jalan langsung (beban berat) motor 3 fasa

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.



Gambar. 37

Jelaskan cara kerja rangkaian tersebut diatas.

### **2.13 Rangkaian mula jalan motor 3 fasa rotor lilit**

*Penjelasan Pekerjaan :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

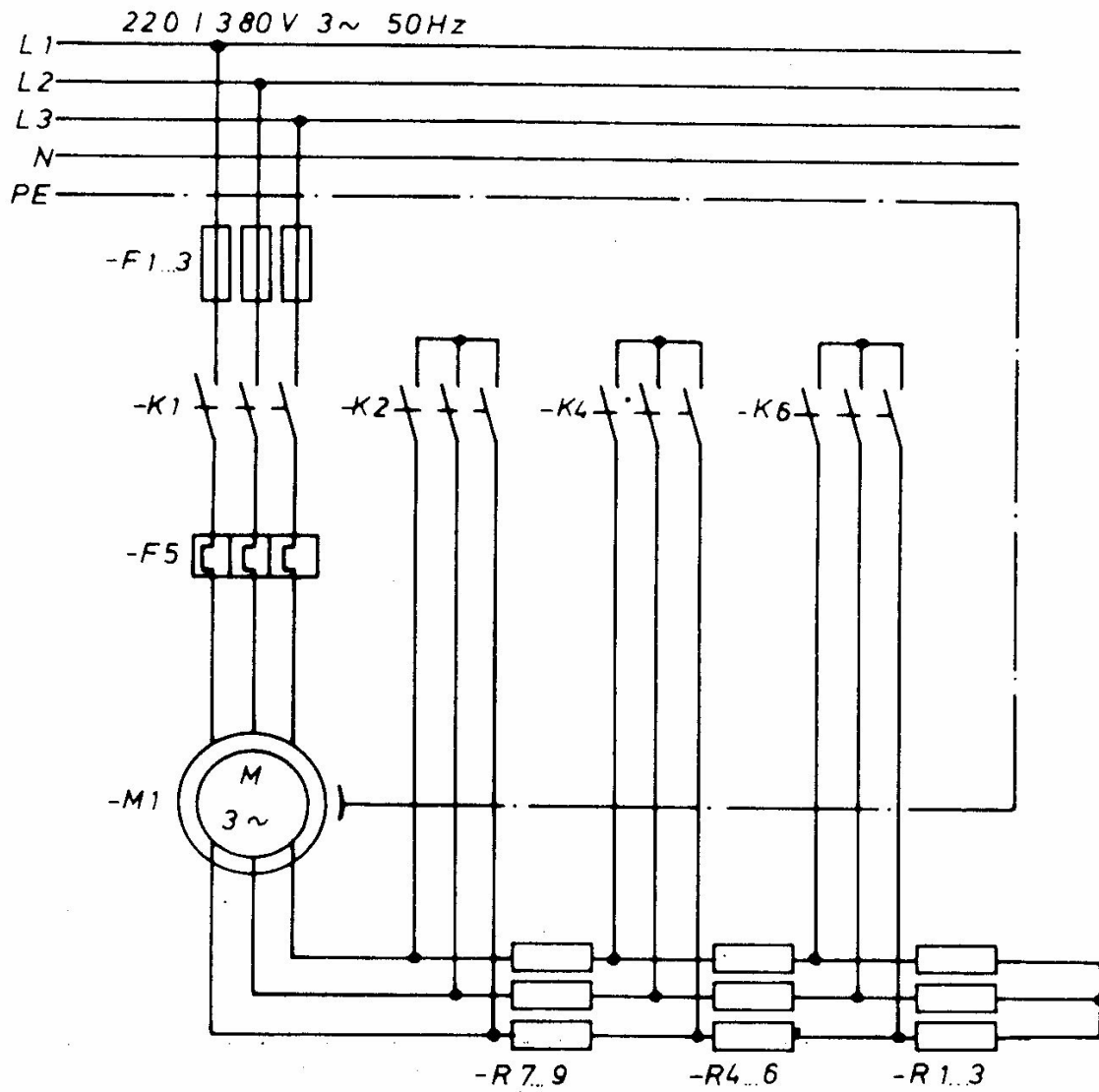
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.

*Penjelasan Fungsi :*

Jika tombol S2 ditekan dan kontaktor K2, K4 dan K6 dalam posisi tidak bekerja, maka kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci.

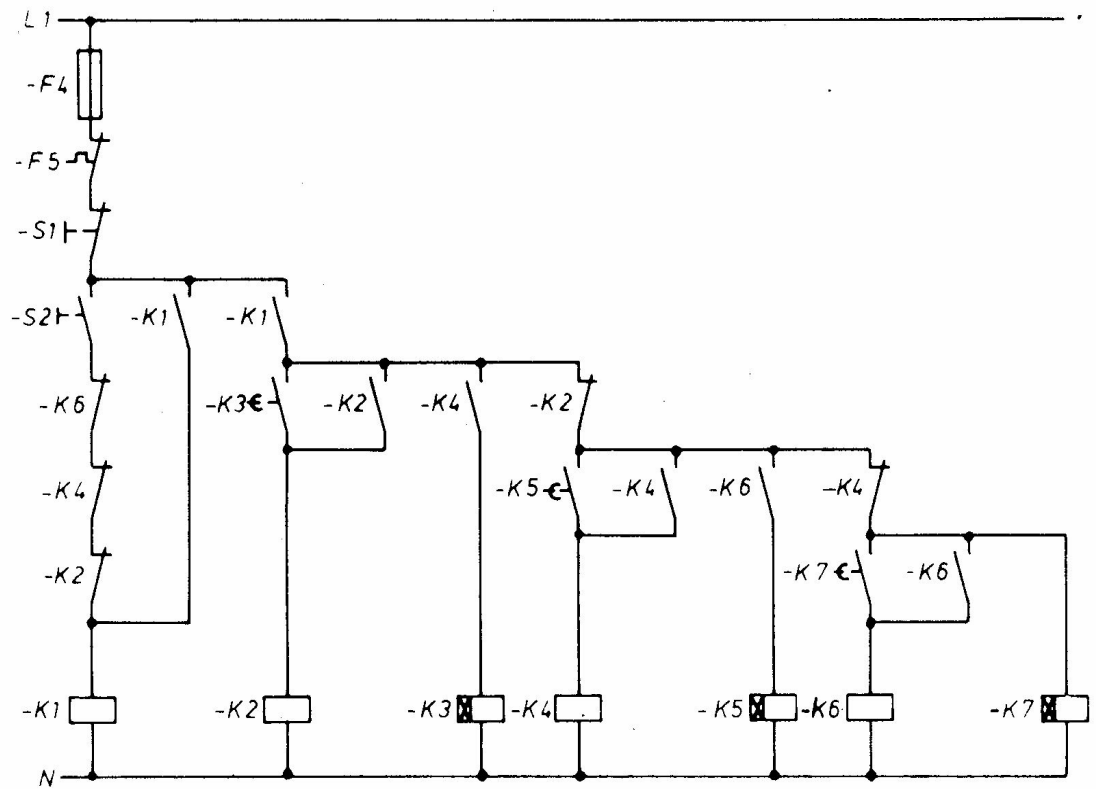
Kontaktor K1 akan menghubungkan rele waktu K7 dan motor sudah terhubung dengan jala-jala. Setelah waktu penundaan tercapai kontak K7 akan mengaktifkan kontaktor K6. kontaktor K6 akan mengunci dan menghubungkan singkat tahanan R1, R2 dan R3, pada waktu yang sama, rele waktu K5 akan mengaktifkan kontaktor K4. Kontaktor K4 mengunci, sekaligus melepas K6, bersamaan dengan itu rele waktu K5 dan K7 lepas, dan rele waktu K3 bekerja menghubungkan singkat tahanan R4, R5, R6. Jika waktu penundaan K3 tercapai, kontak K3 (NO) akan mengaktifkan kontaktor K2 dan mengunci sendiri. Kontaktor NC K2 yang seri K4 terputus dan sekaligus memutus arus lilitan rele waktu K3, pada posisi ini lilitan motor akan terhubung singkat ( semua tahanan luar terlepas ). Dengan menekan tombol S1 akan melepas semua kontaktor dan rele waktu yang sedang bekerja, sehingga semua rangkaian terlepas dari tegangan

Rangkaian mula jalan motor 3 fasa rotor lilit



Gambar. 38

Rangkaian mula jalan motor 3 fasa rotor lilit



Gambar. 39

## **2.14 Rangkaian wiper dilengkapi dengan indikator gangguan**

### Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.40

### Penjelasan Fungsi :

Operasi Normal :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 menyambungkan M1 pada putaran kanan dan kontaktor K3 bekerja dan mengunci sendiri.

Jika saklar batas (limit switch) S4 ditekan, maka kontaktor K5 bekerja. Kontaktor K5 memutus arus lilitan kontaktor K1 dan rele waktu K6 bekerja. Kontaktor K1 terbuka dan memutus arus motor. Setelah proses waktu perlambatan K6 tercapai, kontak K6 menghubungkan kontaktor K7 untuk bekerja dan mengunci, motor berputar pada putaran kiri.

Jika saklar batas S5 tertekan, maka kontaktor K8 bekerja, kontak K8 memutus kontaktor K7 dan motor terlepas (berhenti), rele waktu K9 bekerja, setelah waktu penundaan rele tercapai, kontak K9 menghubungkan K1, maka siklus mulai lagi dari keadaan semula (awal). Dengan menekan tombol S1, maka arus listrik semua kontaktor dan rele waktu dapat diputus setiap saat, dan dengan itu rangkaian akan terputus.

Gangguan :

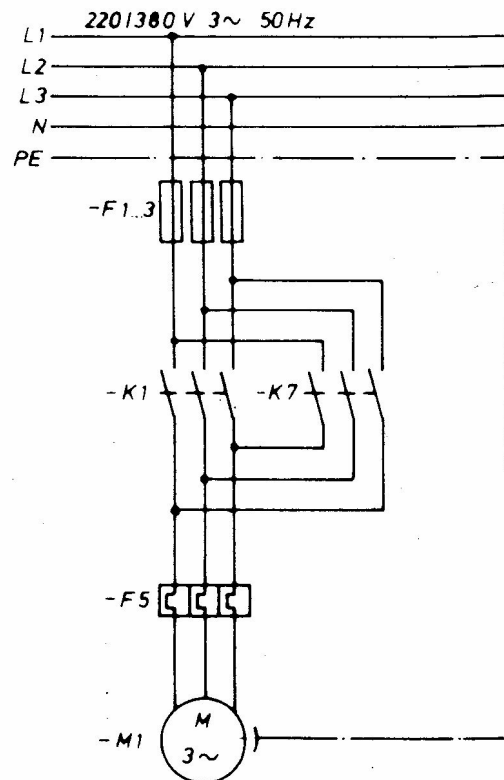
Kontaktor K1 bekerja bersamaan dengan kontaktor K3 dan rele penunda waktu K4. Jika kontaktor K1 putus, maka rele waktu juga akan menghitung (pengatur waktu tunda kembali) dari posisi Nol.

Kalau waktu penundaan sudah mulai menghitung sebelum S4 ditekan, maka kontaktor K2 bekerja, mengunci dan kontaktor K1 terlepas. Pada waktu yang bersamaan kontak K2 menyalakan lampu H1.



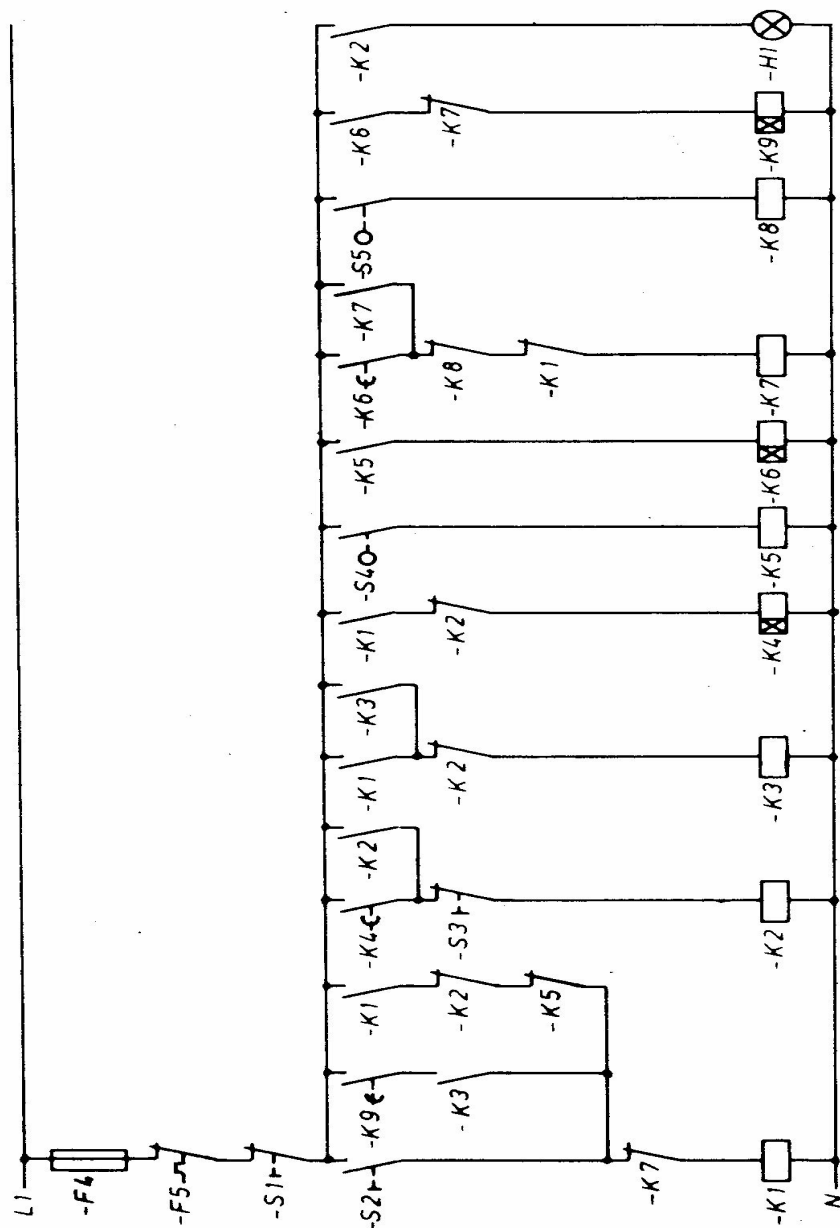
Dengan menekan tombol S3, kontaktor K2 putus dan rangkaian dapat dijalankan dari posisi awal.

Rangkaian wiper dilengkapi dengan indikator gangguan.



Gambar. 40

Rangkaian wiper dilengkapi dengan indikator gangguan.



Gambar. 41

## **Soal Test**

### **Unit 2**

1. Gambar rangkaian ini merupakan kontrol motor hubungan bintang segitiga menggunakan :

- 1.1. Kontaktor C1, C2 dan C3
- 1.2. Rele penunda waktu d1
- 1.3. Sikring rangkaian kontrol e4
- 1.4. Lampu indikator h2 dan h3
- 1.5. Tombol tekan b1 (NC) dan b2 (NO)
- 1.6. Thermal over load e7

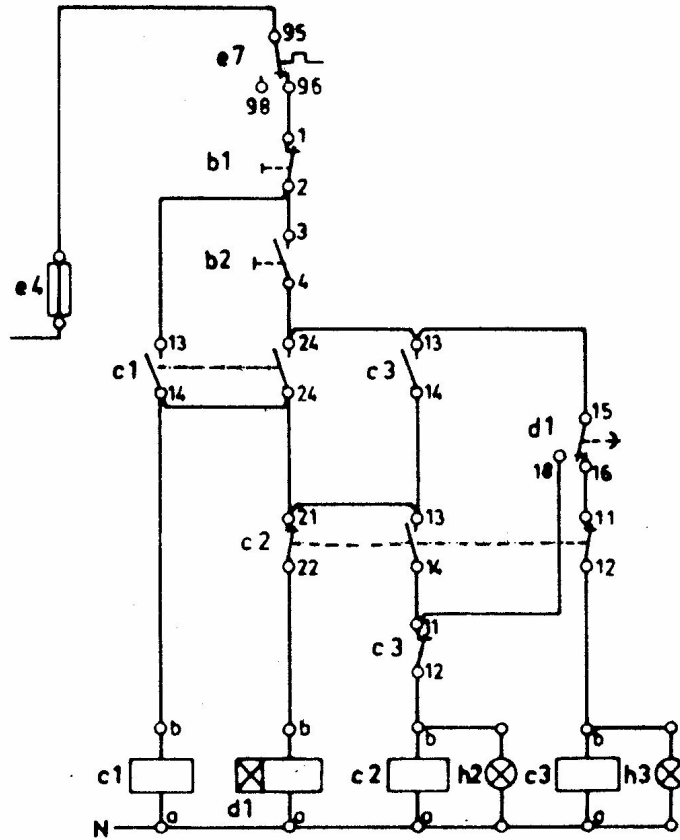
Dan diberikan komponen berikut :

- 1.7. Motor rotor sangkar m1
- 1.8. sikring untuk pengaman hubung singkat motor (e1,e2,e3)
- 1.9. Saklar daya 3 kutub a1
- 1.10. Sumber tegangan

Coba gambarkan rangkaian daya motor, jika :

- 1.11. Pada saat motor terhubung bintang, kontaktor C1 dan C3 yang bekerja
- 1.12. Pada saat motor terhubung segitiga, kontaktor C1 dan C2 yang bekerja
- 1.13. Saklar daya 3 kutub digunakan untuk memutus daya pada seluruh rangkaian.

Rangkaian kontrol motor hubung Y-?



Gambar. 42

## **KEGIATAN BELAJAR 3**

### **RANGKAIAN KONTROL KECEPATAN MOTOR DAHLANDER**

#### **Informasi**

Unit ini merupakan unit yang khusus membahas tentang Kontrol Kecepatan Motor Dahlander dengan perubahan jumlah kutub motor. Disamping untuk tujuan perubahan kecepatan motor, pada unit ini akan dipelajari juga kombinasi antara Kontrol Kecepatan dan Kontrol arah putaran maju dan mundur (Reverse-Forward)

#### **Tujuan**

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan anda mampu :

1. Menyebutkan prinsip perubahan kecepatan putaran motor dahlander.
2. Membuat gambar rangkaian kontrol motor dahlander baik lilitan tunggal maupun lilitan terpisah
3. Merangkai gambar rangkaian kontrol motor dahlander lilitan tunggal dan lilitan terpisah
4. Melacak gangguan pada kontrol motor dahlander lilitan tunggal maupun lilitan terpisah.

## **Kemampuan Awal**

Sebelum mempelajari unit ini, anda harus sudah mempelajari tentang :

1. Aplikasi rumus  $n = 120 \frac{f}{p}$  ( kecepatan putar medan stator ), dimana  $n =$  Kecepatan putaran,  $f =$  frekuensi dan  $p =$  jumlah kutub motor )
2. Pengertian lilitan tunggal dan lilitan terpisah motor dahlander
3. Terminal-terminal motor dahlander lilitan terpisah dan tunggal

## **Persyaratan Lulus**

Untuk lulus dari unit ini anda harus mampu menyelesaikan latihan membaca dan merangkai gambar yang diberikan dan menyelesaikan tes unit 3.

### 3.1. Rangkaian pengendali motor 3 fasa lilitan terpisah untuk dua kecepatan sistem perubahan langsung.

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.43

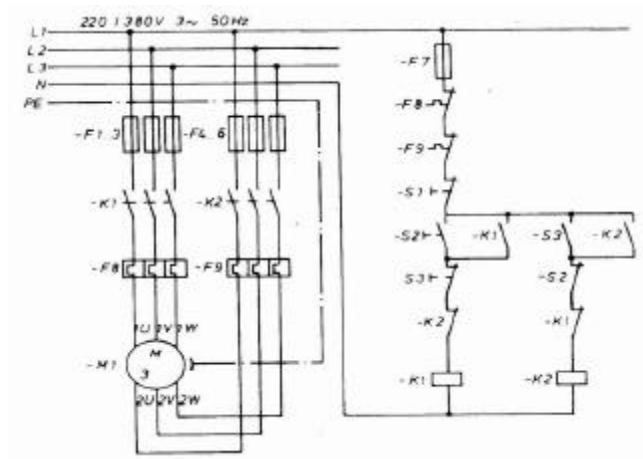
Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Motor akan beroperasi pada putaran rendah.

Kalau kemudian tombol S3 ditekan, mula-mula arus listrik lilitan kontaktor K1 akan terputus, kemudian lilitan kontaktor K2 mendapat tegangan dan bekerja, mengunci dan menghubungkan motor dengan jala-jala untuk putaran tinggi.

Dengan menekan kembali S2, kontaktor K2 terlepas dan kontaktor K1 bekerja, maka motor beroperasi pada putaran rendah.

Dengan menekan tombol S1, maka semua kontaktor yang bekerja akan terputus dan instalasi akan berada pada tidak bekerja (terbebas dari tegangan).



Gambar 43

### **3.2. Rangkaian motor 3 fasa lilitan terpisah dua kecepatan.**

*Penjelasan Pekerjaan :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.44

*Penjelasan Fungsi :*

Jika tombol S2 ditekan, maka kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K2 menghubungkan motor pada putaran rendah dan mengaktifkan rele waktu K2.

Jika setelan rele waktu K2 terlampaui, maka kontak k2 akan mengaktifkan kontaktor K3, sekaligus mempersiapkan kontak K3 pada lilitan K4 untuk bekerja.

Jika kemudian tombol S3 ditekan, kontaktor K1 akan lepas dan kontaktor K4 (putaran tinggi) akan bekerja. Motor akan beroperasi pada putaran tinggi.

Suatu pengoperasian langsung pada putaran tinggi tidak memungkinkan.

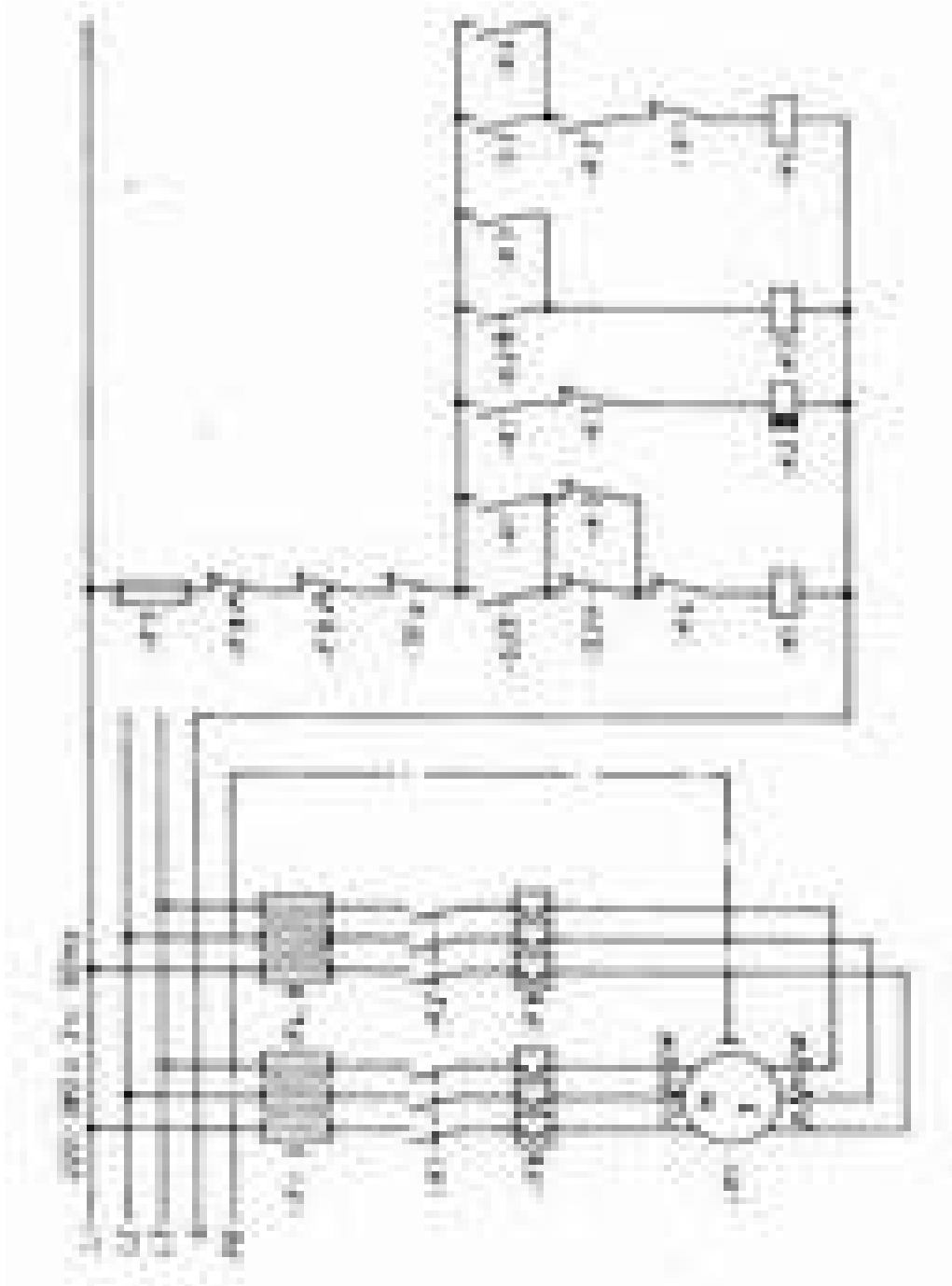
Putaran tinggi hanya dapat dihubungkan, jika motor sedang beroperasi pada putaran rendah dan waktu yang diset pada rele waktu sudah tercapai

Pengubahan putaran dari tinggi ke putaran rendah, hanya dapat dilakukan jika terlebih dahulu menekan S1, artinya motor di stop (berhenti)

Motor dapat dihentikan melalui tombol S1 atau melalui pemutusan rele arus lebih F8 atau F9.



Rangkaian motor 3 fasa lilitan terpisah dua kecepatan



Gambar .44

Penjelasan Pekerjaan :

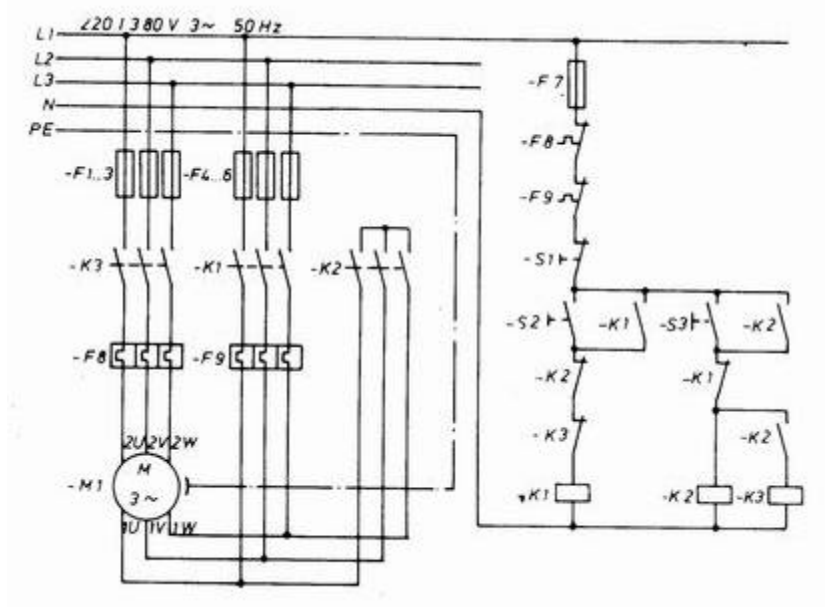
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disiapkan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.45

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Motor beroperasi pada putaran rendah. Jika motor dalam keadaan berhenti dan tombol s2 ditekan, maka kontaktor K2 dan K3 bekerja, kemudian dikunci oleh kontak K2. Motor beroperasi pada kecepatan tinggi. Suatu perubahan putaran dari suatu putaran ke putaran lain tidak memungkinkan, artinya setiap perubahan putaran harus melalui penekanan tombol S1.

Semua kontaktor yang sedang bekerja dapat diputuskan melalui tombol S1 atau bekerja rele arus lebih F8 atau F9.



Gambar. 45

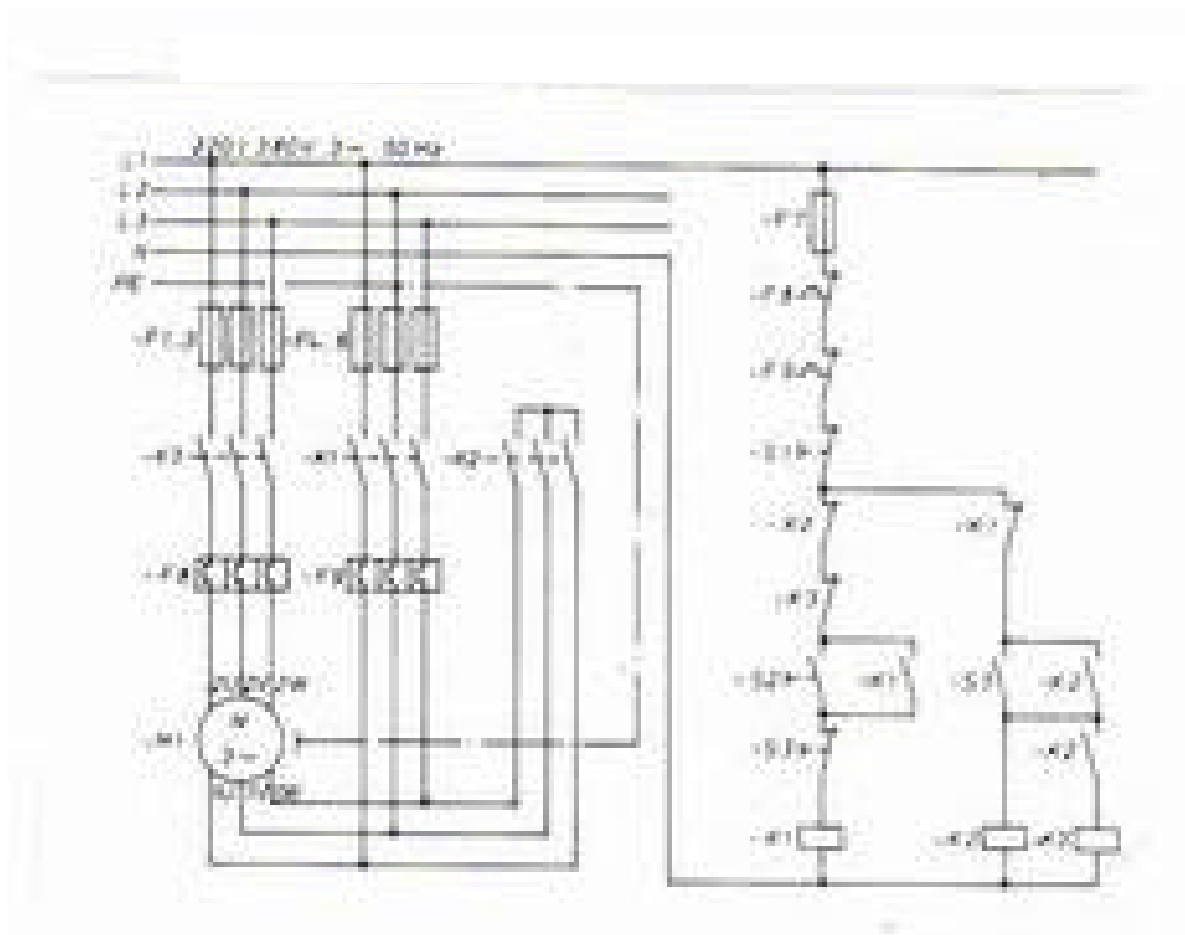
### Latihan 1

Pengendalian motor 3 fasa 2 kecepatan (lilitan dahlander). Dapat diubah langsung pada putaran rendah-tinggi.

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan.

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.



Gambar.46

### **3.4. Rangkaian pengendali motor 3 fasa dua kecepatan (lilitan dahlander), dengan urutan kecepatan rendah-tinggi**

*Penjelasan Pekerjaan :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar. 47

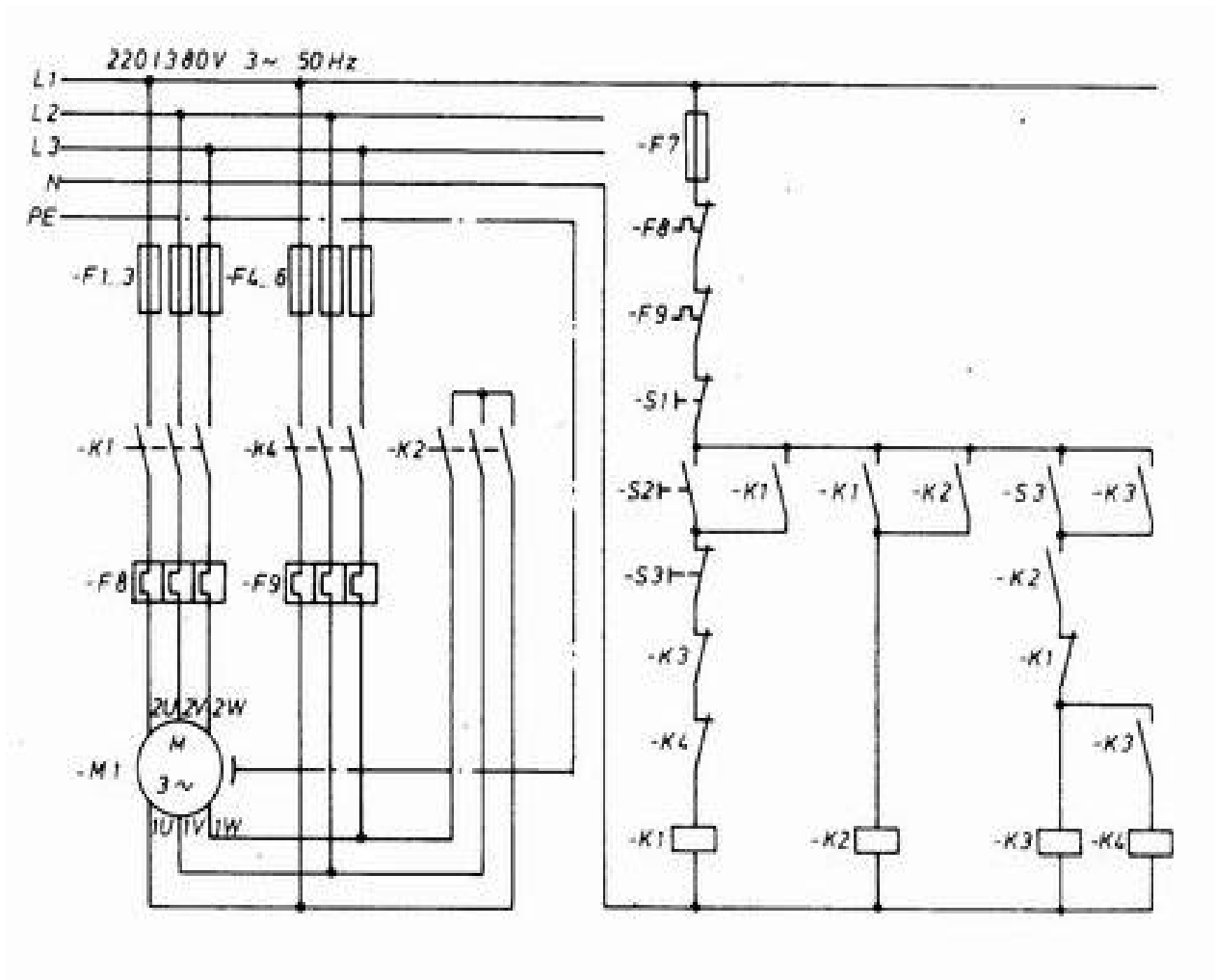
*Penjelasan Fungsi :*

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 menjalankan motor pada kecepatan rendah dan kontaktor K2 juga bekerja serta mengunci sendiri. Jika kontaktor K2 sedang bekerja, kemudian tombol S3 ditekan, maka kontaktor K1 akan terputus dan kontaktor K3 dan K4 bekerja. Motor akan berputar pada kecepatan tinggi.

Pengoperasian langsung pada putaran tinggi tidak memungkinkan, sedang pemindahan putaran dari putaran tinggi ke putaran rendah hanya mungkin dilakukan setelah menekan tombol S1 lebih dahulu, artinya motor harus diberhentikan pada putaran nol lebih dahulu.

Dengan menekan tombol S1 atau bekerjanya rele arus beban lebih F8 atau F9, maka semua kontaktor yang bekerja akan terputus.

Rangkaian pengendali motor 3 fasa dua kecepatan (lilitan Dahlander), dengan urutan kecepatan rendah-tinggi.



Gambar. 47

### **3.5. Rangkaian pengendali motor 3 fasa dua kecepatan dan dua arah putaran (lilitan Dahlander).**

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.48

Penjelasan Fungsi :

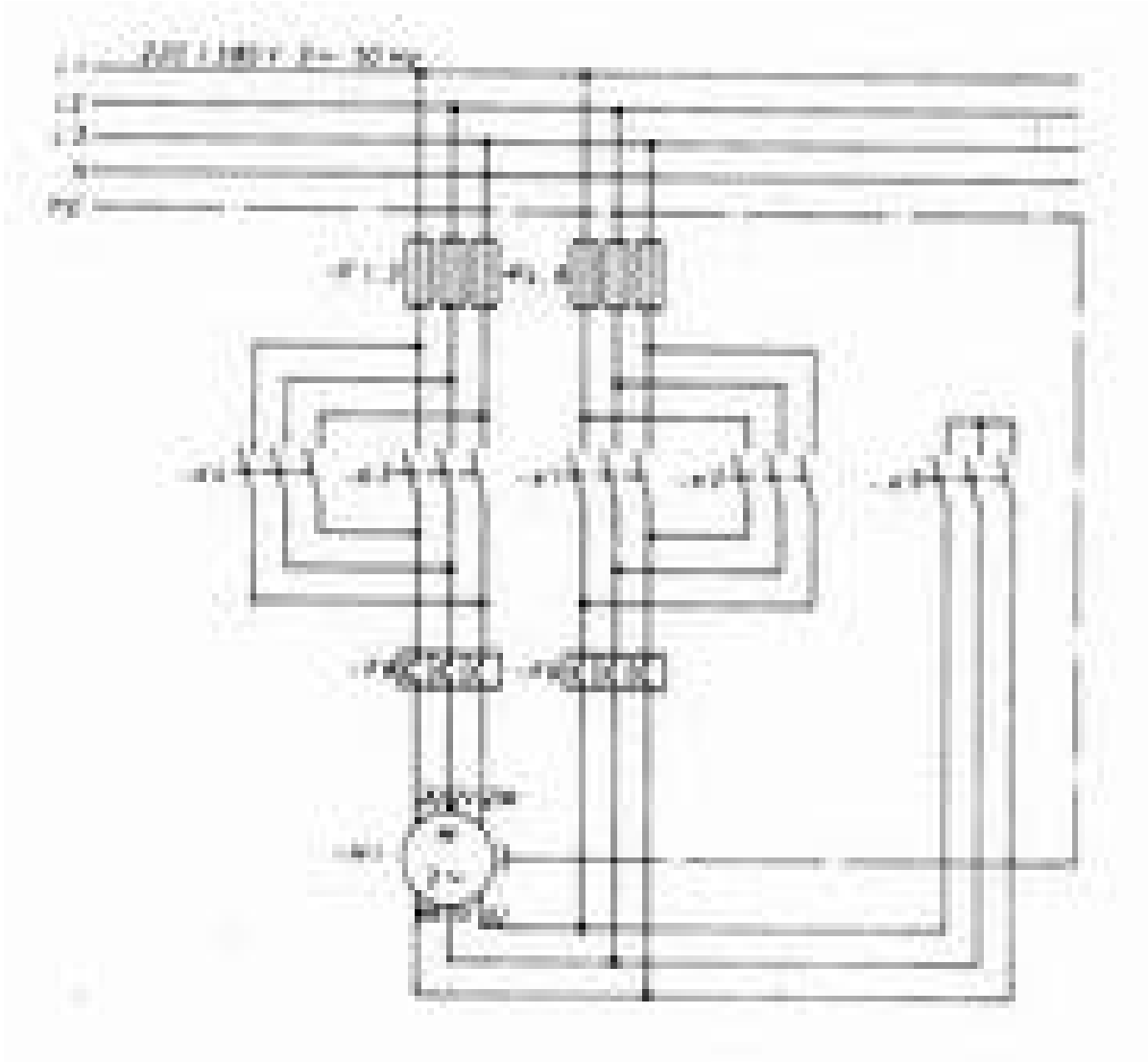
Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Motor akan beroperasi dengan putaran rendah pada arah kanan. Dengan menekan tombol S3, kontaktor K2 bekerja dan mengunci sendiri, motor akan beroperasi dengan putaran rendah pada arah kiri.

Dengan menekan tombol S4 saat motor sedang berhenti, maka kontaktor K3 bekerja dan mengunci sendiri. Melalui kontak NO K3, kontaktor K5 akan bekerja. Motor berputar dengan kecepatan tinggi pada arah kanan. Dengan menekan tombol S5, kontaktor K4 akan bekerja dan mengunci sendiri. Kontak K4 mengaktifkan kontak K5. Motor berputar dengan putaran tinggi arah kiri.

Dengan sistem kontaktor pengatur putaran dan kontaktor pengatur kecepatan yang saling mengunci, maka perubahan kecepatan dan perubahan arah putaran secara langsung tidak memungkinkan.

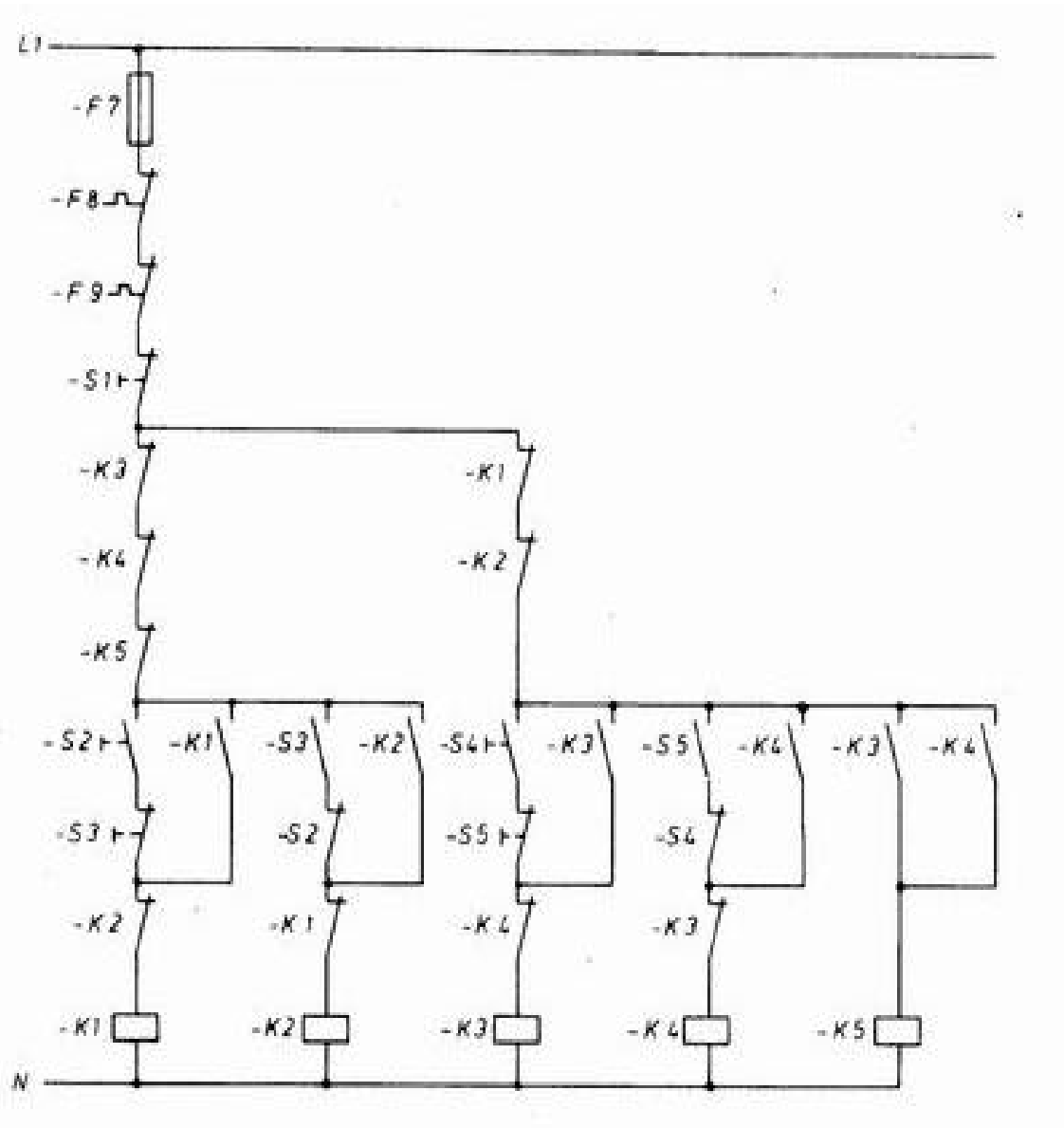
Dengan menggerakkan tombol S1, maka semua kontaktor yang sedang bekerja dapat diputuskan. Demikian juga dengan rele arus lebih F8 atau F9, dapat membebaskan semua kontaktor kalau salah satunya bekerja.

Rangkaian pengendali motor 3 fasa dua kecepatan dan dua arah putaran (lilitan Dahlander)



Gambar.48

Rangkaian pengendalian motor 3 fasa dua kecepatan dan dua arah putaran (lilitan Dahlander)



Gambar. 49



**3.6. Rangkaian suatu motor 3 fasa dua kecepatan dan dua arah putaran (lilitan Dahlander).**

**Pengubahan putaran langsung dari rendah ke tinggi pada arah putaran yang sama.**

*Penjelasan Pekerjaan :*

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.50

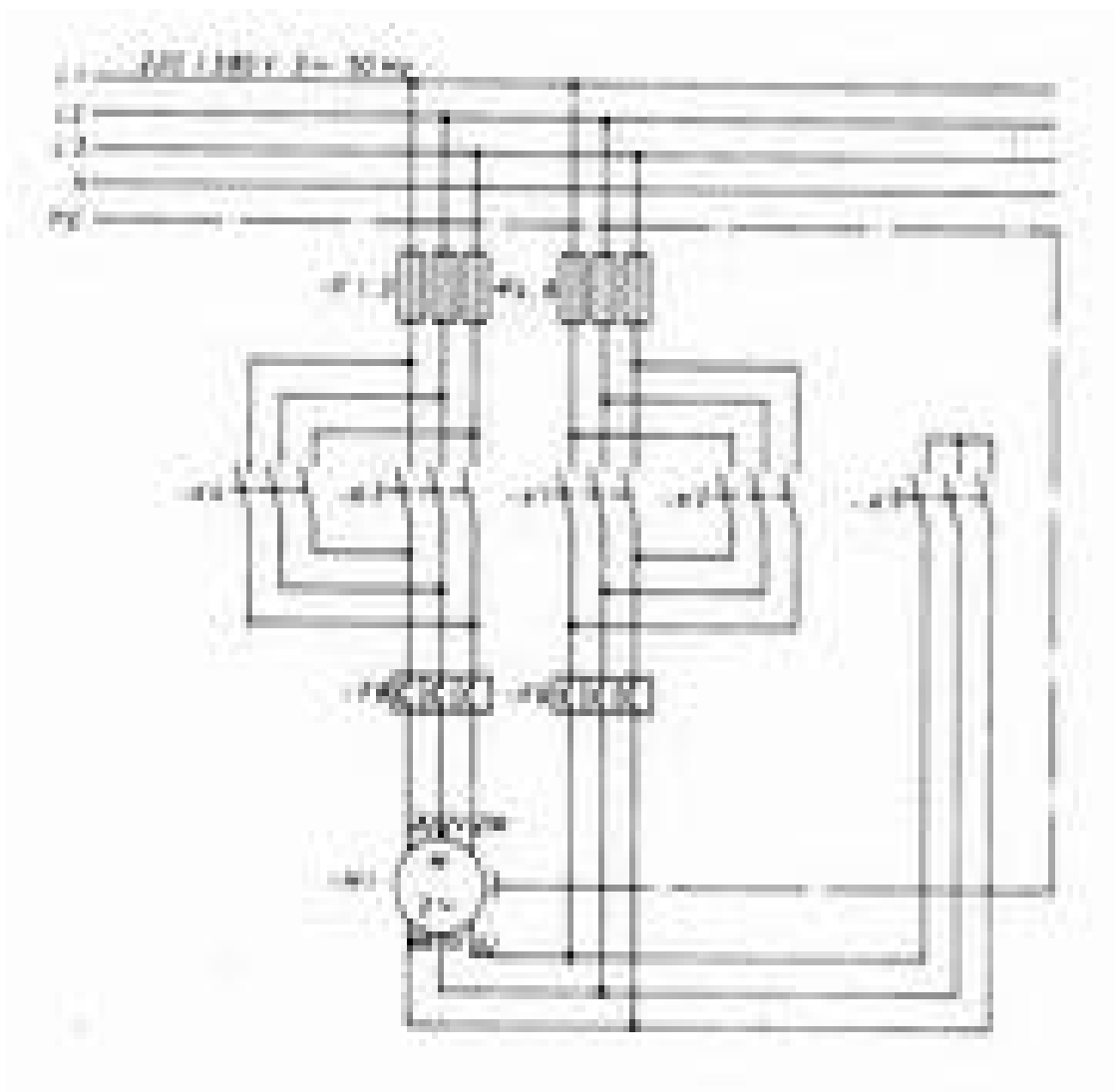
*Penjelasan Fungsi :*

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci sendiri. Motor beroperasi dengan kecepatan rendah pada arah putar kanan. Demikian juga dengan kecepatan rendah pada arah putaran motor kiri. Jika pada saat motor sedang berhenti (mati) dan tombol S2 ditekan, maka kontaktor K3 bekerja dan mengunci sendiri. Kontaktor K3 akan mengaktifkan kontaktor K5, dengan demikian motor beroperasi dengan kecepatan tinggi pada arah putaran kanan. Dengan cara yang sama menekan S5, kontaktor K4 dan K5 bekerja dan menjalankan motor dengan putaran tinggi pada arah putaran kiri.

Pada saat motor sedang berputar dengan putaran rendah. Kemudian kalau tombol S4 atau S5 ditekan, maka kontaktor K1 atau K2 akan terputus, sedang kontaktor penghubung untuk putaran tinggi akan bekerja. Dengan cara ini, dimungkinkan pengubahan putaran dari putaran rendah ke putaran tinggi, tetapi hanya mengunci secara elektris. Dengan menekan S1 atau dengan bekerjanya rele arus lebih, semua kontaktor yang sedang bekerja dapat terlepas.

Rangkaian suatu motor 3 fasa dua kecepatan dan dua arah putaran (lilitan Dahlander)

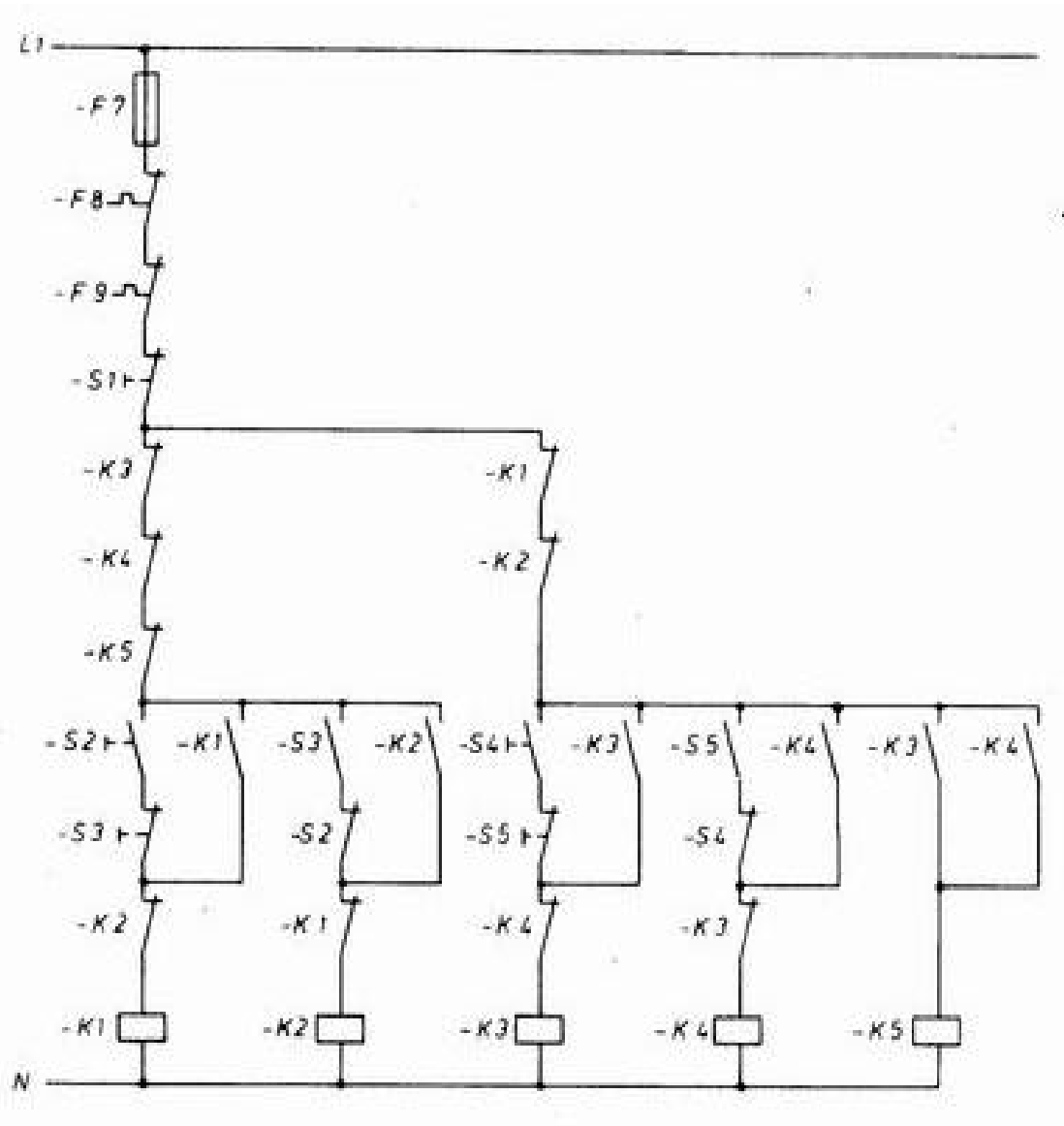
Pengubahan putaran langsung dari rendah ke tinggi pada arah putaran yang sama.



Gambar.50

Rangkaian suatu motor 3 fasa dua kecepatan dan dua arah putaran (lilitan Dahlander)

Pengubahan putaran langsung dari rendah ke tinggi pada arah putaran yang sama.



Gambar.51

## **Latihan 2**

Rangkaian pengendalian motor 3 fasa tiga kecepatan (satu lilitan terpisah dan satu lilitan dahlander)

### Penjelasan Pekerjaan :

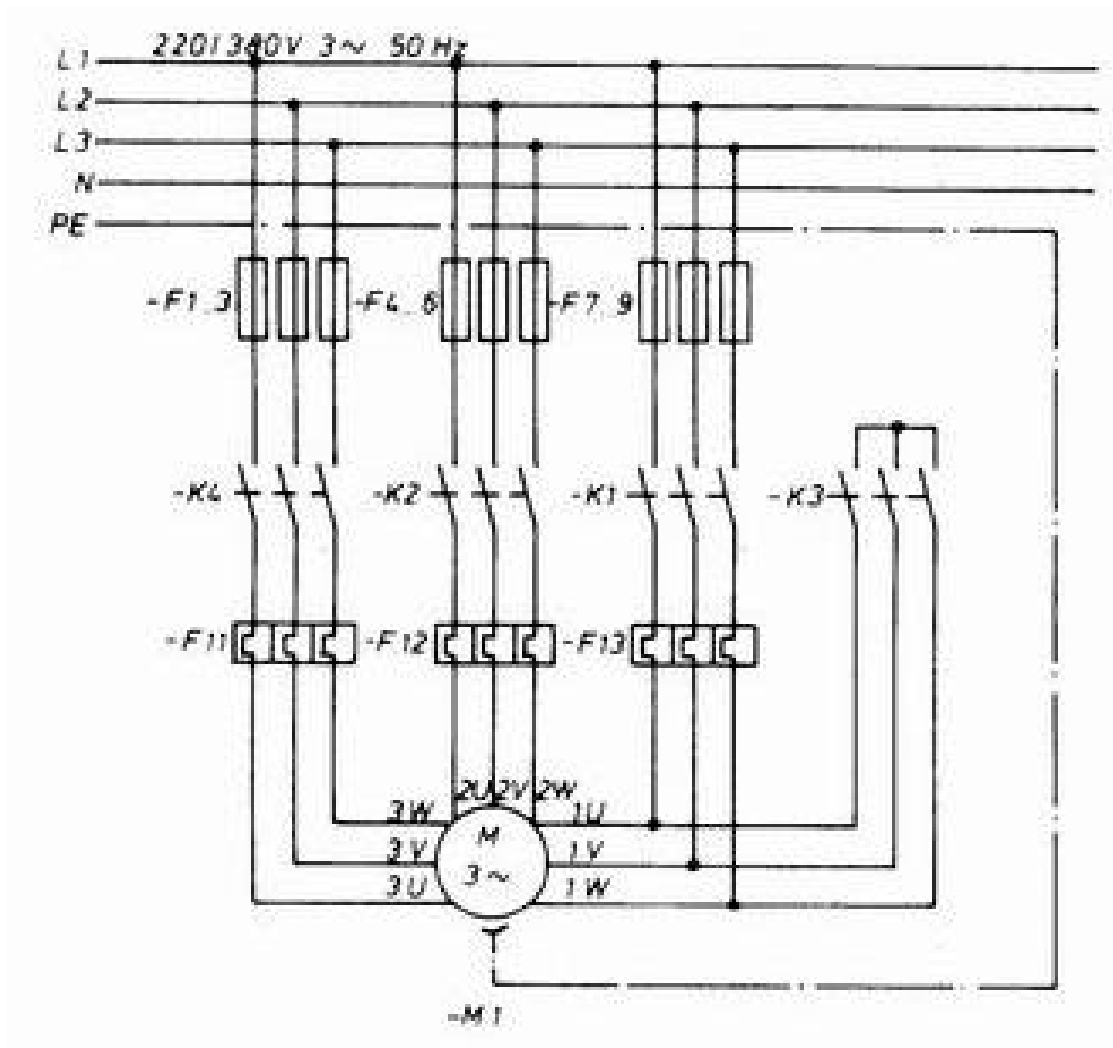
Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.52

### Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci. Kontaktor K1 menghubungkan motor pada putaran rendah. Jika tombol S3 ditekan, kontaktor K2 bekerja dan mengunci, motor bekerja pada putaran menengah (lilitan terpisah). Jika tombol S4 ditekan, kontaktor K3 bekerja dan mengunci sendiri. Kontaktor K3 menghubungkan kontaktor K4, dengan demikian motor beroperasi pada putaran tinggi.

Pengubahan langsung antara kecepatan putaran tidak memungkinkan karena kontaktor-kontaktor kecepatan putar saling mengunci secara elektrik. Dengan menekan tombol S1 atau dengan bekerjanya rele arus lebih, maka semua kontaktor yang sedang bekerja akan terlepas.



Gambar.52

Gambarkan rangkaian kontrol motor tersebut di atas

**3.7. Rangkaian pengendali motor 3 fasa dengan tiga putaran (satu lilitan terpisah dan satu lilitan Dahlander).**

**Sistem perubahan putaran pada kecepatan tinggi.**

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan

Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.54

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengunci sendiri. Motor beroperasi pada kecepatan rendah. Jika tombol S3 ditekan, maka kontaktor K1 lepas, kontaktor K2 bekerja dan mengunci sendiri. Motor beroperasi pada kecepatan menengah.

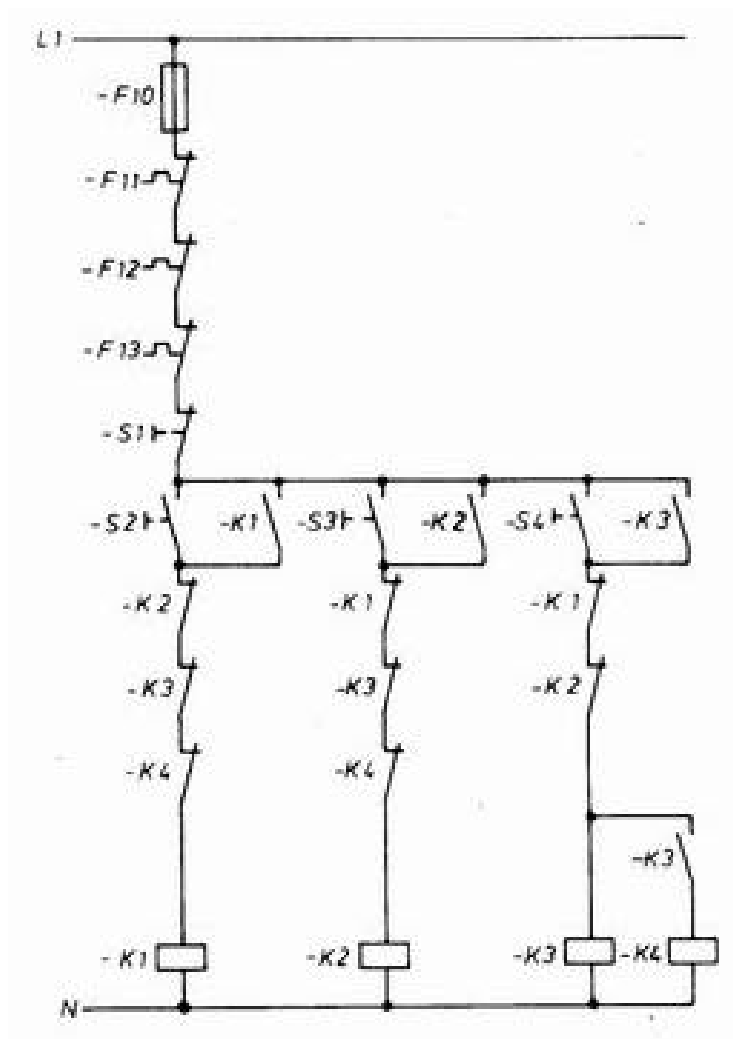
Jika tombol S4 ditekan, kontaktor K2 lepas, kontaktor K3 dan K4 bekerja, motor berputar pada kecepatan tinggi.

Dengan sistem kontaktor saling mengunci, perubahan putaran langsung, hanya mungkin pada kecepatan tinggi.

Penekanan tombol S1 atau bekerjanya rele arus lebih dapat memutuskan semua kontaktor yang sedang bekerja.

Rangkaian pengendali motor 3 fasa dengan tiga putaran (satu lilitan terpisah dan satu lilitan Dahlander)

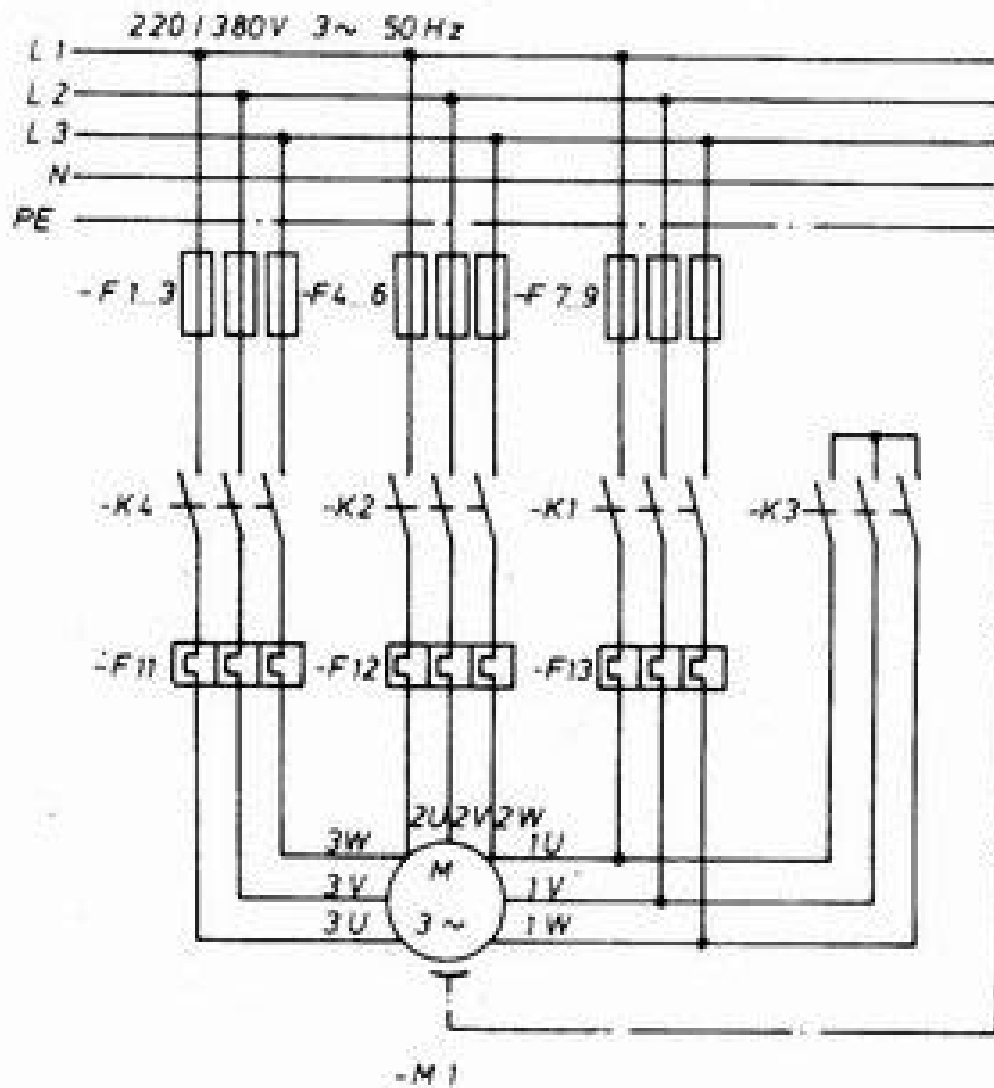
Sistem perubahan putaran pada kecepatan tinggi.



Gambar.53

Rangkaian pengendali motor 3 fasa dengan tiga putaran (satu lilitan terpisah dan satu lilitan Dahlander)

Sistem perubahan putaran pada kecepatan tinggi



Gambar.54



### **3.8. Rangkaian pengendali motor 3 fasa dengan tiga kecepatan (satu lilitan terpisah dan satu lilitan Dahlander)**

Penjelasan Pekerjaan :

Buatlah rangkaian dari komponen yang telah disediakan  
Semua komponen dirangkai sesuai dengan diagram gambar.

Penjelasan Fungsi :

Jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 bekerja dan mengaktifkan kontaktor K2 dan motor berputar pada kecepatan putar rendah. Kedua kontaktor mengunci sendiri.

Jika pada saat K2 bekerja dan tombol S3 ditekan, kontaktor K1 lepas, kontaktor K3 bekerja, mengunci sendiri, mengaktifkan K4 dan motor berputar pada kecepatan menengah.

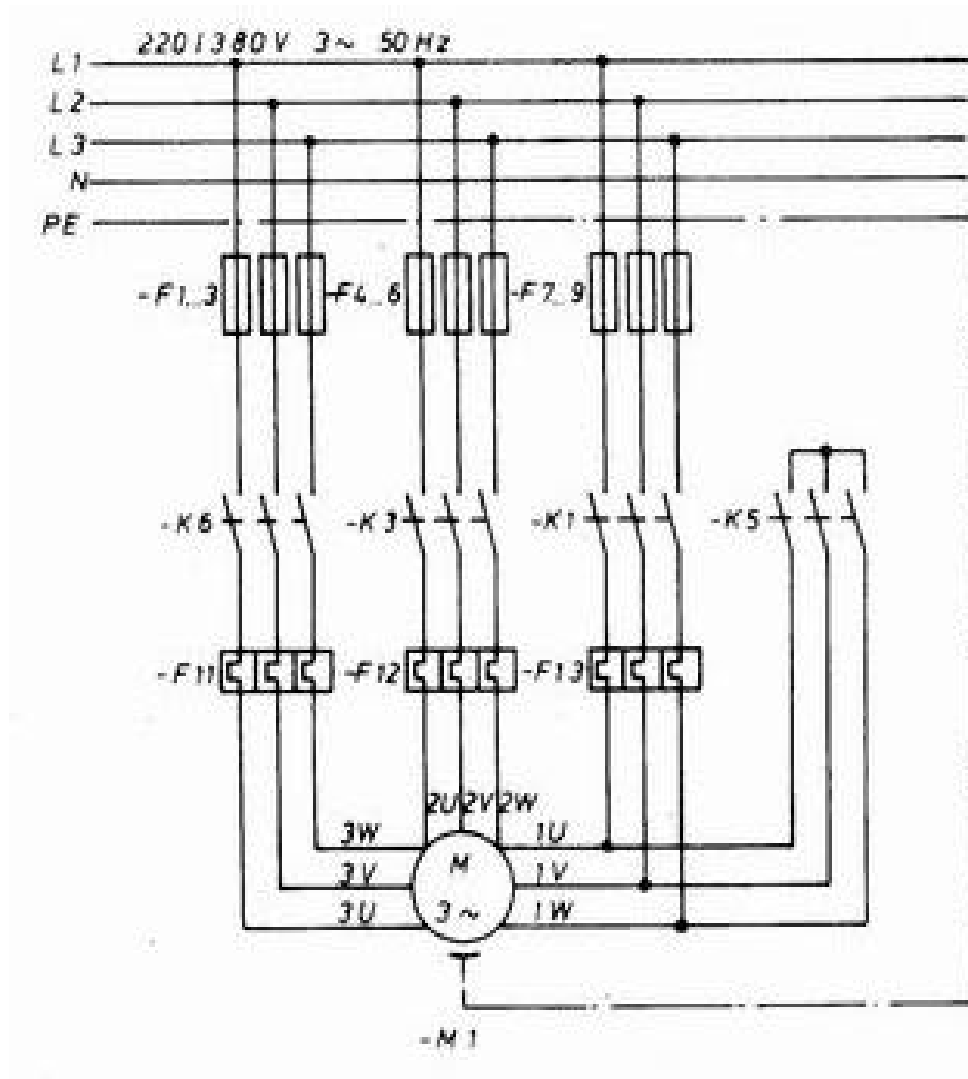
Kontaktor K4 mengunci sendiri. Ketika motor berputar dengan kecepatan menengah, kemudian tombol S4 ditekan, maka kontaktor K3 lepas dan kontaktor K5 dan K6 bekerja.

Motor akan berputar pada kecepatan tinggi. Kedua kontaktor K5 dan K6 mengunci sendiri. Dengan pemasangan kontaktor K2 dan K4, memungkinkan perubahan putaran ke putaran menengah. Kalau motor sedang berputar pada kecepatan rendah. Untuk perubahan ke putaran tinggi dapat dilakukan, kalau motor sedang berputar pada kecepatan menengah.

Semua kontaktor yang sedang bekerja, dapat selalu diputus dari tombol S1 atau bekerja salah satu rele arus lebih.

Rangkaian pengendali motor 3 fasa dengan tiga kecepatan (satu lilitan terpisah dan satu lilitan Dahlander)

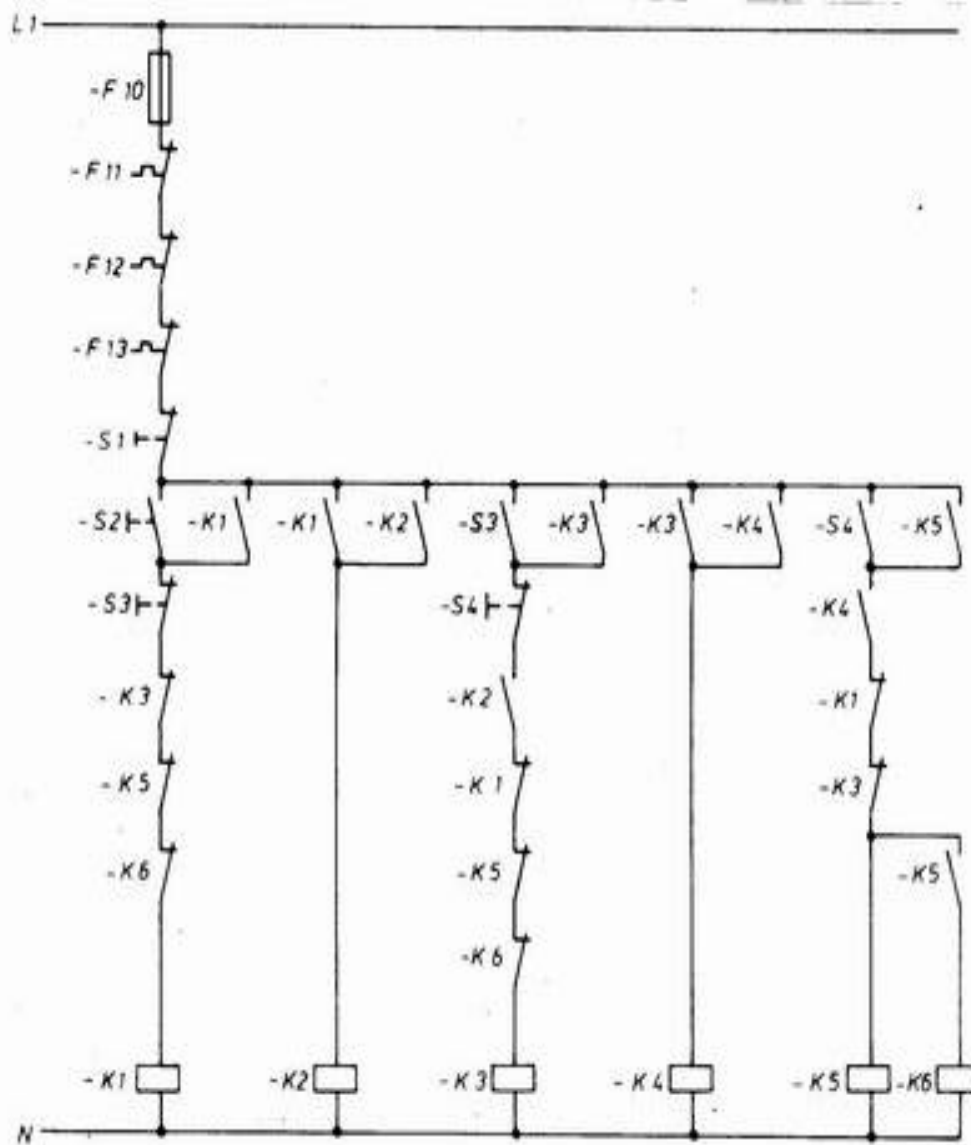
Rangkaian berurutan



Gambar. 55

Rangkaian pengandali motor 3 fasa dengan tiga kecepatan (satu lilitan terpisah dan satu lilitan dahlander)

Rangkaian berurutan



Gambar.56

### **3.9. Rangkaian kompensasi.**

Penjelasan Pekerjaan :

Rangkaian dibuat berdasarkan komponen yang telah disediakan  
Komponen dihubungkan berdasarkan diagram rangkaian.

Penjelasan Fungsi :

Grup kondensator kompensasi dapat dihubung dan dilepaskan secara berjenjang menggunakan tombol tekan.

Pengendalian kontaktor didapat melalui rangkaian perubahan arus untuk “penambahan” dan “pengurangan”, yang melalui kontaktor bantu setiap penghubungan dan pemutusan berikut.

Jika tombol S3 ditekan, dan kontaktor K3, K4, K2, K5 dan K7 terputus, maka kontaktor K1 terhubung dan menghubungkan kontaktor K5 yang juga mengunci sendiri.

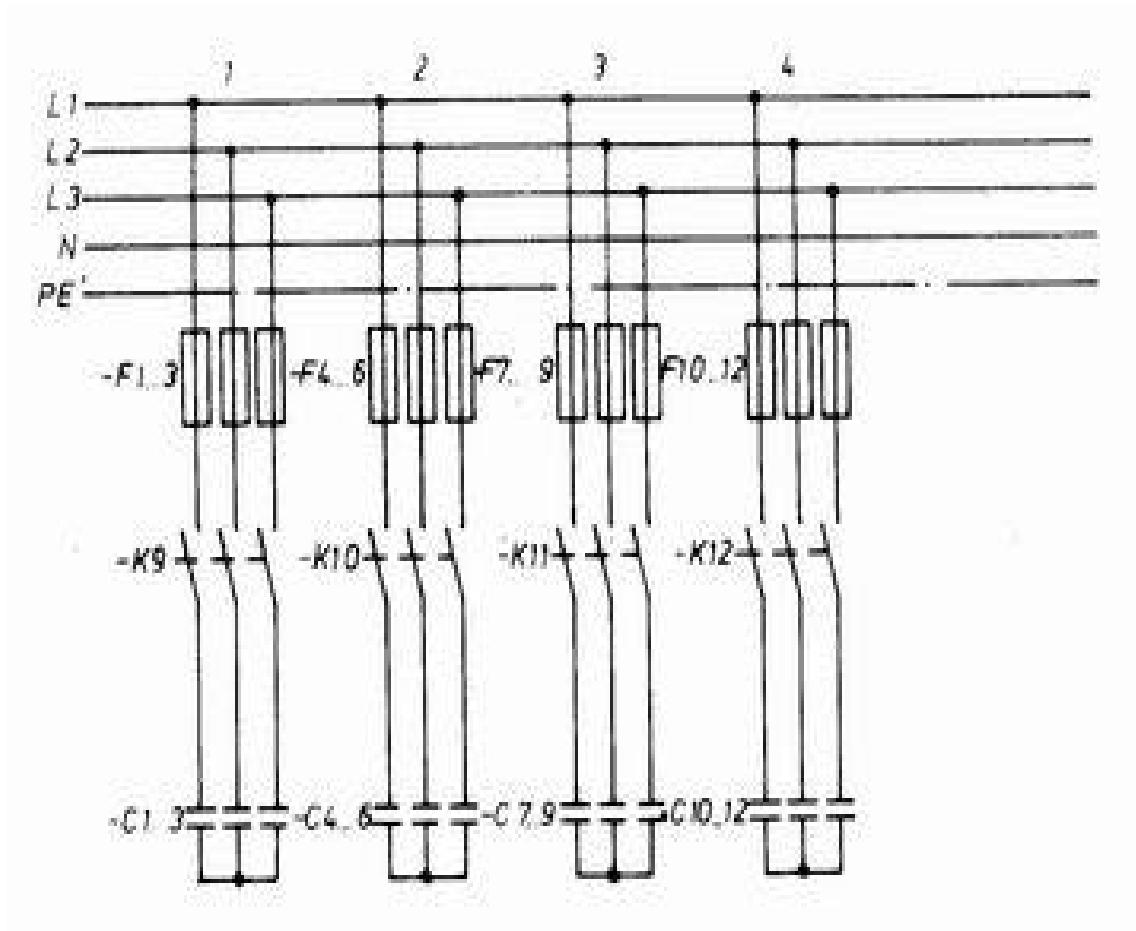
Demikian juga K9 masuk dan kondensator pertama terhubung dengan jala-jala. Selama S3 ditekan, maka kontaktor K1 akan tetap terhubung melalui kontak bantu K1. Jika S3 ditekan (pengulangan), maka karena kontak K5 sedang terbuka, K1 tidak bisa lagi dihubungkan. Kontak NO K5 siap melayani arus yang menuju lilitan kontaktor K5 sedang terbuka, K1 tidak bisa lagi dihubungkan.

Kontak NC K5 siap melayani arus yang menuju lilitan kontaktor K2, kontaktor K2 akan menghubungkan, K6 terhubung dan K10 dan juga mengunci sendiri. Sehingga kondensator kedua terhubung, selama S3 ditekan kontaktor K2 bekerja karena adanya kontak bantu.

Dengan menekan kembali S3, pertama-tama K1, K7 dan K11 dan berikutnya K2, K8 dan K12 masuk. Jika tombol S2 ditekan (“pengurangan”) pada saat kontaktor K12 bekerja, maka K1, K2, K4 bekerja melalui bekerjanya K12, K3. Kontaktor K3 memisahkan arus pengunci K8, sehingga K8 dan K12 terputus dari kondensator ke 4 terpisah dari jala-jala. K3 bekerja selama S2 ditekan melalui kontak bantu pada tegangan. Suatu penekanan baru tombol S2, dimana K12 terputus, K4 akan terhubung. Kemudian K4 memutus arus pengunci K7 dan kondensator akan terlepas dari jala-jala melalui K11.

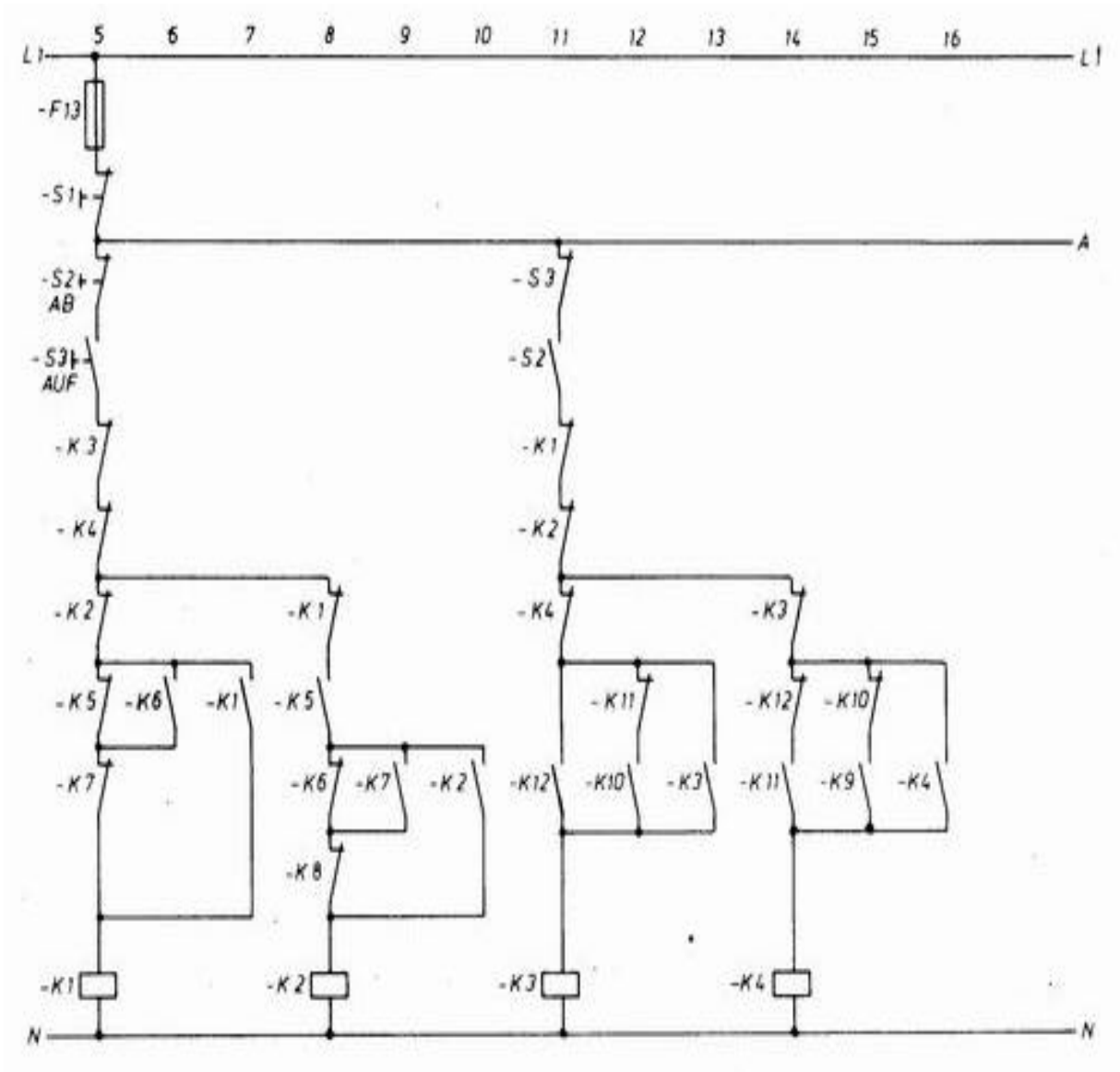
Penekanan kembali S2, terputus K4, K5 dan K9 melalui K3, K6 dan K10.  
Melalui tombol tekan S1, maka selama kontaktor yang sedang bekerja dapat diputus.

Rangkaian kompensasi



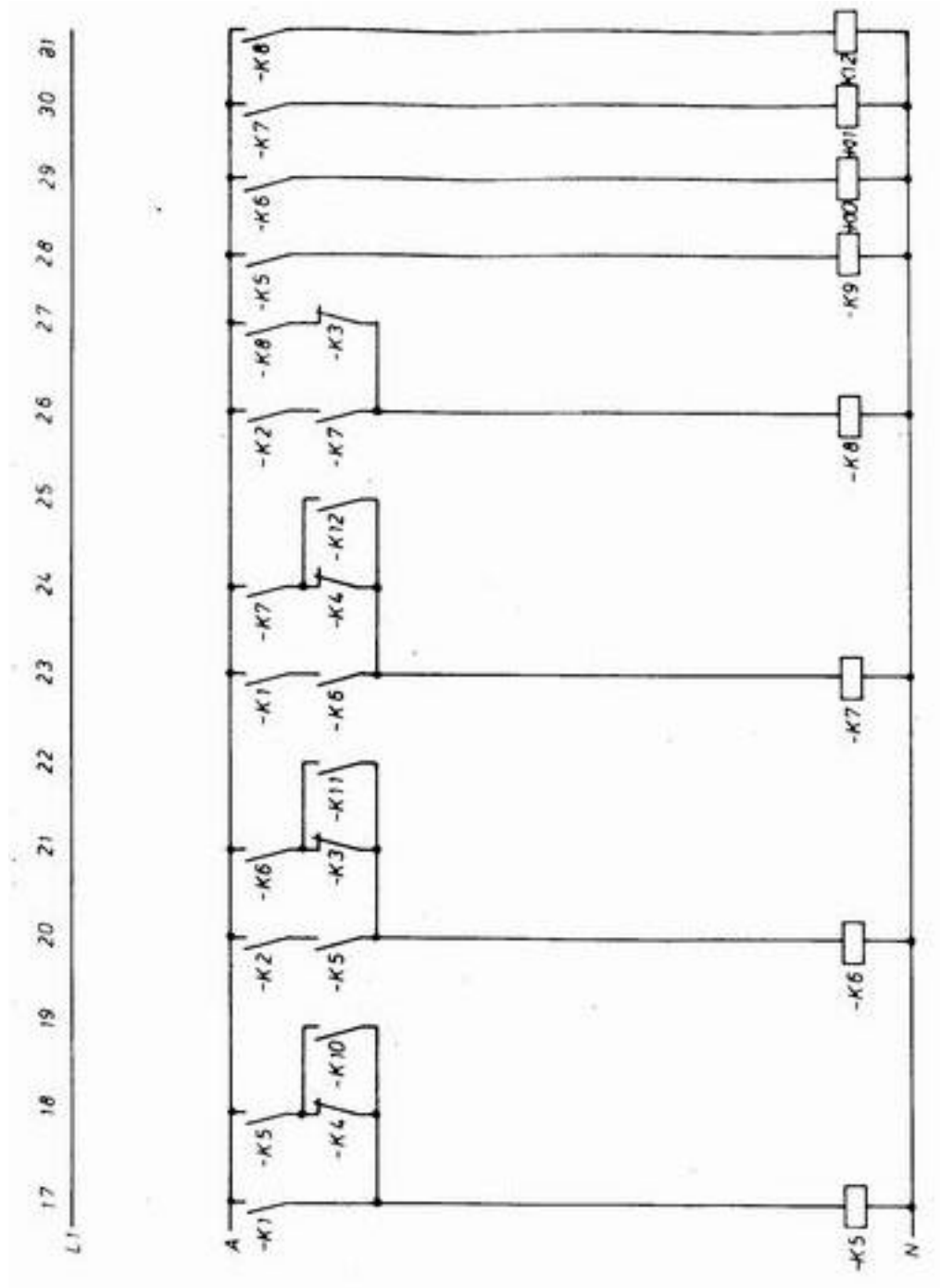
Gambar. 57

Rangkaian kompensasi



Gambar. 58

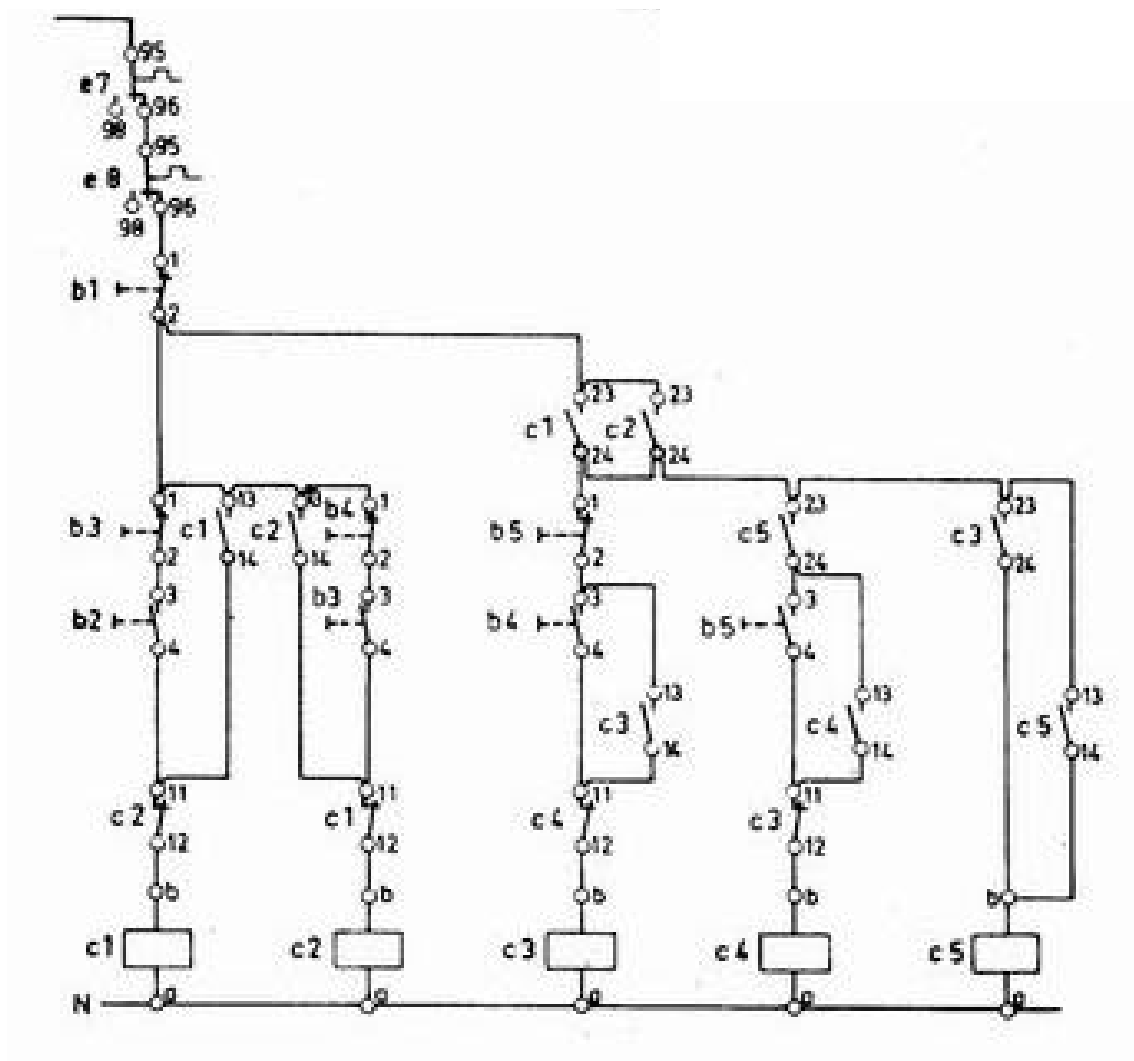
Rangkaian kompensasi



Gambar. 59

### III. EVALUASI

No.1. Gambar di bawah ini adalah gambar kontrol motor Dahlander 2 kecepatan dan 2 arah putaran (maju dan mundur)

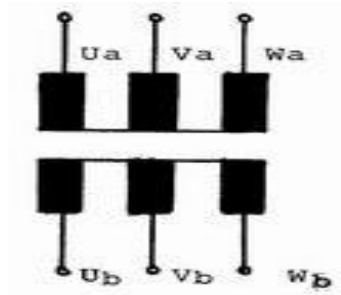


Gambar.60



Buat rangkaian (pengawatan) motor M1, jika diberikan data-data sebagai berikut:

1.1. Simbol rangkaian motor 2 kecepatan



Gambar.61

1.2. Sambungan motor untan kecepatan lambat dan tinggi

a. Arah Maju

Putaran	Terminal motor yang Dapat tegangan sumber			Terminal motor yang terbuka
	R	S	T	
Rendah	Ua	Va	Wa	Ub, Vb, Wb
Tinggi	Ub	Vb	Wb	Ua, Va, Wa

b. Arah Mundur

Putaran	Terminal motor yang Dapat tegangan sumber			Terminal motor yang terbuka
	R	S	T	
Rendah	Wa	Va	Ua	Ub, Vb, Wb
Tinggi	Wb	Vb	Ub	Ua, Va, Wa

1.3. Pengaman motor :

1.3.1. TOL,e7 untuk putaran rendah, dipasang setelah C3

- 1.3.2. TOL,e8 untuk putaran tinggi, dipasang setelah C4
- 1.3.3. Fuse 3 fasa (e1,e2,e3) pengaman seluruh rangkaian daya, dipasang setelah saklar a.1
  
- 1.4. Saklar 3 fasa (a1) untuk memutus/melayani rangkaian daya dipasang sebelum fuse (e1,e2,e3)
  
- 1.5. Penggunaan kontaktor :
  - 1.5.1. Kontaktor C1 untuk arah maju (lambat dan cepat)
  - 1.5.2. Kontaktor C2 untuk arah mundur (lambat dan cepat)
  - 1.5.3. Kontaktor C3 untuk putaran lambat
  - 1.5.4. Kontaktor C4 untuk putaran cepat
  
- 1.6. Kontaktor yang aktif sesuai dengan fungsi motor.

Kecepatan putaran	Arah Putaran	Kontaktor yang bekerja					Tombol yang ditekan
		C1	C2	C3	C4	C5	
Lambat	Maju	X	-	X	-	x	b2 dan b4
	Mundur	-	X	x	-	X	b3 dan b4
Cepat	Maju	x	-	-	X	X	b2 dan b5
	Mundur	-	x	-	x	X	b3 dan b5

Keterangan Kontaktor

C1 = Kontaktor arah maju

C2 = Kontaktor mundur

C3 = Kontaktor kecepatan lambat

C4 = Kontaktor kecepatan cepat

C5 = Kontaktor bantu

## **IV. PENUTUP**

Modul pembelajaran ini menggunakan system Pelatihan berbasis kompetensi. Pelatihan berbasis kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompete. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara nyata di tempat kerja.

Dalam system Pelatihan berbasis kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam pencapaian suatu kompetensi tertentu.

Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau pada kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang disarankan adalah tiga kali.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, setiap peserta dievaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun ketrampilan. Aspek pengetahuan dilakukan melalui latihan-latihan dan tes tertulis, sedang aspek ketrampilan dilakukan melalui tugas praktek.

## DAFTAR PUSTAKA

Christian Mamesah dan Frans Masse P., Sistem Kelistrikan Mesin-mesin Produksi, N.59,1997

Christian Mamesah dan Frans Masse P., Penggunaan dan Pengaturan Motor-motor Listrik, TEDC, 1993

Frans Masse P., Pengendalian Magnetik, TEDC, 1996



**Peralatan**

1. Motor Listrik 3 fasa Motor Sangkar : 4 Buah  
1/2 – 1 HP (380/660 volt), atau yang sesuai
2. Motor Listrik 1 fasa : 2 Buah  
Lilitan bantu terpisah 220V  $\pm$  1/4 HP
3. Motor Dahlander lilitan terpisah : 2 Buah  
380 volt atau yang sesuai
4. Kontaktor 5 NO, 2 NC : 24 Buah  
220 volt
5. Kontaktor bantu 2 NC, 2 NO : 12 Buah
6. TDR-Delay on – off, 220V : 12 Buah
7. Overload (TOL) : 6 Buah  
Range 0,6 ... 3,6A