

HANDOUT KENDALI MESIN LISTRIK



OLEH: DRS. SUKIR, M.T

JURUSAN PT ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

A. Dasar Sistem Pengendali Elektromagnetik.


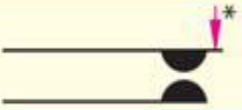


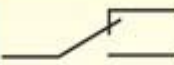

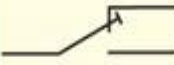

Materi dasar sistem pengendali elektromagnetik ini diambil dari buku Teknik Listrik Industri Jilid 2 Untuk SMK terbitan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, yang disusun oleh Siswoyo pada tahun 2008.

1. Komponen yang Dipergunakan Dalam Pengendali Elektromagnetik.

Dalam sistem pengendalian elektromagnetik ada dua kelompok komponen listrik yang dipakai, yaitu *komponen kontrol* dan *komponen daya*. Komponen kontrol meliputi antara lain: *saklar ON*, *saklar OFF*, *timer*, *relay overload* dan *relay*. Komponen daya diantaranya *kontaktor*, *kabel daya*, *sekering* atau *circuitbreaker*. Berikut ini akan dijelaskan konstruksi beberapa komponen kontrol dan komponen daya yang banyak digunakan dalam sistem pengendalian. Tabel 1 di bawah menunjukkan beberapa tipe kontak yang umum dipakai pada pengendalian.

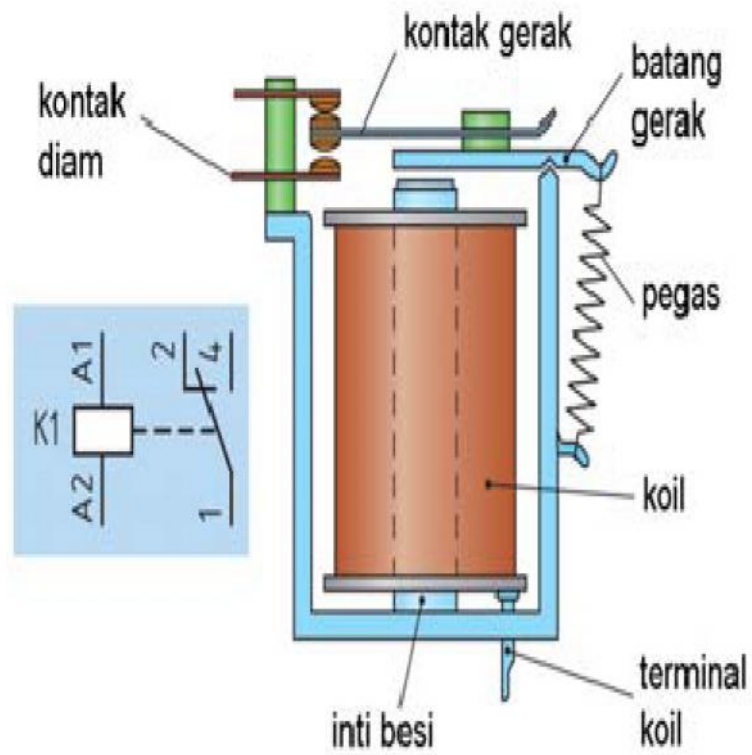
Tipe kontak tersebut antara lain: *Normally Open (NO)*, *Normally Close (NC)*, satu induk dua cabang. ***Kontak Normally Open (NO)***, saat koil dalam kondisi tidak *energized* kontak dalam posisi terbuka (*open, OFF*) dan saat koil diberikan arus listrik maka kontak dalam posisi menutup *ON*. ***Kontak Normally Close (NC)***, kebalikan dari kontak NO saat koil dalam kondisi tidak *energized* kontak dalam posisi tertutup (*close, ON*) dan saat koil diberikan arus listrik dan *energized* maka kontak dalam posisi membuka *OFF*. ***Kontak Single pole double trough***, memiliki satu kontak utama dan dua kontak cabang, saat koil tidak *energized* kontak utama terhubung dengan cabang atas, dan saat koil *energized* justru kontak utama terhubung dengan kontak cabang bawah. ***Kontak bantu***, dikenal mempunyai dua jenis ujung kontak, jenis pertama kontak dengan dua kontak hubung yang dijumpai pada kontak relay, dan jenis ke dua adalah kontak dengan empat kontak hubung, ada bagian yang diam dan ada kontak yang bergerak ke bawah, jenis kedua ini terpasang pada kontaktor.

Tabel 1. Jenis kontak pada relay.

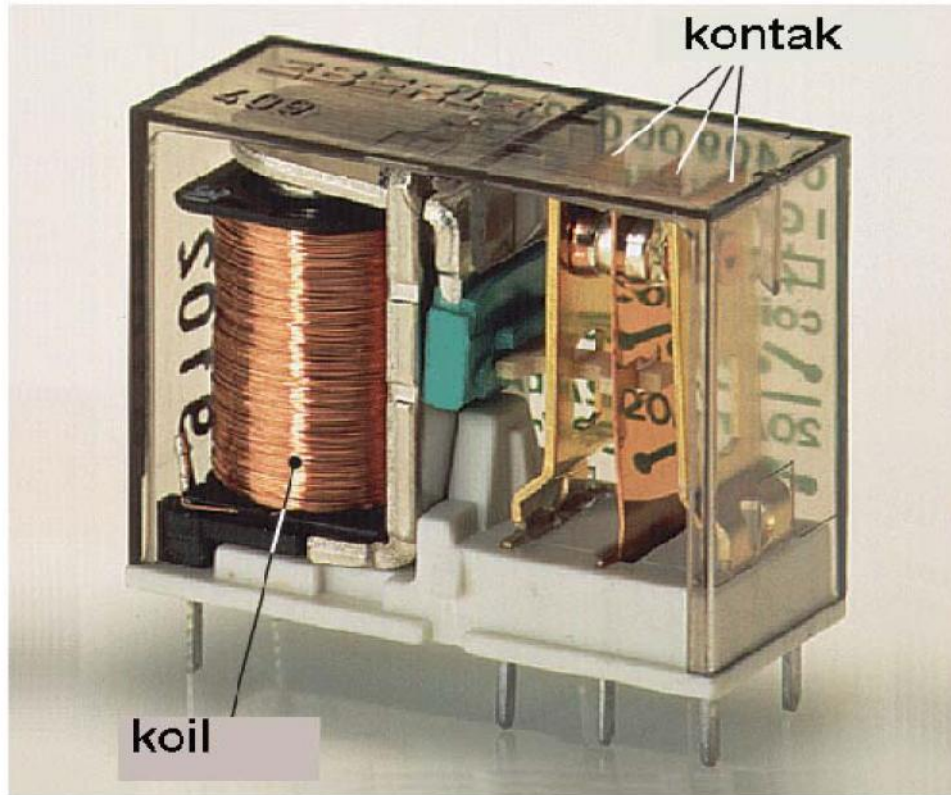
Tabel Jenis kontak pada relay		
Nama	Simbol	Bentuk fisik
Normally open		
Normally close		
Saklar utama 2 cabang		
Saklar utama 2 cabang		

Komponen relay bekerja secara elektromagnetis, ketika koil K terminal A1 dan A2 diberikan arus listrik angker akan menjadi magnet dan menarik lidah kontak yang ditahan oleh pegas, kontak utama 1 terhubung dengan kontak cabang 4 seperti terlihat pada **Gambar 1**. Ketika arus listrik putus (*unenergized*), elektromagnetiknya hilang dan kontak akan kembali posisi awal karena ditarik oleh tekanan pegas, kontak utama 1 terhubung kembali dengan kontak cabang 2. Relay menggunakan tegangan DC 12V, 24V, 48V dan AC 220V.

Bentuk fisik relay dikemas dengan wadah plastik transparan, memiliki dua kontak SPDT (*Single Pole Double Through* seperti ditunjukkan pada Gambar 2, satu kontak utama dan dua kontak cabang). Relay jenis ini menggunakan tegangan DC 6V, 12V, 24V dan 48V. Juga tersedia dengan tegangan AC 220V. Kemampuan kontak mengalirkan arus listrik sangat terbatas kurang dari 5 Amper. Untuk dapat mengalirkan arus daya yang besar untuk mengendalikan motor induksi, relay dihubungkan dengan kontaktor yang memiliki kemampuan hantar arus dari 10–100 Amper.

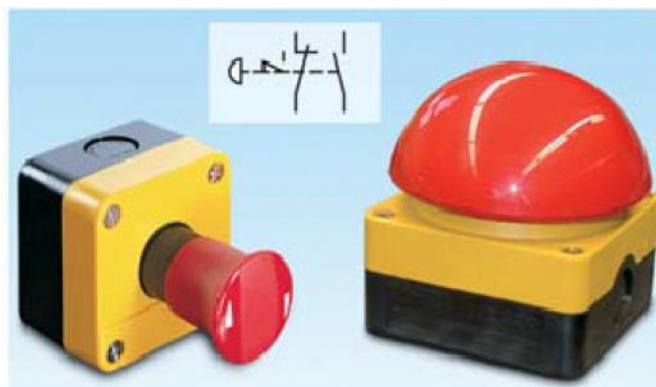


Gambar 1. Simbol dan bentuk fisik relay.



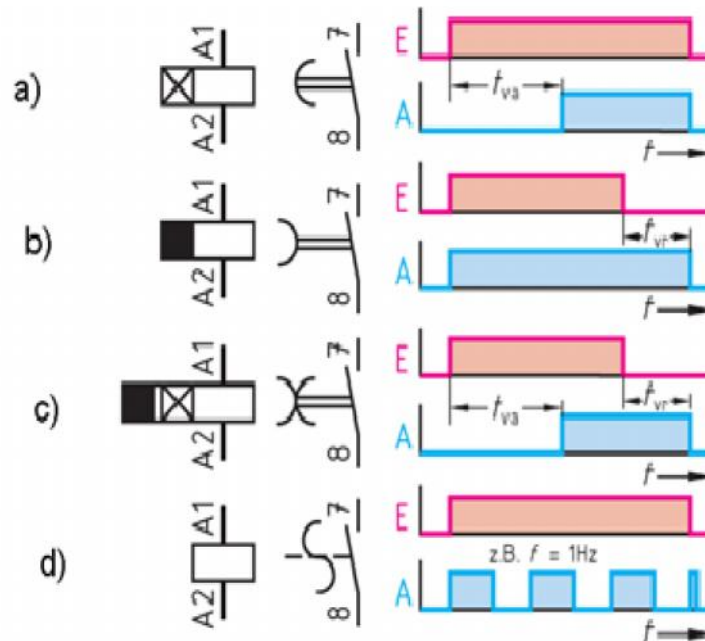
Gambar 2. Relay dikemas plastik tertutup.

Saklar *ON/OFF* banyak digunakan sebagai alat penghubung atau pemutus rangkaian kontrol seperti terlihat pada **Gambar 3**, yang memiliki dua kontak, yaitu NC dan NO. Artinya saat saklar tidak digunakan satu kontak terhubung *Normally Close*, dan satu kontak lainnya *Normally Open*. Ketika kontak ditekan secara manual kondisinya berbalik posisi menjadi NO dan NC.



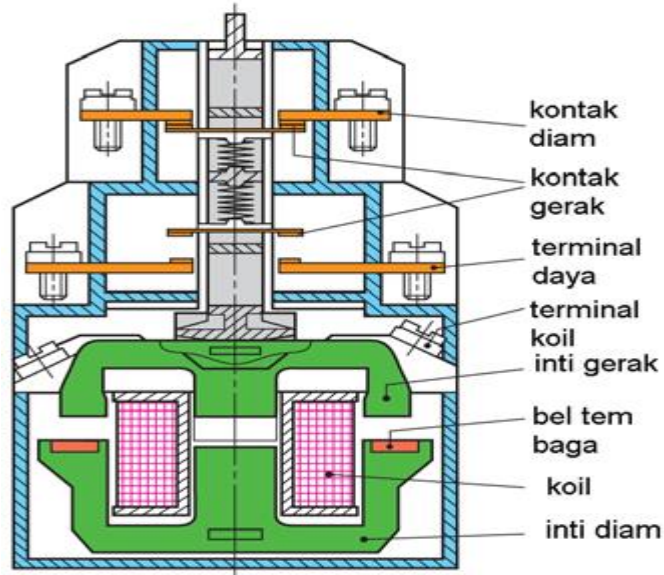
Gambar 3. Tombol tekan.

Komponen *timer* digunakan dalam rangkai kontrol pengendalian, gunanya untuk mengatur kapan suatu kontaktor harus *energized* atau mengatur berapa lama kontaktor *energized*. Ada empat jenis timer yang sering digunakan yang memiliki karakteristik kerja seperti pada **Gambar 4**.



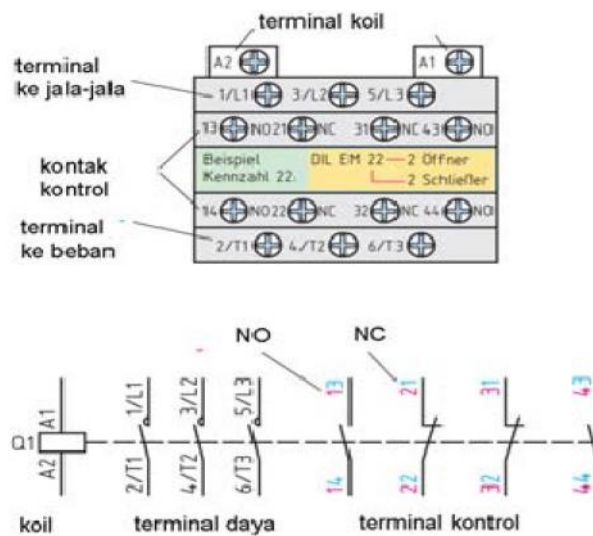
Gambar 4. Simbol timer dan karakteristik timer.

Kontaktör merupakan saklar daya yang bekerja dengan prinsip elektromagnetik seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Sebuah koil dengan inti berbentuk huruf E yang diam, jika koil dialirkan arus listrik akan menjadi magnet dan menarik inti magnet yang bergerak dan menarik sekaligus kontak dalam posisi *ON*. Batang inti yang bergerak menarik paling sedikit 3 kontak utama dan beberapa kontak bantu bisa kontak NC atau NO. Kerusakan yang terjadi pada kontaktör, karena belitan koil terbakar atau kontak tipnya saling lengket atau ujung 2 kontaknya terbakar.



Gambar 5 : Tampak samping irisan kontaktor.

Susunan kontak dalam **Kontaktor Gambar 6** secara skematik terdiri atas belitan koil dengan notasi A2-A1. Terminal ke sisi sumber pasokan listrik 1/L1, 3/L2, 5/L3, terminal ke sisi beban motor atau beban listrik lainnya adalah 2/T1, 4/T2 dan 6/T3. Dengan dua kontak bantu NO *Normally Open* 13-14 dan 43- 44, dan dua kontak bantu NC *Normally Close* 21-22 dan 31-32. Kontak utama harus digunakan dengan sistem daya saja, dan kontak bantu difungsikan untuk kebutuhan rangkaian kontrol tidak boleh dipertukarkan. Kontak bantu sebuah kontaktor bisa dilepaskan atau ditambahkan secara modular.



Gambar 6. Simbol, kode angka dan terminal kontaktor.

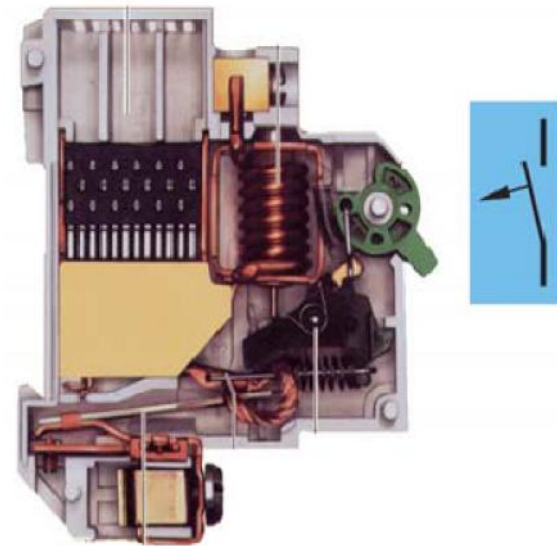
Bentuk fisik Kontaktor terbuat dari bahan plastik keras yang kokoh seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**. Pemasangan ke panel bisa dengan menggunakan rel atau disekrupkan. Kontaktor bisa digabungkan dengan beberapa engaman lainnya, misalnya dengan pengaman bimetal atau *overload* relay. Yang harus diperhatikan adalah kemampuan hantar arus kontaktor harus disesuaikan dengan besarnya arus beban, karena berkenaan dengan kemampuan kontaktor secara elektrik.



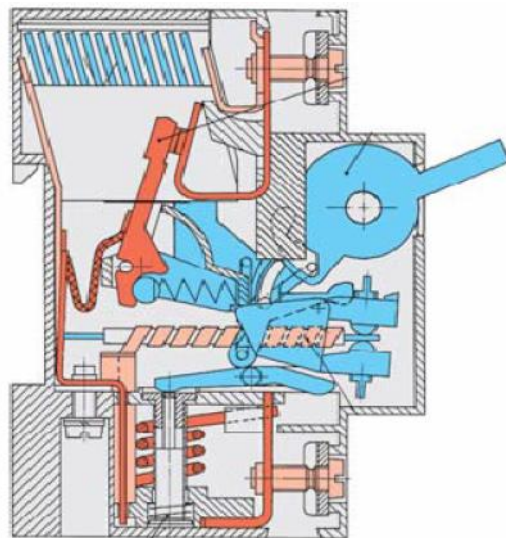
Gambar 7. Bentuk fisik kontaktor.

Pengaman sistem daya untuk beban motor listrik atau beban lampu berdaya besar bisa menggunakan sekering atau *Miniatur Circuit Breaker* (MCB) seperti terlihat pada **Gambar 8**. MCB adalah komponen pengaman yang kompak, karena di dalamnya terdiri dua pengaman sekaligus. Pertama pengaman beban lebih oleh bimetal, kedua pengaman arus hubungsingkat oleh relay arus. Ketika salah satu pengaman berfungsi maka secara otomatis sistem mekanik MCB akan trip dengan sendirinya. Pengaman bimetal bekerja secara *thermis*, fungsi kuadrat arus dan waktu sehingga ketika terjadi beban lebih reaksi MCB menunggu beberapa saat. Komponen *Motor Control Circuit Breaker* (MCCB) memiliki tiga fungsi sekaligus, fungsi pertama sebagai *switch* ing, fungsi kedua pengamanan

motor dan fungsi ketiga sebagai isolasi rangkaian primer dengan beban seperti terlihat pada **Gambar 9**. Pengaman beban lebih dilakukan oleh bimetal, dan pengamanan hubung singkat dilakukan oleh koil arus. hubung singkat yang secara mekanik bekerja mematikan *Circuit Breaker*. Rating arus yang ada di pasaran 16 A sampai 63 A.



Gambar 8. Tampak irisan Miniatur Circuit Breaker (MCB).



Gambar 9. Tampak irisan Motor Control Circuit Breaker.

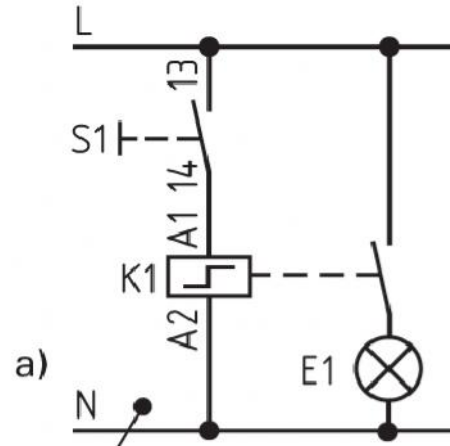
Bentuk fisik *Motor Control Circuit Breaker*(MCCB) terbuat dari *casing* plastik keras yang melindungi seluruh perangkat koil arus hubung singkat, bimetal, dan kontak utama seperti terlihat pada **Gambar 10**. Pengaman beban lebih *bimetal* dan *koil arus hubung singkat* terpasang terintegrasi. Memiliki tiga terminal ke sisi pemasok listrik 1L1, 3L2 dan 5L3. Memiliki tiga terminal terhubung ke beban yaitu 2T1, 4T2 dan 6T3. Terminal ini tidak boleh dibalikkan pemakaiannya, karena akan mempengaruhi fungsi alat pengaman.



Gambar 10. Bentuk fisik MCCB.

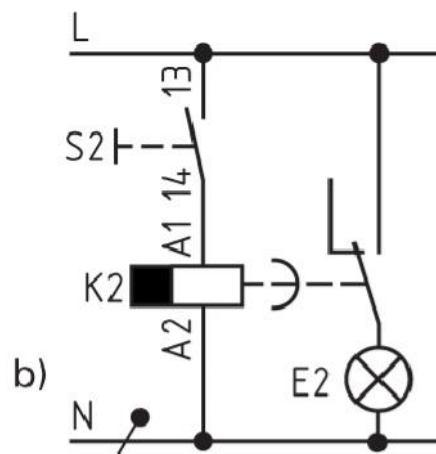
2. Prinsip Dasar Pengendali Elektromagnetik.

Komponen kontrol *relay impuls* bekerja seperti saklar *toggle* manual, bedanya *relay impuls* bekerja secara elektromagnetik seperti terlihat pada **Gambar 11**. Ketika saklar S1 di-ON-kan *relay impuls* K1 dengan terminal A1 dan A1 akan *energized* sehingga kontak posisi ON. maka lampu E1 akan menyala. Ketika saklar S1 posisi OFF mekanik pada *relay impuls* tetap mengunci tetap ON. Saat S1 di ON yang kedua, mekanik impuls lepas dan kontak akan OFF, lampu akan mati.



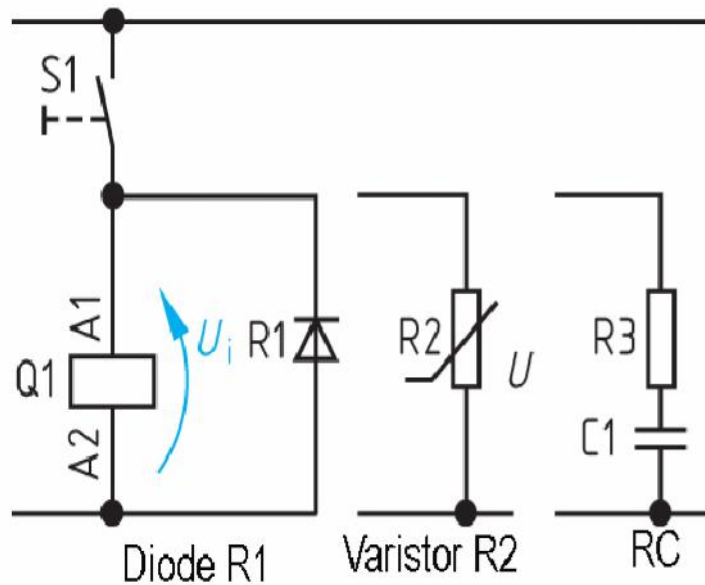
Gambar 11. Kontrol relay impuls.

Komponen *timer OFF-delay* bekerja secara elektromagnetik seperti terlihat pada **Gambar 12**. Saklar S2 di-*ON*-kan, koil *timer OFF-delay* K2 akan *energized* dan mengakibatkan saklar akan *ON* dan lampu menyala. Timer di setting pada waktu tertentu misalnya lima menit. Setelah waktu lima menit dicapai dari saat timer *energized*, mekanik timer *OFF* delay akan meng-*OFF*-kan saklar dan mengakibatkan lampu mati. Dalam pemakaiannya timer dikombinasikan dengan kontaktor, sehingga waktu *ON* dan *OFF* kontaktor bisa disetting sesuai dengan kebutuhan.



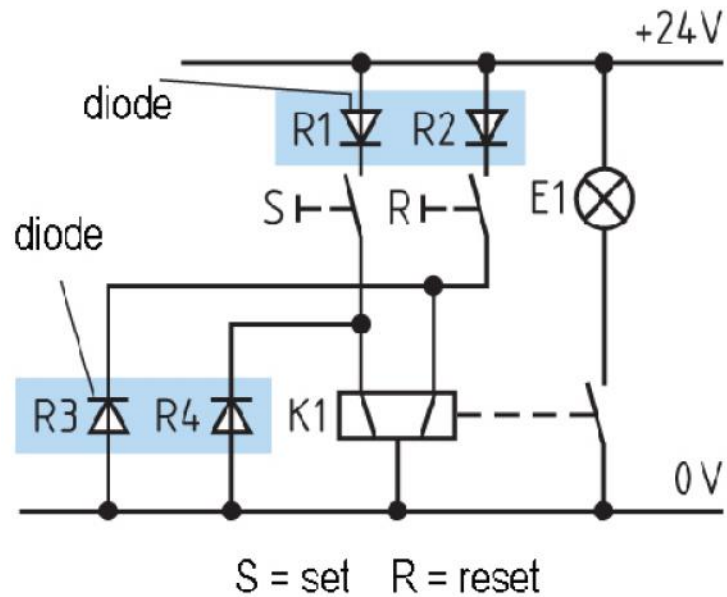
Gambar 12. Timer Off.

Koil kontaktor $Q1$ dalam aplikasinya dihubungkan paralel dengan *diode* $R1$, *Varistor* $R2$ atau *seri* $R3C1$ seperti terlihat pada **Gambar 13**. Koil $Q1$ yang diparalel dengan diode $R1$ gunanya untuk menekan timbulnya ggl induksi yang ditimbulkan oleh induktor pada koil $Q1$. Sedangkan *varistor* $R2$ memiliki karakteristik untuk menekan arus induksi pada koil agar minimal dengan mengatur besaran resistansinya. Koil $Q1$ yang diparalel dengan $R3C1$ akan membentuk impedansi sehingga arus yang mengalir ke koil minimal dan aman.



Gambar 13. Diode, Varistor dan RC sebagai pengaman relay.

Bentuk *Koil Set-Reset* dengan dua belitan dan dapat melayani dua saklar yang berfungsi sebagai saklar *Setting* (*tombol* S) dan saklar *Reset* (*tombol* R) seperti terlihat pada **Gambar 14**. Ketika tombol S di *ON* mekanik koil akan meng-*ON*-kan saklar dan lampu akan menyala. Diode $R1$, berpasangan dengan $K1$ dan diode $R4$. Ketika tombol R di *ON* koil *energized* dan sistem mekanik akan meng-*OFF* kan saklar dan lampu akan mati. Diode $R2$, berpasangan dengan $K1$ dan diode $R3$.



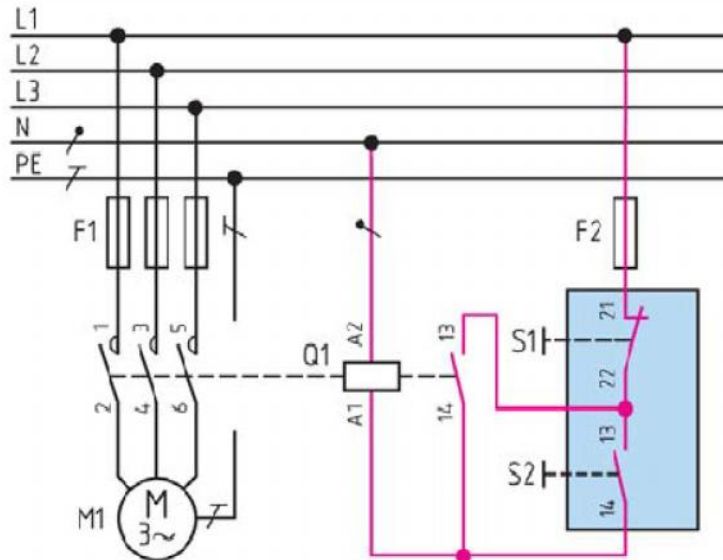
Gambar 14. Koil set-reset.

B. Aplikasi Pengendalian Electromagnetik.

Materi aplikasi pengendalian elektromagnetik khususnya nomor 1 sampai dengan nomor 6 diambil dari buku Teknik Listrik Industri Jilid 2 Untuk SMK terbitan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, yang disusun oleh Siswoyo pada tahun 2008. Materi aplikasi pengendalian elektromagnetik nomor 7 sampai 14 diambil dari Modul Pembelajaran Kontrol Magnetik yang diterbitkan oleh Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah dan Dasar, Departemen Pendidikan Nasional tahun 2003.

1. Pengendalian Motor Listrik 3 Fase Menggunakan 1 MC dan 1 Tombol On-Off.

Pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 1 tombol on-Off seperti terlihat pada **Gambar 15**. Pada gambar tersebut memperlihatkan ada lima kawat penghantar, yaitu $L1$, $L2$, $L3$, N dan PE , ada tiga buah *fuse* $F1$ yang gunanya sebagai pengaman hubung singkat jika ada gangguan pada rangkaian daya. Sebuah kontaktor memiliki enam kontak, sisi supply terminal 1, 3 dan 5, sedangkan disisi beban terhubung ke motor terminal 2, 4 dan 6. notasi ini tidak boleh dibolakbalikkan.

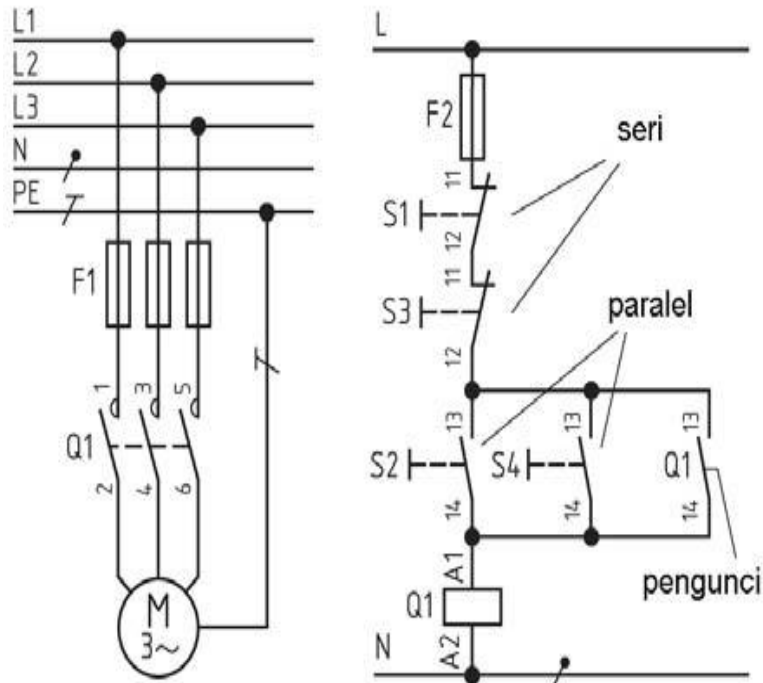


Gambar 15. Rangkaian daya dan kontrol motor menggunakan 1 MC.

Rangkaian kontrol dipasangkan *fuse* *F2* sebagai pengamanan jika terjadi hubung singkat pada rangkaian kontrol. Untuk **posisi menghidupkan atau ON**, Jika tombol *Normally Open* *S1* di *ON* kan listrik dari jala-jala *L* akan mengalir melewati *fuse* *F2*, *S1*, *S2* melewati terminal koil *A1A2* dari koil *Q1* ke netral *N*. Akibatnya koil kontaktor *Q1* akan *energized* dan mengaktifkan kontak *Normally Open* *Q1* terminal *13,14* akan *ON* dan berfungsi sebagai pengunci. Sehingga ketika salah satu tombol *S1* posisi *OFF* aliran listrik ke koil *Q1* tetap *energized* dan motor induksi berputar. Untuk **posisi mematikan atau OFF**, Tombol tekan *Normally Close* *S2* ditekan, maka *loop* tertutup dari rangkaian akan terbuka, hilangnya aliran listrik pada koil kontaktor *Q1* akan *de-energized*. Akibatnya koil kontaktor *OFF* maka kontak-kontak daya memutuskan aliran listrik ke motor.

2. Pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 2 tombol On-Off.

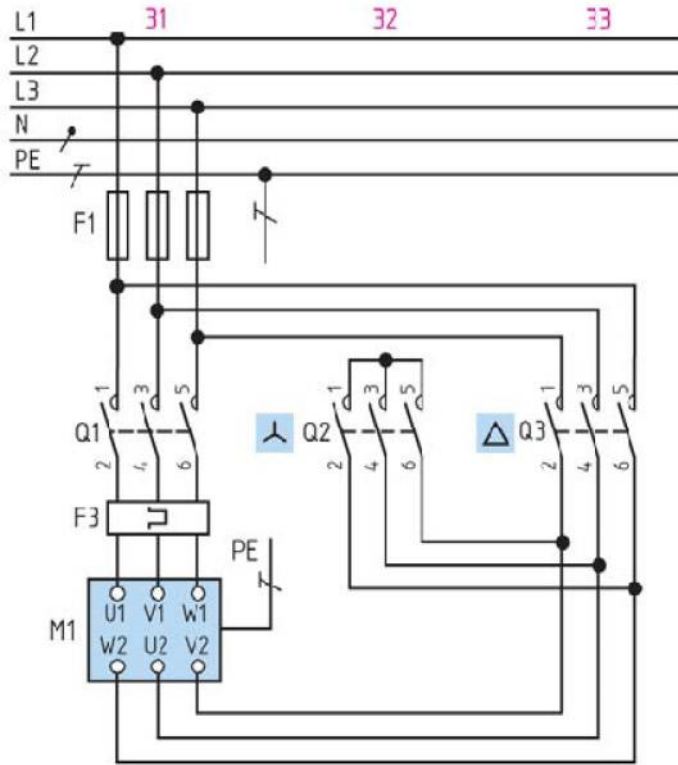
Pada Gambar 16. berikut ini merupakan pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC, dan 2 tombol On-Off. Secara prinsip hampir sama cara kerjanya dengan Gambar 15 di atas, namun yang membedakan adalah terdapat dua tombol *Normally Open* *S1* dan *S3* untuk menghidupkan rangkaian. Juga terdapat dua tombol *Normally Close* *S2* dan *S4* untuk mematikan rangkaian.



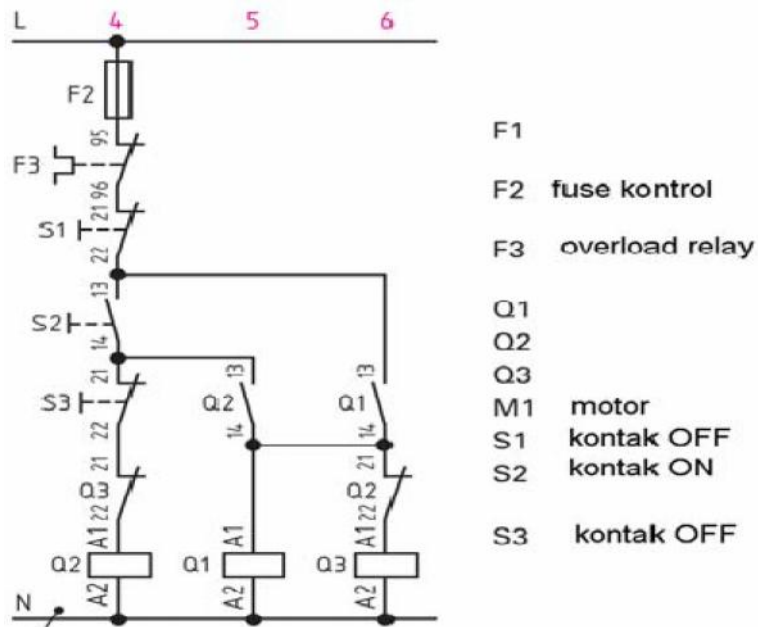
Gambar 16. Rangkaian pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 2 tombol On-Off.

3. Pengendalian starting motor listrik 3 fasa bintang-segitiga manual.

Rangkaian daya atau rangkaian utama pengendalian starting motor 3 fasa bintang-segitiga manual ditunjukkan seperti terlihat pada Gambar 17. Perpindahan dari hubungan bintang ke hubungan segitiga dilakukan secara manual oleh operator. *Fuse F1* untuk mengamankan jika terjadi hubungan singkat pada rangkaian daya, *thermal overload* relay *F3* berfungsi sebagai pengaman beban lebih. Saat kontaktor *Q1* dan *Q2* posisi *ON* motor terhubung secara bintang. Operator harus menekan tombol tekan *S3* ditekan maka *Q1* tetap *ON*, kontaktor *Q2* akan *OFF* sementara kontaktor *Q3* akan *ON* dan motor kini terhubung segitiga. Untuk mematikan tombol *S1* ditekan, maka rangkaian kontrol terputus, koil *Q1*, *Q2* dan *Q3* akan *OFF*, rangkaian daya dan kontrol terputus. Jika terjadi beban lebih *thermal overload* relay berfungsi kontak *F3* akan membuka rangkaian kontrol dan rangkaian daya terputus. Untuk rangkaian kontrolnya seperti ditunjukkan pada Gambar 18.

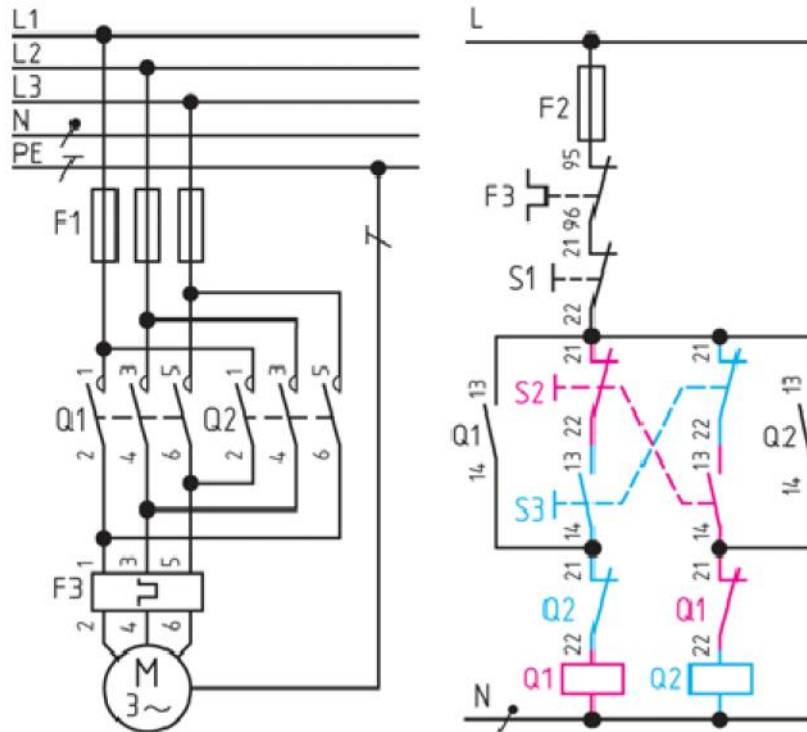


Gambar 17. Rangkaian daya atau rangkaian utama pengendalian starting motor listrik 3 fasa bintang–segitiga manual.



Gambar 18 Rangkaian kontrol starting bintang-segitiga motor 3 fasa manual.

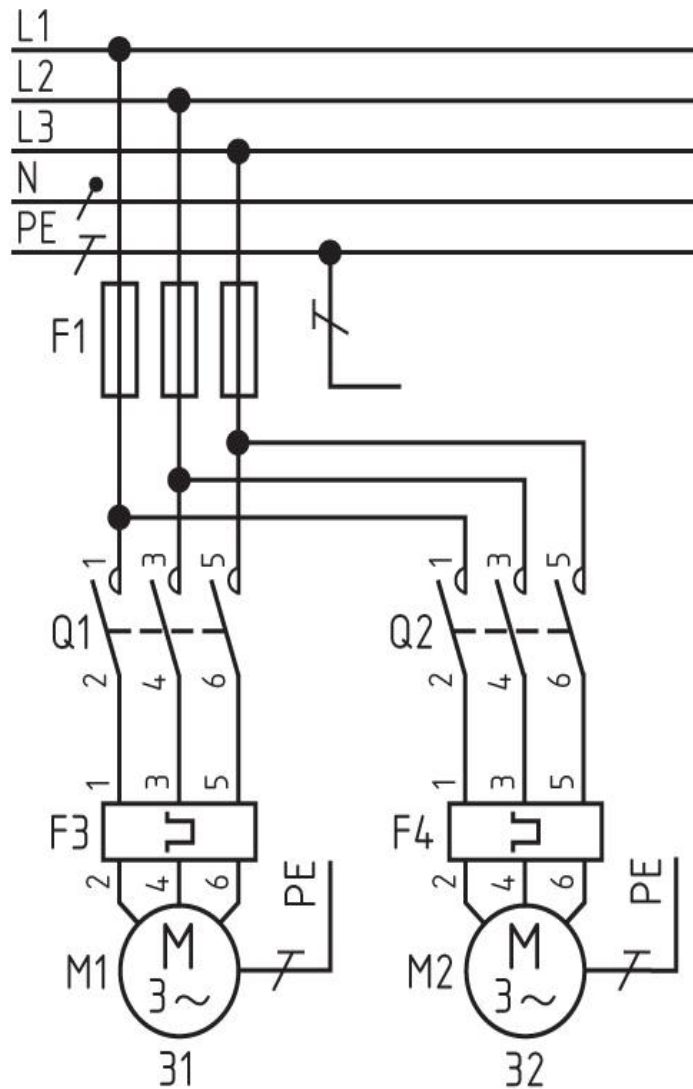
motor akan berputar ke kiri. Rangkaian daya dilengkapi pengaman *thermal overload relay* F3, yang akan memutuskan rangkaian daya dan rangkaian kontrol ketika motor mendapat beban lebih.



Gambar 20 Rangkaian utama dan rangkaian kontrol pengendalian motor 3 fase putar kanan dan kiri manual.

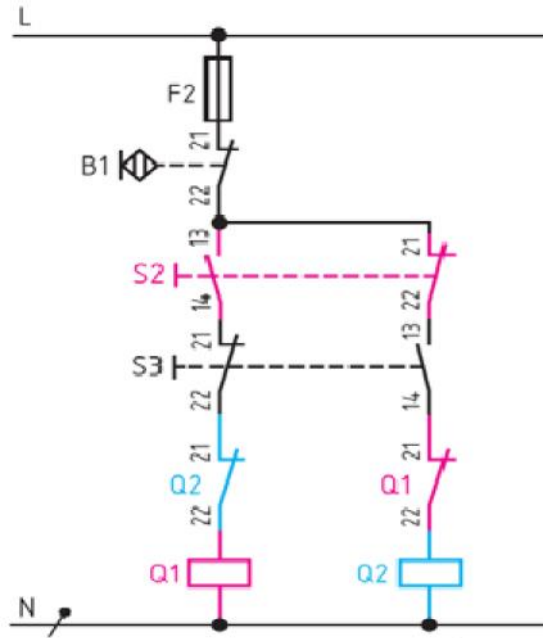
6. Pengendalian 2 buah motor induksi 3 fase bergantian.

Dalam proses diperlukan kerja dua atau beberapa motor induksi bekerja secara bergantian sesuai kebutuhan. Berikut ini dua motor induksi dirancang untuk bekerja secara bergantian, dengan interval waktu tertentu. Pada rangkaian daya dua motor bekerja bergantian, *fuse* F1 berfungsi sebagai pengaman jika terjadi gangguan hubung singkat rangkaian daya baik motor-1 dan motor-2 seperti terlihat pada Gambar 21. Kontaktor Q1 mengendalikan motor-1 dan kontaktor Q2 mengendalikan motor-2. Masing-masing motor dipasang *thermal overload* F3 dan F4. Kontaktor Q1 dan kontaktor Q2 dirancang *interlocking*, artinya mereka akan bekerja secara bergantian.

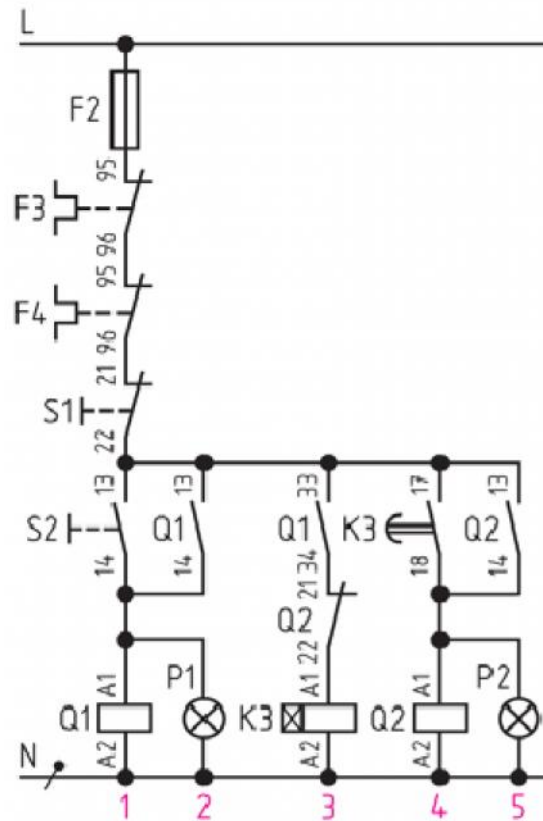


Gambar 21. Rangkaian utama atau daya pengendalian 2 buah motor induksi 3 fasa bergantian.

Adapun rangkaian kontrol secara manual seperti ditunjukkan pada Gambar 22, sedangkan rangkaian kontrol secara otomatis seperti ditunjukkan pada Gambar 23.



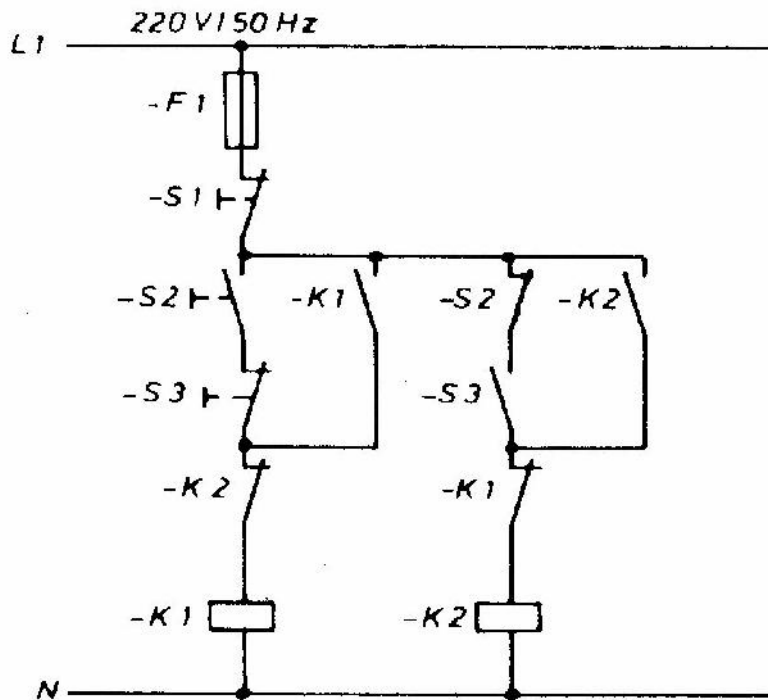
Gambar 22. Rangkaian kontrol 2 buah motor 3 fasa bekerja bergantian manual.



Gambar 23. Rangkaian kontrol 2 buah motor 3 fasa bekerja bergantian otomatis.

7. **Pengendalian kelompok dengan bekerja bergantian.**

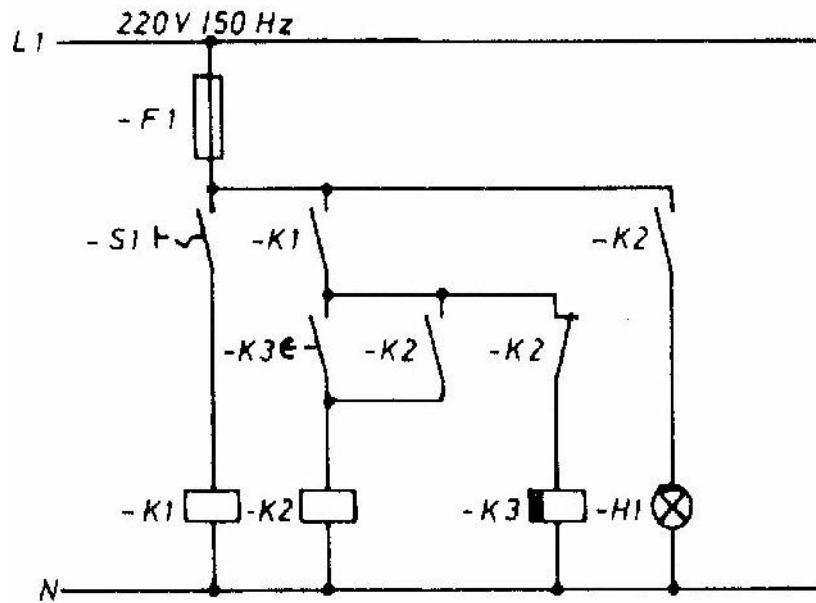
Seperti terlihat pada Gambar 24, jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci. Jika tombol S3 ditekan maka K2 akan bekerja kalau K1 sedang terputus. Kemudian kalau tombol S2 dan S3 ditekan secara bersamaan, tidak akan ada kontaktor yang bekerja. Dengan menekan S1 akan dapat memutus 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.



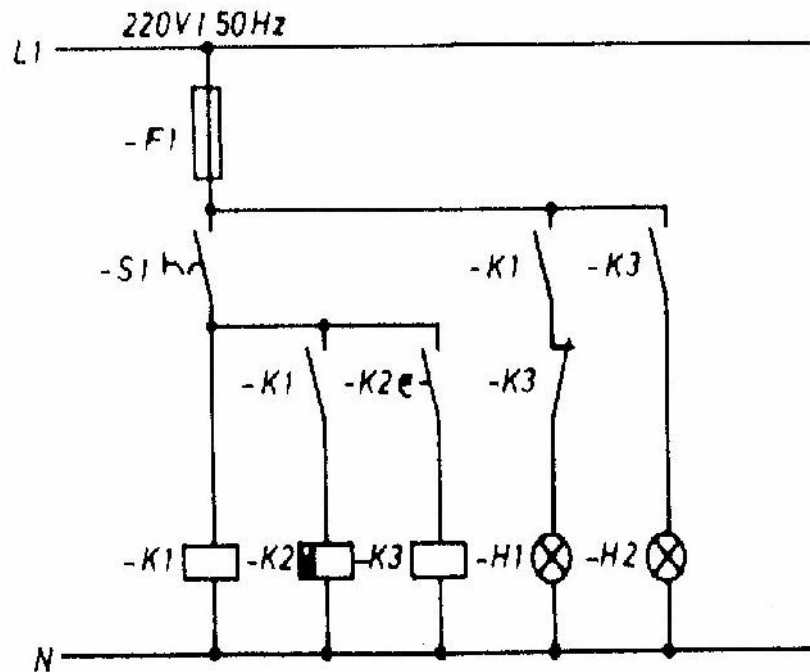
Gambar 24. Rangkaian control pengendalian kelompok motor bekerja bergantian.

8. **Penyalan Lampu dengan waktu tunda (Perlambatan).**

Seperti terlihat pada Gambar 25, 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 menghidupkan lampu H1. Dengan memutus saklar S1, maka kontaktor K1 lepas dan la,pu H1 terputus.

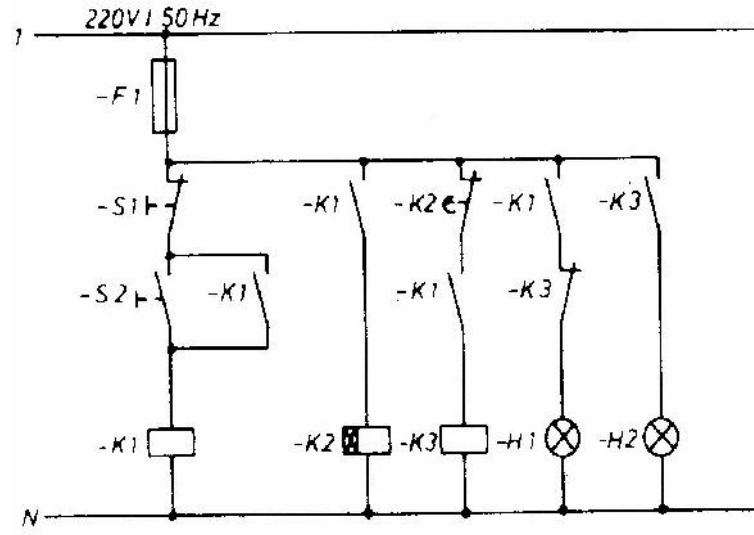


Gambar 25. Rangkaian control penyalaaan lampu dengan waktu tunda.
 Pada Gambar 26, juga disajikan rangkaian kontrol penyalaaan 2 lampu dengan tunda waktu. Coba Bapak atau ibu jelaskan cara kerja rangkaian control tersebut.

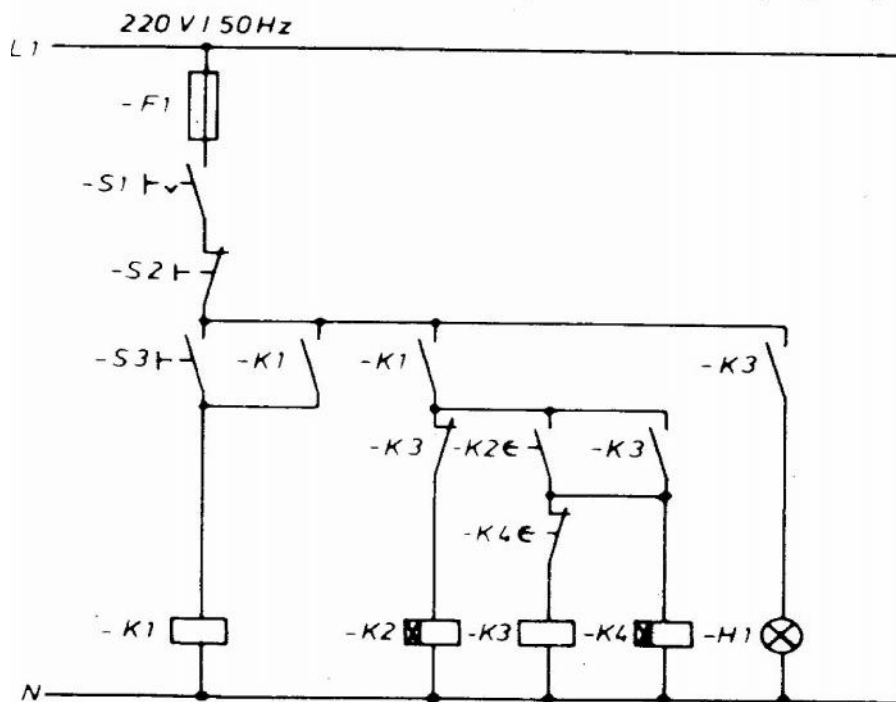


Gambar 26. rangkaian kontrol penyalaaan 2 lampu dengan tunda waktu.

Demikian halnya pada Gambar 27 berikut disajikan tentang rangkaian control dua lampu indikator dengan penunda waktu. Coba Bapak dan Ibu sekalian jelaskan cara kerja rangkaian control tersebut.



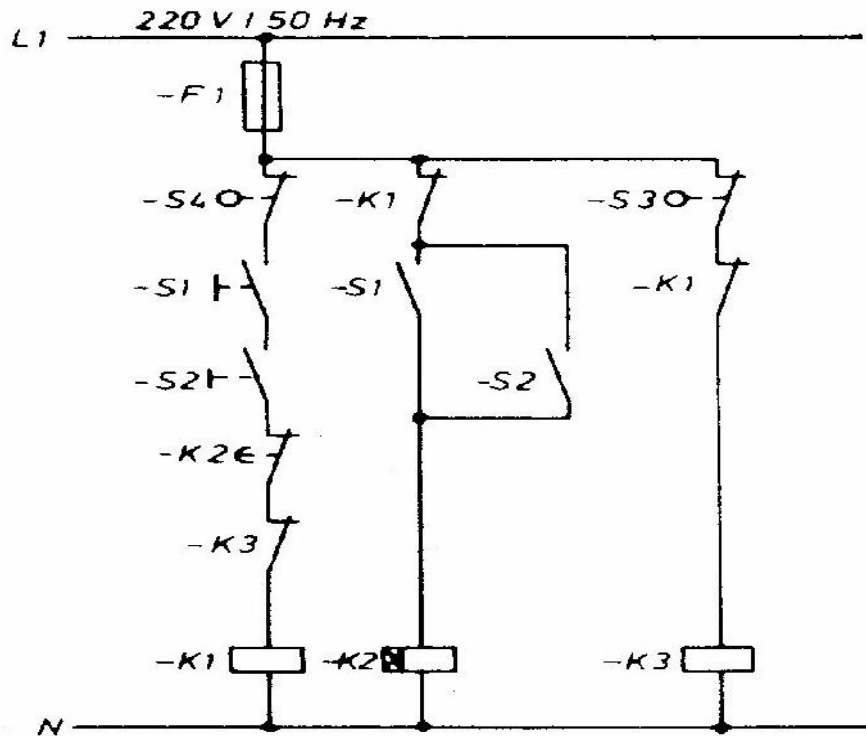
Gambar 27. Rangkaian control dua lampu indikator dengan penunda waktu. Pada Gambar 28 berikut disajikan pengendalian lampu nyala kedip. Coba Bapak atau Ibu jelaskan cara kerja rangkaian control tersebut.



Gambar 28. Pengendalian lampu nyala kedip.

9. Pengendalian alat press menggunakan dua tombol “ON”.

Seperti terlihat pada Gambar 29, 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.

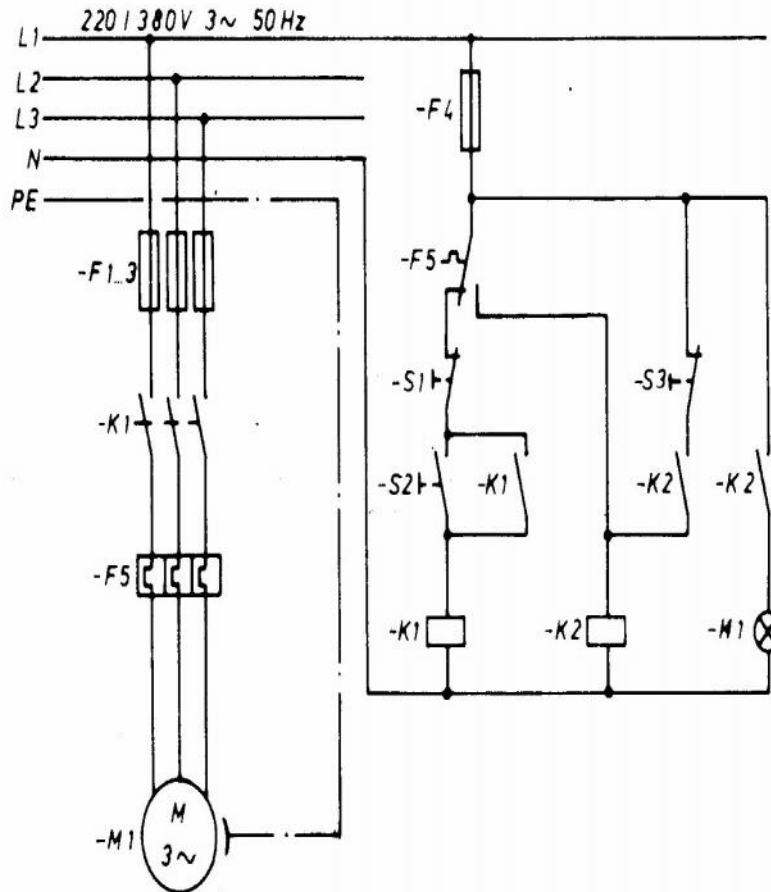


Gambar 29. Pengendalian alat press menggunakan dua tombol “ON”.

10. Rangkaian kontaktor dilengkapi indikator gangguan.

Seperti terlihat pada Gambar 30, 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

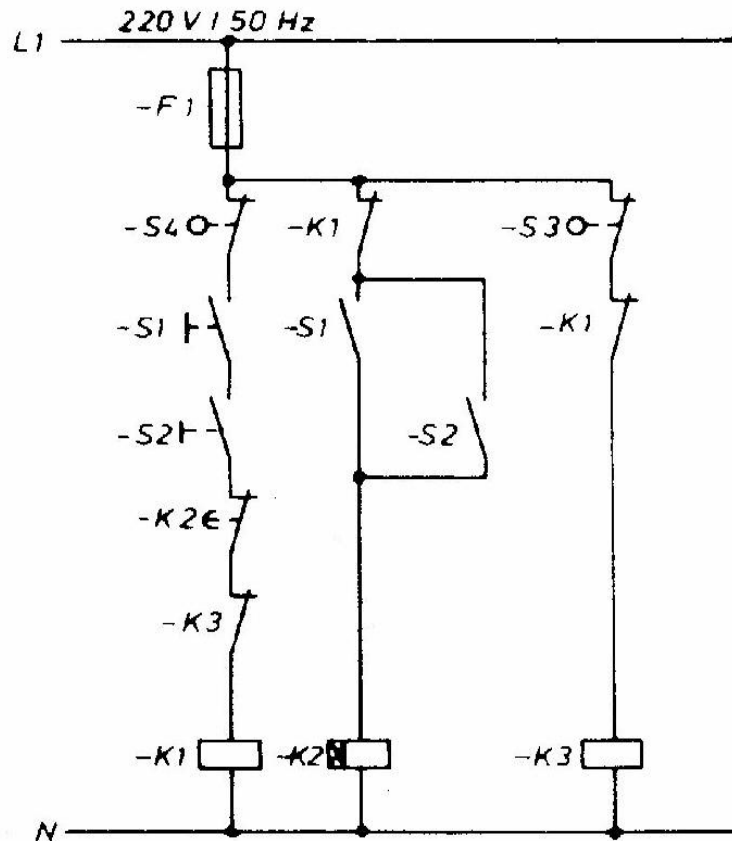
K2 masih tetap bekerja dan lampu tunda masih menyala. Lampu tunda nyala H1 dapat diputus.



Gambar 30. Rangkaian kontaktor dilengkapi indikator gangguan.

11. Rangkaian kontaktor menggunakan rele tunda waktu membuka.

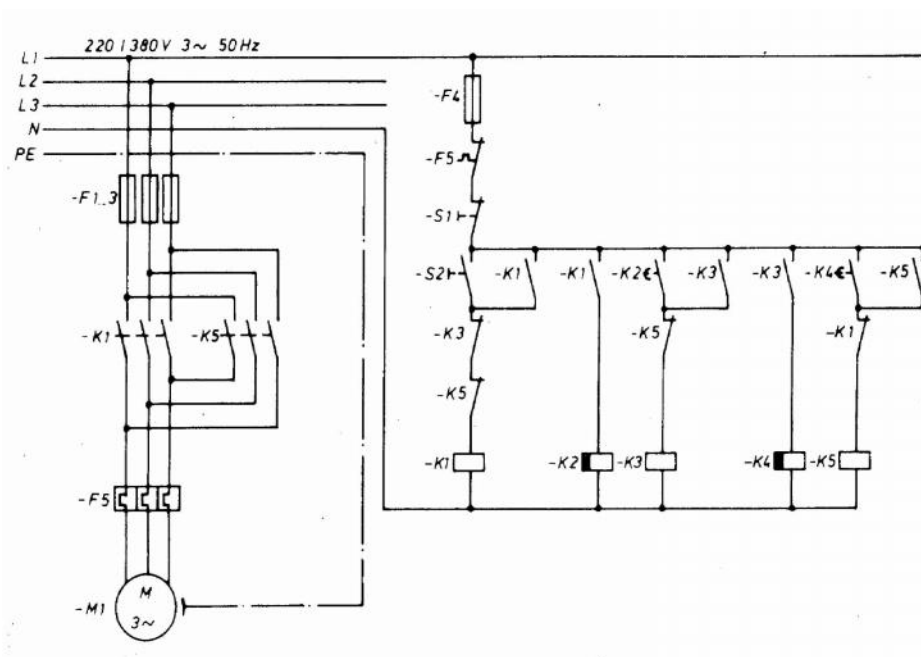
Seperti disajikan pada Gambar 31, dengan menekan tombol S3, kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci. Kontak (NO) K1 akan menghubungkan rele tunda waktu K2, sedang lampu H1 dan kontaktor K3 yang dilayani oleh kontak NO (K1) akan menutup, serta mengunci sendiri, motor M1 akan bekerja. Jika tombol S2 ditekan, 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 32. Rangkaian alat press menggunakan dua tombol “ON”.

13. Pengendalian kontaktor untuk putaran kiri dan kanan motor secara otomatis.

Seperti terlihat pada Gambar 33, 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.



Gambar 33. Pengendalian kontaktor untuk putaran kiri dan kanan motor secara otomatis.

LATIHAN:

1. Sebutkan komponen-komponen yang dipergunakan dalam system pengendalian elektromagnetik, selanjutnya jelaskan fungsi dan cara kerjanya.
2. Gambarkan rangkaian kontrol dan rangkaian utama pada pengendalian sebuah motor induksi tiga fase yang dapat dihidupkan dan dimatikan dari 8 tempat, kemudian jelaskan prinsip kerja pengendalian tersebut.
3. Gambarkan rangkaian kontrol dan rangkaian utama pada pengendalian 5 motor induksi tiga fase yang bekerja berurutan secara otomatis pada selang waktu tertentu yang dilayani sebuah tombol On dan Off, kemudian jelaskan prinsip kerja pengendalian tersebut.
4. Buatlah rangkaian control dan rangkaian utama pengendalian MC untuk membuka dan menutup pintu garasi mobil yang digerakkan oleh sebuah motor induksi 3 fasa secara manual yang dilengkapi tombol untuk membuka dan tombol untuk menutup garasi berada di dalam maupun di luar garasi serta saklar pembatas untuk membatasi gerakan membuka atau menutup pintu garasi tersebut. Selanjutnya jelaskan cara kerja pengendalian tersebut.

Daftar Pustaka

- Siswoyo, 2008, *Teknik Listrik Industri Jilid 2 Untuk SMK*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, 2003, *Modul Pembelajaran Kontrol Magnetik*, Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah dan Dasar, Departemen Pendidikan Nasional.