



KEMENTERIAN
KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK INDONESIA



MATERI PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN
RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK
DAN KONTROL MOTOR LISTRIK
D.35.144.03.031.1

PEMERINTAH KABUPATEN PATI
DINAS TENAGA KERJA
UPTD BALAI LATIHAN KERJA
Jl. Raya Banyuurip Km. 3 Margorejo

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

Pengoperasian rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik adalah bagian paling dasar dari sebuah sistem otomasi atau sistem kendali. Pemahaman tentang rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik ini mutlak diperlukan sebelum beranjak lebih jauh untuk belajar Programmable Logic Controller (PLC) atau kendali yang lain. Pada Buku Materi ini Anda akan belajar bagaimana memasang dan mengoperasikan sebuah rangkaian kendali dasar motor listrik pada sistem otomasi industri.

Mulai dari mengidentifikasi komponen atau memilih dan menentukan jenis komponen, jumlah komponen hingga cara merangkainya menjadi sistem yang diinginkan. Komponen yang akan selalu diperlukan adalah Power supply (sumber tegangan) sebagai penyediaan arus listrik, beberapa Push Button dan Emergency Stop sebagai alat untuk mengatur buka atau tutup rangkaian dan Lampu Indikator serta Motor Listrik yang berperan sebagai beban yang sedang dikendalikan. Pada buku Materi ini akan diperkenalkan rangkaian – rangkaian yang umum digunakan pada Otomasi Industri.

1. Prinsip Pengontrolan Motor Listrik

Motor listrik bisa kita anggap sebagai “otot” utama bagi perkembangan otomasi di dunia industri karena kemudahan mendapatkan sumber energi daripada jenis penggerak lain, seperti pneumatik, hidrolik maupun sistem tenaga uap. Sehingga belajar otomasi industri sudah barang tentu harus belajar tentang prinsip kerja dan pengendalian motor listrik (Samsul, 2017).

Menurut Buku Materi Kelas XI (2013), Kata kontrol berarti mengatur atau mengendalikan, jadi yang dimaksud dengan pengontrolan motor adalah pengaturan atau pengendalian motor mulai dari pengasutan, pengoperasian hingga motor itu berhenti. Maka pengontrolan motor listrik dapat dikategorikan menjadi tiga bagian menurut fungsinya, yaitu:

- a. Pengontrolan pada saat pengasutan (starting)
- b. Pengontrolan pada saat motor dalam keadaan beroperasi (pengaturan kecepatan, pembalikan arah putaran dan lain – lain)
- c. Pengontrolan pada saat motor berhenti beroperasi (pengereman).

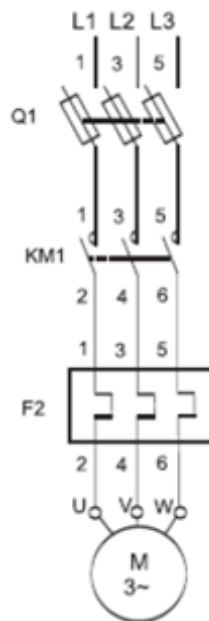
Sesuai dengan perkembangan teknologi yang memicu perkembangan industri, cara atau sistem pengontrolan itu terus berkembang. Maka dari

caranya dapat diklarifikasikan menjadi: (a) Pengontrolan cara manual (manual control); (b) Pengontrolan semi-otomatis (semi-automatic control); (c) Pengontrolan otomatis (automatic control), dan (d) Pengontrolan terprogram (programmable controller).

Dalam mengoperasikan motor listrik, agar dapat berfungsi andal dan terhindar dari gangguan dan kerusakan, dan terjamin keselamatan terhadap bahaya sengatan listrik, maka setiap instalasi motor – motor listrik dilengkapi dengan peralatan proteksi, yaitu proteksi beban lebih, hubung singkat, dan pentanahan.

2. Proteksi Motor Listrik

Memproteksi operasi motor terhadap gangguan dan kerusakan, pada rangkaian kontrolnya diterapkan peralatan proteksi seperti TOR (Thermal Overload Relay) dan Sekering atau MCB (Miniature Circuit Breaker) untuk proteksi beban lebih motor. Gambar 1 menunjukkan rangkaian pengontrolan motor yang dilengkapi dengan alat proteksi Sekering atau MCB (Q1) dan TOR (F2).



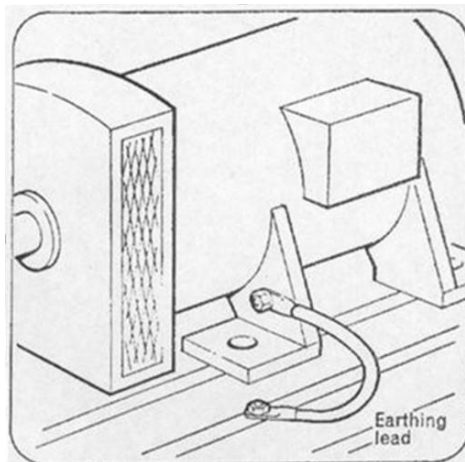
Gambar 1. Sistem Proteksi Pengontrolan Motor
(Buku Ajar Materi XI, 2013)

Pada Gambar 1, sistem proteksi pengontrolan motor mempunyai 2 (dua), dimana masing – masing akan memproteksi arus yang berbeda, maka batas penyetelan pemutusan arus tidak sama besar. Proteksi dari sumber tegangan dengan sekering atau MCB. Sedangkan TOR proteksi disetel mengacu kepada arus nominal motor.

Menurut Buku Materi Kelas XI (2013), Besaran arus TOR yang disetel adalah 110 – 120 % dari arus nominal motor. Sebagai contoh: suatu motor mempunyai arus nominal sebesar 9 A, maka batas pemutusan arus disetel: Penyetelan pemutusan arus TOR = 110 % x 9 A = 10 A.

Untuk alat proteksi lainnya seperti MCB, batas pemutusan arusnya tidak dapat disetel. Untuk menentukan nominal arus MCB sebagai proteksi rangkaian adalah minimum 120% dari kuat arus rangkaian yang diproteksi, misalnya beban motor.

Sedangkan sistem pentanahan suatu motor listrik seperti gambar 2, adalah peralatan proteksi motor terhadap tegangan sentuh dan sambaran petir.









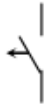
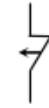
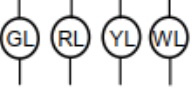
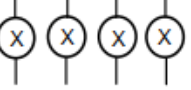





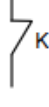


Gambar 2. Kabel Pentanahan Motor
(Buku Ajar Materi XI, 2013)


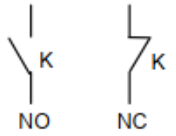
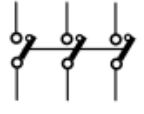
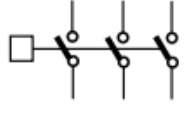
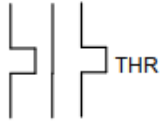
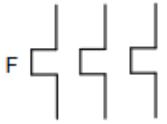
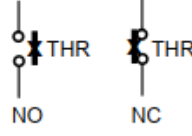
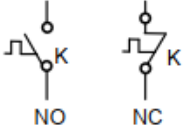
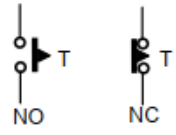
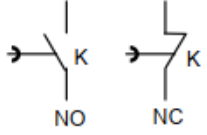
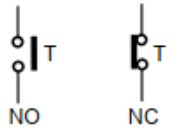
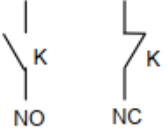


Apabila baut pengikat kabel pentanahan dari gambar 2, tidak terikat kencang akan terjadi pengapian saat badan motor tersentuh tegangan yang disebabkan oleh kegagalan isolasi motor atau motor disambar petir. Oleh sebab itu, periksa kabel pentanahan motor, terutama kekencangan ikatan sambungan kabel seperti gambar 2. Pentanahan yang baik besarnya tahanan maksimum adalah 0,8 Ω .

3. Pengenalan Gambar atau Simbol – Simbol Kontrol Motor Listrik

Simbol – simbol dari komponen yang dipakai pada rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik berbeda antara standar Jepang dengan standar Eropa. Agar tidak terjadi kebingungan dalam membaca dan mendesign rangkaian kontrol, tabel berikut memperlihatkan konversi simbol – simbol komponen rangkaian kontrol antara Standar Jepang – JIS (Japanese Industrial Standard) dan Standar Eropa – IEC (International Electrotechnical Commission) (Suripto, 2017).

Tabel 1. Konversi Simbol – Simbol Komponen Kontrol JIS dan IES

NO	Nama komponen	Simbol JIS	Simbol IEC
1.	Kontak NO		
2.	Kontak NC		
3.	Button Switch/saklar tombol	  NO NC	  NO NC
4.	Lampu Tanda		
5.	Kumparan Rele		
6.	Titik kontak rele NO		
7.	Titik kontak rele NC		
8.	Kumparan magnet kontaktor		

9.	Kontak bantu kontaktor		
10.	Kontak utama		
11.	Bimetal dari TOR		
12.	Titik kontak TOR		
13.	Kontak waktu / timer		
15.	Kontak langsung timer		
16.	Kumparan Timer		

(PUIL, 2011), (Kardiawan, 2015).

4. Komponen Pengendali Elektromekanik

Mengidentifikasi komponen – komponen pengendali elektromekanik dan mengetahui fungsi dan prinsip kerja komponen pengendali elektromekanik pada sistem kendali elektromekanik.

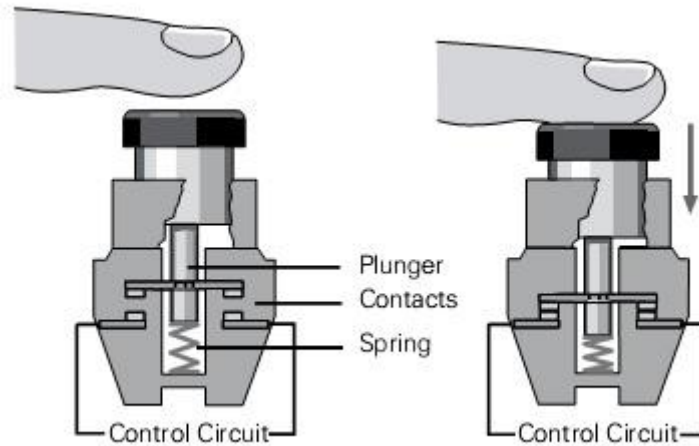
4.1 Tombol Tekan (Push Button)

Push Button adalah perangkat/ tombol sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci).

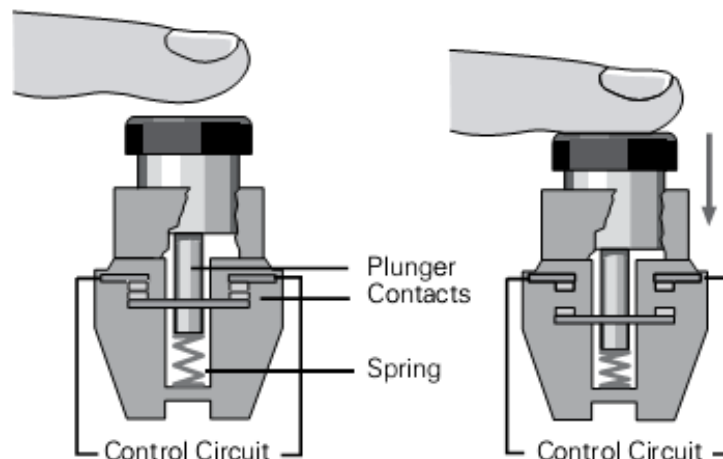
a. Prinsip Kerja Push Button

Prinsip kerja Push Button menggunakan sistem kerja unlock, artinya tombol akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran listrik

saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka tombol akan Kembali pada kondisi normal. Tombol yang normal direncanakan untuk berbagai jenis yang mempunyai kontak normal tertutup (Normally Closed/ NC) atau kontak normal terbuka (Normally Open/ NO).



Gambar 3. Kontruksi Tombol Tekan NO
(Buku Ajar Materi XI, 2013)



Gambar 4. Kontruksi Tombol Tekan NC
(Buku Ajar Materi XI, 2013)



Gambar 5. Contoh Push Button
(Electric Channel, 2018)

Kontak NO akan menutup, jika tombol ditekan, dan kontak NC akan membuka bila tombol ditekan. Tombol tekan NO digunakan untuk START, sedangkan tombol tekan NC digunakan untuk STOP.

b. Aplikasi *Push Button*

Menurut Kardiawan (2015), berikut contoh penggunaan Tombol Tekan sesuai dengan klasifikasi warna:

Tabel 2. Tombol Tekan sesuai Klasifikasi Warna

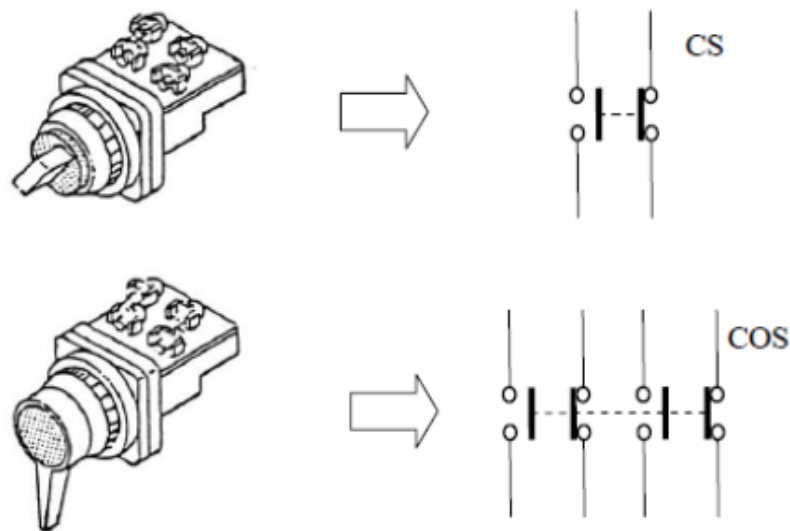
Warna Tombol	Fungsi	Pemakaian
Merah	Stop	Satu atau sebagian motor stop, tanpa menggunakan chuk magnet, untuk penghenti, penghenti putaran
	<i>Emergenci Stop</i>	Semua stop
Kuning	Start kembali urutan normal	Kembali pada putaran start pada keadaan putaran belum sempurna
	Start kembali dari henti mendadak	Dapat merusak fungsi lain
Hitam / Hijau	Star	Star putaran pada urutan tertentu, start sebuah atau sebagian dengan peralatan tambahan pada rangkaian, unit start, menambah chuk magnetik
Putih	Keadaan lain selain warna diatas	

4.2 Saklar Pemilih (*Selector Switch*)

Selector Switch adalah saklar yang dioperasikan dengan cara memutar dan biasanya digunakan pada rangkaian yang memerlukan pilihan lebih dari 2 posisi.

a. Prinsip Kerja *Selector Switch*

Ketika *Selector Switch* diputar kekanan yang semulanya ada di kiri maka arus akan mengalir menuju ke kontak NO atau NC dari *selector* Kanan. *Selector* istilahnya memilih tetapi dalam komponen listrik *selector* berfungsi untuk memindahkan arus listrik dari kontak block menuju ke kontak block lainnya



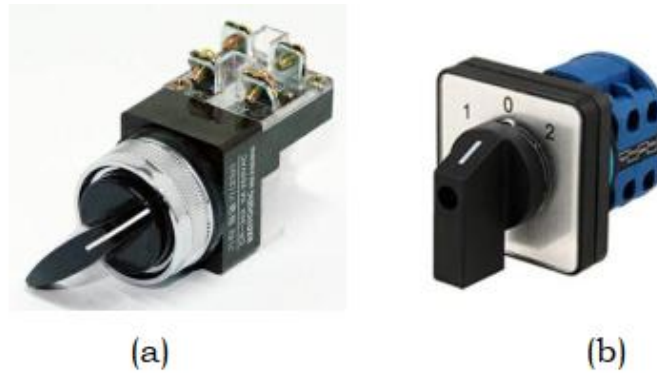
Gambar 6. Bentuk dan symbol dari *Select Switch*
(Kardiaman, 2015)

b. Aplikasi *Selector Switch*

Ditinjau dari penggunaan/ pembuatan *select switch* ada yang mempunyai 2 atau 3 *notchs* seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 7. *Notchs* pada *Select Switch*
(Kardiaman, 2015)



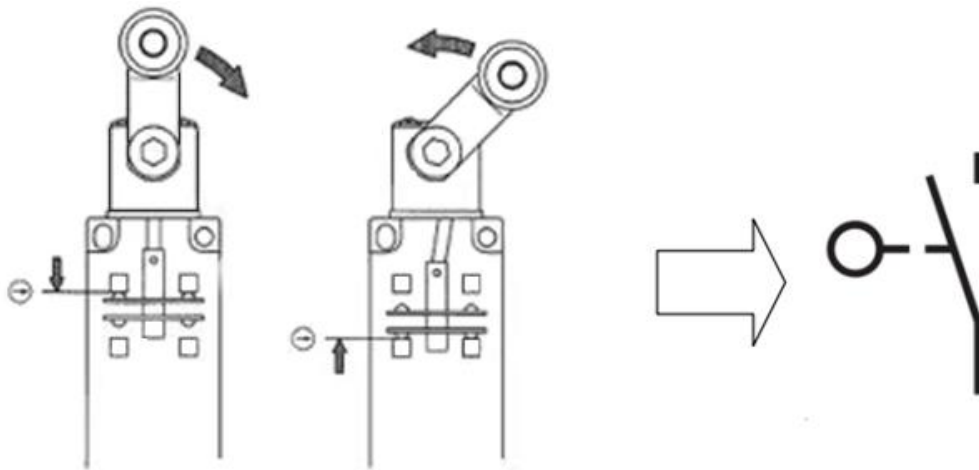
Gambar 8. Contoh *Select Switch* (a) 2 *Notchs*, (b) 3 *Notchs* (Feriadianto, 2020).

4.3 Saklar Batas (*Limit Switch*)

Limit Switch adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas actuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari *Normally Open/ NO* ke *Closed* atau sebaliknya dari *Normally Closed/ NC* ke *Open*).

a. Prinsip Kerja Saklar Batas

Posisi kontak akan berubah Ketika tuas actuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi ON atau OFF.



Gambar 9. Sistem kerja *Limit Switch* (Dermanto, 2014)

b. Aplikasi Saklar Batas

Contoh aplikasi *Limit Switch*, seperti: Pintu gerbang otomatis, Pintu panel listrik sebagai saklar otomatis menyalakan lampu saat pintu panel dibuka, dan Tutup/*Cover* mesin sebagai *safety* apabila *cover* dibuka maka mesin akan mati.



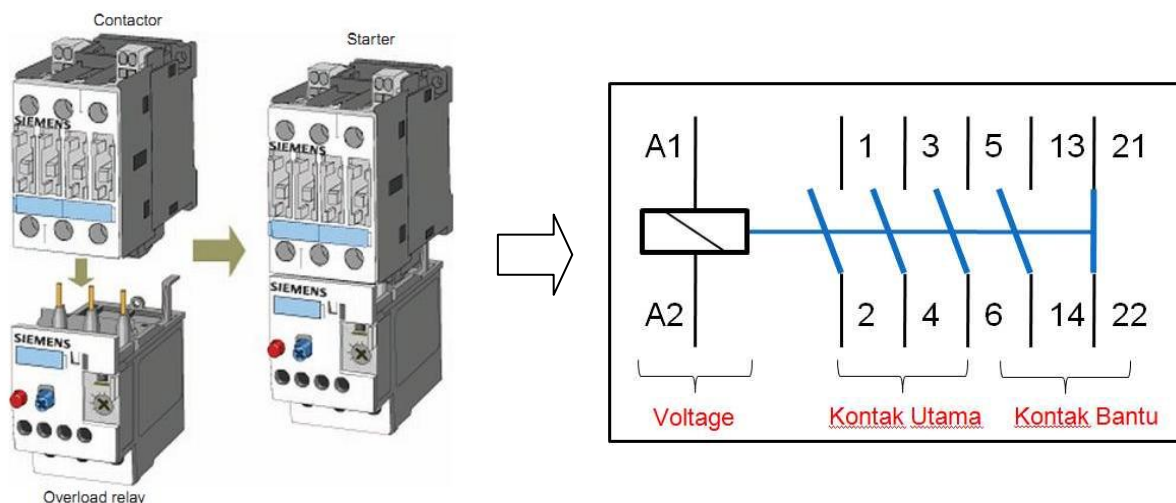
Gambar 10. Contoh *Limit Switch*
(Dermanto, 2014)

4.4 Kontaktor Magnet (*Magnetic Contactor*)

Kontaktor magnet atau sakelar magnet adalah sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan, artinya saklar ini dapat bekerja apabila ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan pelepas kontak-kontak.

a. Prinsip Kerja Kontaktor Magnet

Menurut Kardiawan (2015), Inti kontak gerak (*mobile core*) dengan gaya magnetisasi dari kontak diam/*fixed core* (rangsangan kumparan magnet kontaktor) bila arus input dialirkan ke dalam coil (arus dialirkan dengan adanya tegangan listrik). Selanjutnya kontak gerak bergerak bersama dengan inti gerak (*mobile core*) yang mengakibatkan kontak diam (*fixed contact*) menjadi ON. Bila arus yang mengalir ke *coil* di putus, gaya magnet akan hilang dan mengakibatkan inti gerak dan kontak gerak kembali ke posisi semula akibat pengaruh dorongan pegas dan akibatnya kontak diam (*fixed contact*) menjadi OFF kembali.



Gambar 11. IEC Starter - Kontaktor Magnet
(Buku Materi Kelas XI, 2013)

b. Aplikasi Kontaktor Magnet

Biasanya pada kontaktor terdapat 2 (dua) kontak, yaitu kontak normal terbuka (*normaly open/ NO*) dan kontak normal tertutup (*normaly close/ NC*). Fungsi kedua kontak tersebut terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan untuk mengalirkan arus pada rangkaian utama, yaitu arus yang diperlukan untuk peralatan listrik, seperti: motor listrik, pesawat pemanas dan sebagainya. Sedangkan kontak bantu digunakan untuk mengalirkan arus pada rangkaian pengendali (kontrol) yang diperlukan untuk kumparan magnet, alat bantu rangkaian, lampu indikator, dan sebagainya.



Gambar 12. Kontaktor Magnet
(Wijdan, 2016)

Penggunaan kontaktor harus dipahami rangkaian pengendali (kontrol) dan rangkaian daya (utama). Rangkaian pengendali adalah rangkaian yang hanya menggambarkan bekerjanya kontaktor dengan kontak-kontak bantu. Sedangkan rangkaian utama adalah rangkaian yang khusus melayani hubungan peralatan listrik dengan sumber tegangan (jala-jala).

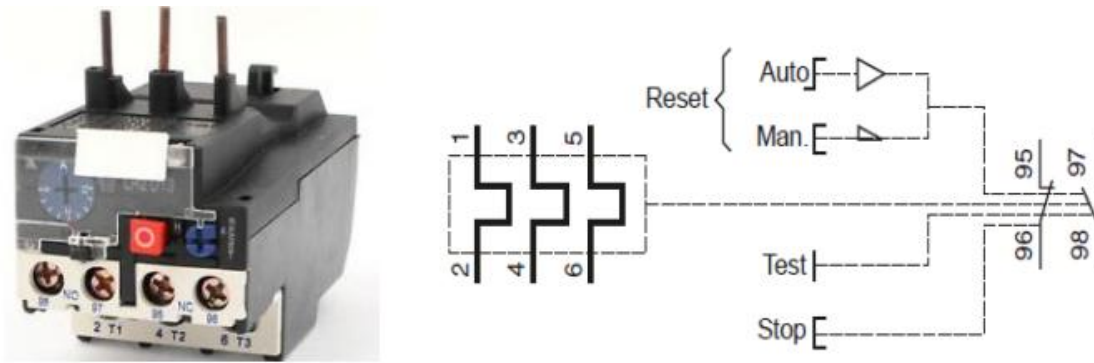
4.5 Thermal Overload Relay (TOR)

Thermal Overload Relay (TOR) adalah Alat pengaman atau rele untuk mengamankan rangkaian/ motor 3 phase yang digunakan terhadap gangguan beban lebih. TOR ini biasanya dihubungkan pada kontaktor ke kontak utama 2, 4, dan 6, sebelum dihubungkan ke beban (motor 3 phase). Gunanya untuk memberikan perlindungan terhadap motor 3 phase dari kerusakan akibat beban lebih (Buku Materi Kelas XI, 2013).

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih adalah:

- Terlalu besar beban mekanik dari kemampuan motor 3 phase
- Arus Start yang terlalu besar atau motor berhenti secara mendadak
- Terjadi hubung singkat pada lilitan motor 3 phase

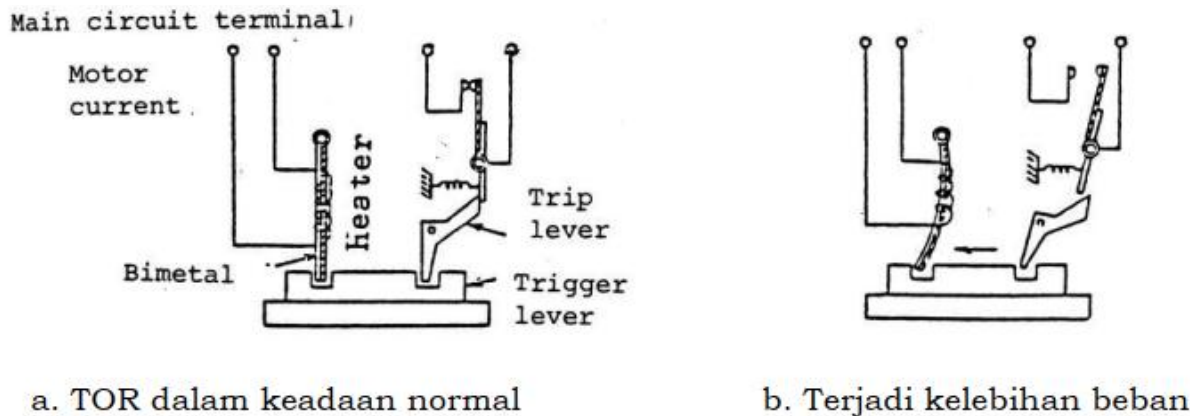
- Terputusnya salah satu phase dari motor 3 *phase*



Gambar 13. *Thermal Overload Relay*
(Fankychristian, 2014)

a. Prinsip Kerja TOR

Menurut Kardiawan (2015), pada TOR terdapat bimetal, yaitu dua logam yang mempunyai titik muai yang berbeda. Jika arus yang mengalir ke motor melebihi harga nominalnya maka bimetal akan panas dan melengkung sehingga akan menggerakkan sakelar/titik kontak/pengungkit yang ada pada TOR itu sendiri (lihat gambar 13) yang mengakibatkan rangkaian terputus. TOR dapat direset secara manual setelah bimetal/heater dingin kembali.



a. TOR dalam keadaan normal

b. Terjadi kelebihan beban

Gambar 14. Prinsip Kerja TOR
(Kardiawan, 2015)

b. Aplikasi TOR

Aplikasi overload relay meliputi berikut ini:

- Overload relay banyak digunakan untuk melindungi motor 3 *phase*
- Overload relay dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi kelebihan maupun kondisi gangguan dan kemudian mendeklarasikan perintah perjalanan untuk perangkat pelindung.

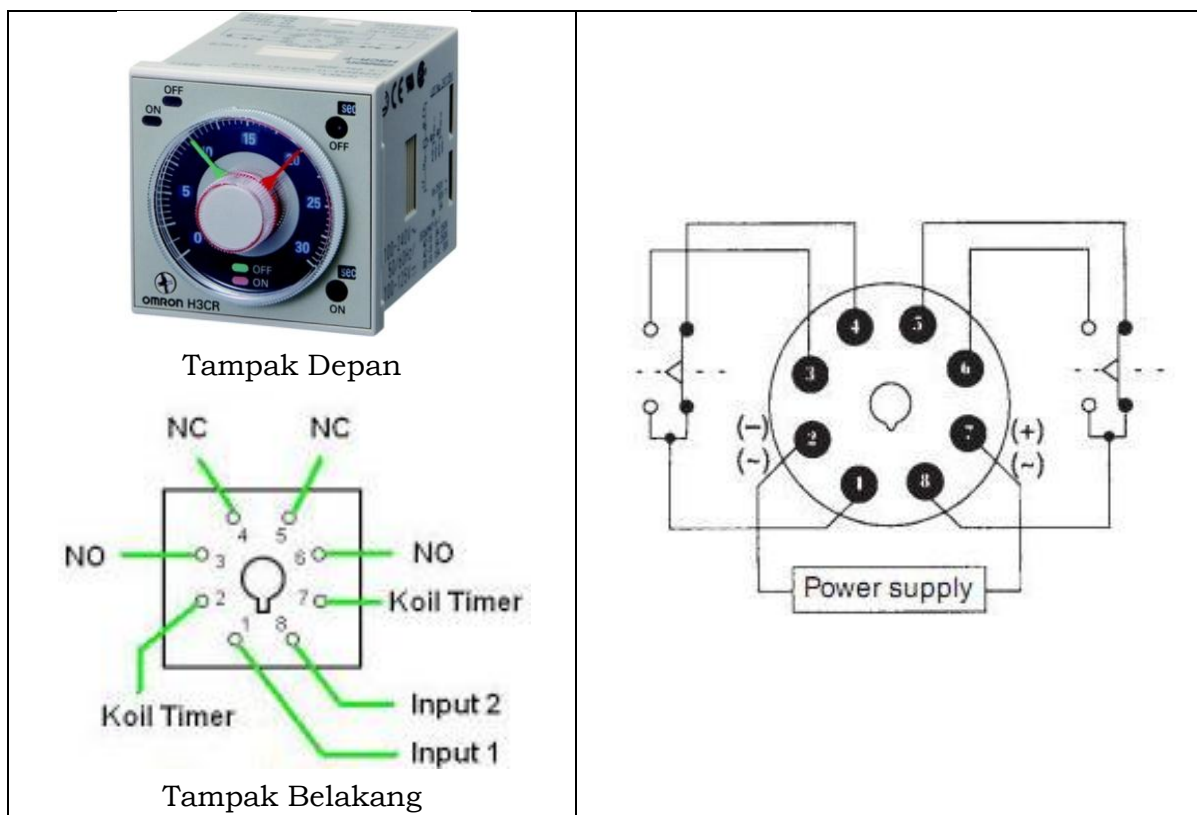
- Overload relay telah berkembang menjadi sistem mikroprosesor serta elektronik solid-state.
- Overloads relay menonaktifkan perangkat setiap kali menarik arus ekstrim.

4.6 Timer Delay Relay (TDR)

Timer Delay Relay (TDR) sering disebut juga *Relay Timer* adalah rele yang berfungsi sebagai saklar yang operasinya dijeda berdasarkan waktu yang disetting. TDR banyak digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. TDR ini dapat dikombinasikan dengan peralatan control lain, seperti Kontaktor Magnetik, *Thermal Overload Relay* (TOR), dan lain – lain.

a. Prinsip Kerja TDR

Umumnya prinsip kerja TDR hampir sama dengan Rele maupun kontaktor yaitu akan ON (Aktif) apabila Coil dialiri arus listrik. Bedanya, TDR tidak dirancang untuk mengunci sendiri seperti halnya Kontaktor Magnetik dan Rele. Sehingga dalam pemasangannya TDR harus digandeng dengan kontaktor magnet maupun rele dengan maksud untuk menjaga kondisi TDR tetap ON (Suhinar, 2018).



Gambar 15. *Timer Delay Relay*

Menurut Suhinar (2018), Jenis TDR ada 2, yaitu

- **Timer ON Delay**

Timer ON Delay adalah relay yang operasi kontaknya dikendalikan oleh setting waktu, dan setting waktu tersebut akan dimulai menghitung selama Coil Relay mendapatkan tegangan terus – menerus.



Gambar 16. *Timer ON Delay*

(Suhinar, 2018)

- **Timer OFF Delay**

Timer OFF Delay adalah relay yang operasi kontaknya dikendalikan oleh setting waktu, dan setting waktu tersebut akan mulai menghitung ketika Coil Relay mendapatkan tegangan OFF setelah ON atau tegangan sesaat saja dari ON menjadi OFF.



Gambar 17. *Timer ON Delay*

(Suhinar, 2018)

b. Aplikasi TDR

Salah satu contoh penggunaan timer adalah, digunakan untuk memberi delay pada sarana input atau masukan dari sensor seperti photo sensor atau lainnya, sehingga ketika sensor bekerja, akan didelay terlebih dulu oleh timer tersebut. Hal ini bertujuan melindungi rangkaian agar tidak ON-OFF ketika sensor tertutup benda yang hanya sekilas lalu saja. (dalam hal ini tergantung pemakaiannya).

4.7 Lampu Tanda (Indikator Lamp)

Lampu tanda adalah komponen listrik yang digunakan untuk perhatian bagi operator/ pekerja akan indikasi sumber tenaga, kondisi *switching* dari pemutus/ breaker dan penghubung, kondisi kerja peralatan-peralatan lain seperti Star, Stop, Sedang beroperasi, dan lain – lain.

a. Prinsip Kerja Lampu Tanda

Lampu tanda bekerja (aktif atau menyala) Ketika ada tegangan masuk (Phase – Netral) dengan menyalanya sebuah lampu atau led pada pilot lamp.



Gambar 18. Lampu Tanda
(PLCDROID, 2019)

b. Aplikasi *Push Button*

Menurut Kardiawan (2015), berikut contoh penggunaan Lampu Tanda sesuai dengan klasifikasi warna:

Tabel 3. Lampu Tanda sesuai Klasifikasi Warna

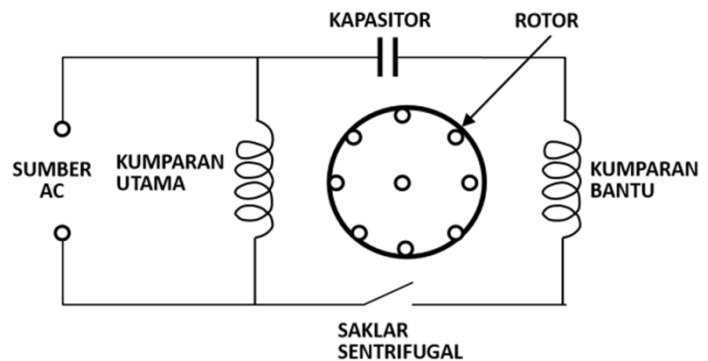
Warna	Klasifikasi warna				
	Merah	Hijau	Kuning Orange	Putih	Tanpa warna
Simbol huruf	RL	GL	YL (OL)	WL	CL
Penggunaan utama	Close Operasi	Open Stop	Sedang operasi Starting	Break Medium power source	Ground

4.8 Motor Satu Phase dan Motor Tiga Phase

a. Motor Satu Phase

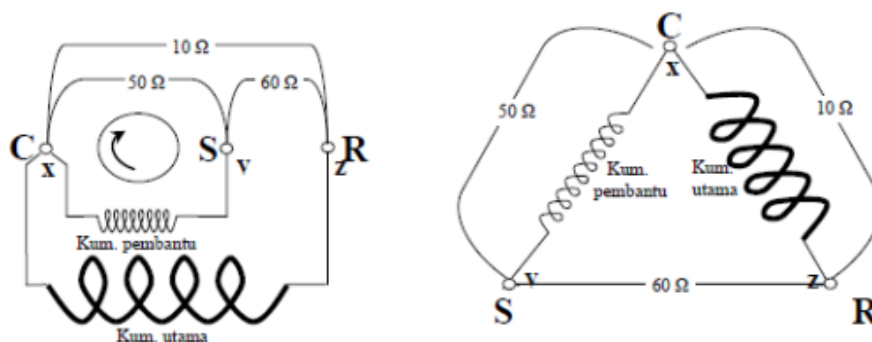
Pada motor satu *Phase* memiliki dua belitan stator, yaitu belitan fasa utama (belitan U1-U2), dan belitan fasa bantu (belitan Z1-Z2). Belitan utama menggunakan penampang kawat tembaga lebih besar sehingga memiliki impedansi lebih kecil. Sedangkan belitan bantu dibuat dari

tembaga berpenampang kecil dan jumlah belitannya lebih banyak, sehingga impedansinya lebih besar disbanding impedansi belitan utama.



Gambar 19. Motor Satu Phase
(Kardiaman, 2015)

Menurut Kardiaman (2015), motor satu fasa mempunyai tiga terminal yaitu: *common*, *starting* dan *running*. Setiap kumparan mempunyai nilai-nilai tersendiri yang sudah ditentukan. Letak dan susunan ketiga terminal tersebut. tidak sama untuk tiap model motor. Ada yang satu baris mendatar dan ada juga yang berbentuk segitiga, sebelum kita mencoba motor secara langsung kita harus terlebih dahulu mencari common, running dan starting dari terminal-terminal tersebut. Untuk mencari terminal tersebut, kita harus memakai AVO meter dengan skala yang kecil, karena hambatan dari kumparan motor kecil. Sebelum kita mulai mengukur dengan AVO meter semua hubungan kabel dari terminal dengan sumber tegangan harus dilepas terlebih dahulu. Seperti contoh dibawah ini adalah rangkaian terminal motor satu fasa jenis hermetik.



Gambar 20. Terminal Motor Satu Phase
(Kardiaman, 2015)

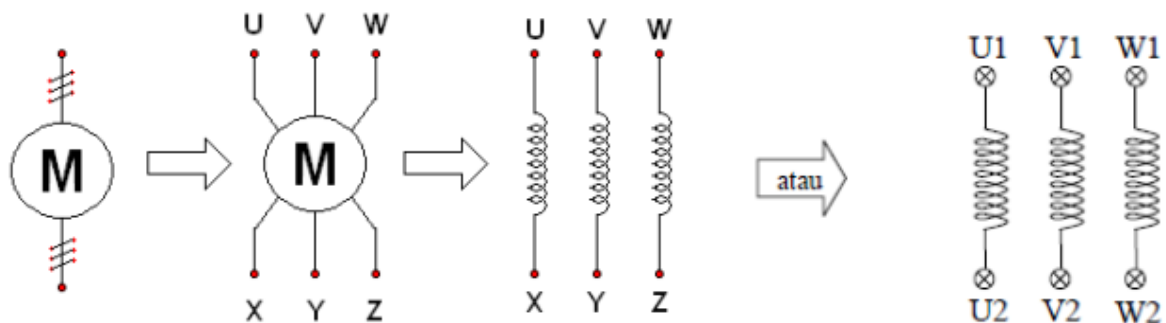
Misalnya pada terminal diatas yang tertera pada gambar kita ukur antara common dengan starting sebagai contoh didapat dengan nilai 50

Ohm. Kemudian kita ukur lagi antara common dengan running diperoleh nilai 10 Ohm. Maka apabila kita ukur antara kumparan starting dengan running adalah hasil penjumlahan antara kumparan starting dan running atau $50 \text{ Ohm} + 10 \text{ Ohm} = 60 \text{ Ohm}$.

Apabila kita menemukan motor yang tidak ada nama-nama terminalnya kita bisa menentukan nama terminal-terminal motor tersebut dengan cara melakukan pengukuran hambatan dari masing-masing terminal. Dari hasil pengukuran itu kita biasanya memperoleh tiga jenis hasil pengukuran. Langkah pertama adalah menentukan terminal common, yaitu berada didepan nilai hambatan yang paling besar. Sedangkan kumparan starting adalah urutan terbesar kedua. Dan untuk hambatan kumparan running adalah nilainya terkecil (Kardiaman, 2015).

b. Motor Tiga Phase

Motor induksi 3 phase mempunyai tiga buah belitan, sehingga ujung-ujung belitannya ada 6 buah, dan ujung-ujung belitan ini dinotasikan dengan huruf seperti gambar dibawah ini:



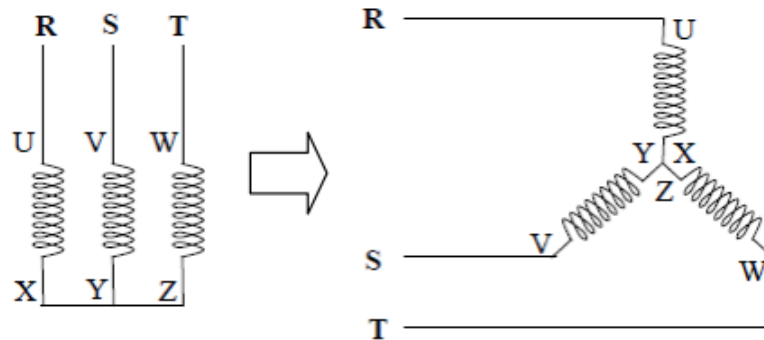
Gambar 21. Notasi Belitan Motor 3 Phase (Kardiaman, 2015)



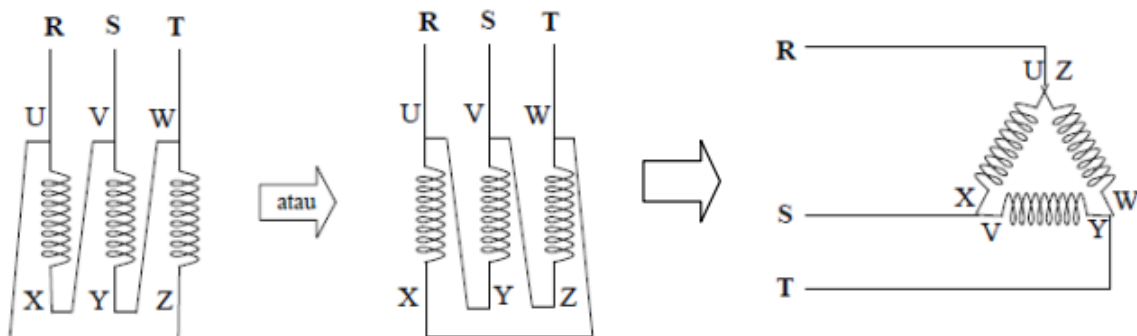
Gambar 22. Motor 3 Phase (Kardiaman, 2015)

Hubungan Bintang – Segitiga (Star – Delta)

Menurut Kardiawan (2015), untuk menjalankan motor 3 fase belitan motor dapat dihubungkan secara bintang (Y) atau segitiga (Δ). Untuk motor dengan daya yang kecil biasanya hanya dihubungkan bintang, sedangkan motor yang besar (≥ 5 PK) dihubungkan bintang segitiga (hubungan Y untuk start dan hubungan Δ untuk running dengan alasan untuk memperkecil arus mula (arus start). Hubungan Y dan hubungan Δ dari belitan motor dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:



Gambar 23. Belitan Motor 3 Phase dalam Hubungan Buntang (Kardiawan, 2015)



Gambar 24. Belitan Motor 3 Phase dalam Hubungan Segitiga (Δ) (Kardiawan, 2015)

Membalik Putaran Motor 3 Phase

Menurut Kardiawan (2015), untuk membalik/merubah arah putaran motor 3 fase dapat dilakukan dengan jalan merubah atau menukar hubungan dari 2 fase (2 fase ditukar hubungannya dan 1 fase tetap). Untuk masing-masing putaran (putaran kanan dan putaran kiri) ada 3 kemungkinan hubungan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Terminal Motor untuk Pembalik Putaran pada Motor 3 Phase

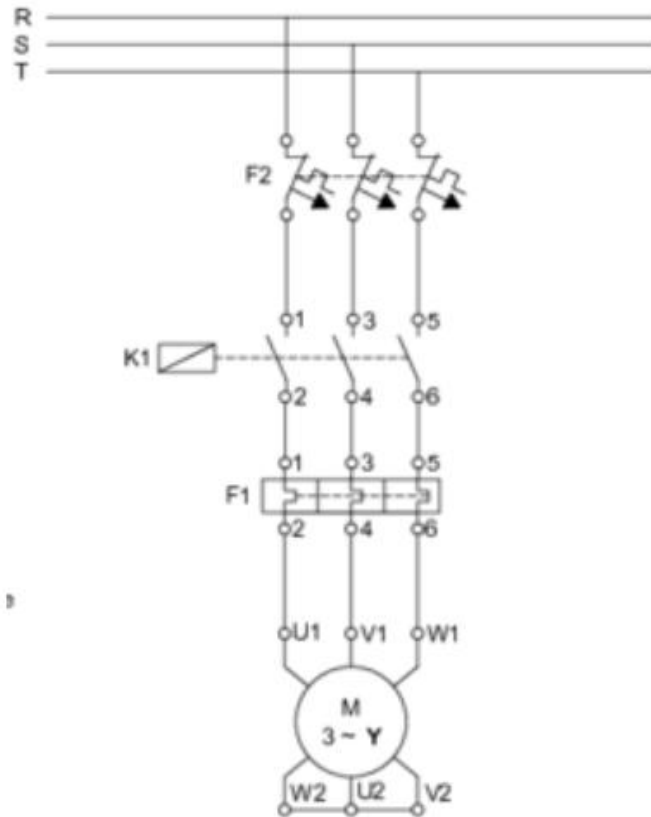
PUTAR KANAN	PUTAR KIRI
U – R V – S W – T	U – T V – S W – R
U – T V – S W – R	U – T W – R W – S
U – S V – T W – R	U – T V – S W – R

5. Cara Membaca dan Membuat Pengawatan Gambar Fasa Tunggal dan Fasa Tiga Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik

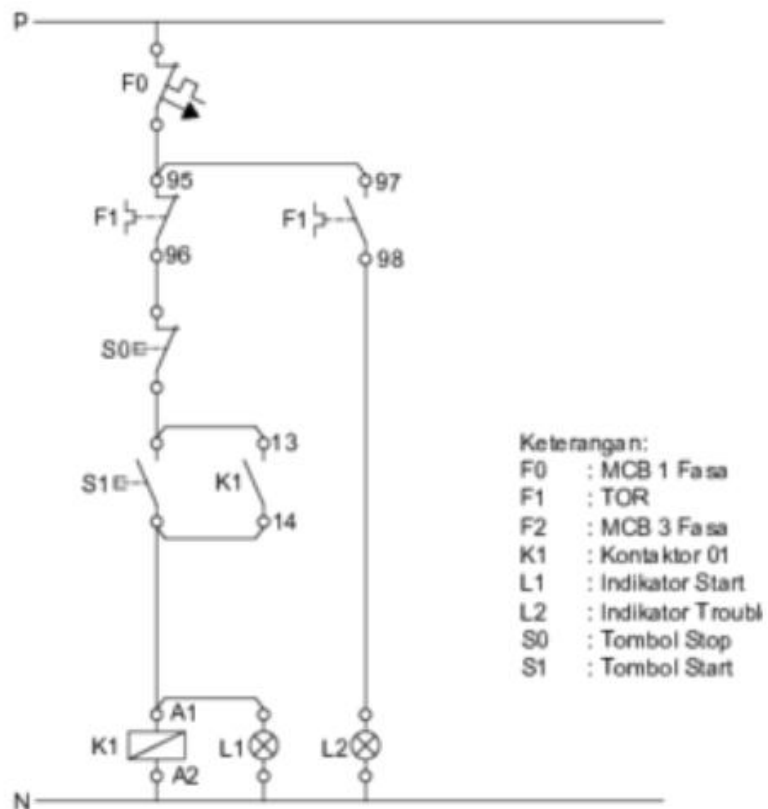
Pembacaan dan pembuatan pengawatan instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik tidak terlepas dengan standar yang berlaku dan sesuai spesifikasinya setiap komponennya. Dalam penggambaran pengontrolan setiap instalasi motor listrik terdiri dari Rangkaian Daya dan Rangkaian Kontrol.

Rangkaian Daya adalah rangkaian yang merupakan jalur tegangan utama motor 220 V, 380 V, 660 V, bahkan 6,6 kV dan sebagainya. Aliran arus ke motor ditentukan oleh kondisi anak kontak dari kontaktor utama.

Rangkaian Kontrol adalah rangkaian yang digunakan untuk memutus atau menyambung aliran arus ke motor melalui anak kontak kontaktor utama. Kontaktor utama harus *energize* atau mendapatkan tegangan suplai agar anak kontaknya berubah kondisi. Hal ini dicapai dengan menekan tombol START atau tertutupnya anak kontak NO dari relai kontrol jarak jauh dari rangkaian control. Tegangan yang dipakai 220 VAC.



Gambar 25. Rangkaian Daya – Hubung DOL (*Direct On Line*)
(Buku Materi Kelas XI, 2015)



Gambar 26. Rangkaian Kontrol – Hubung DOL (*Direct OnLine*)
(Buku Materi Kelas XI, 2015)

5.1 Cara Membaca Pengawatan Gambar Fasa Tunggal dan Fasa Tiga Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik

Cara membaca pengawatan gambar (*wiring*) fasa tunggal dan fasa tiga instalasi motor listrik dan control motor listrik adalah:

- a. Mengenali lebih dahulu simbol – simbol komponen listrik yang ada pada *wiring* diagram di atas (Rangkaian Motor Hubung DOL, Gambar 22 dan Gambar 23). Kemudian pahami Nama, Fungsi dan Cara Kerja masing-masing komponen tersebut
- b. Mampu membedakan Rangkaian Daya dan Rangkaian Kontrol, serta mampu membagi ke sebuah Sistem *Sequence* Mekanik/ Sistem Otomasi, yakni Input, Proses dan Output.
 - Input = MCB 3 Fasa, MCB 1 Fasa, kontak NC pada TOR, PB ON dan PB OFF
 - Proses = Kontaktor, TOR
 - Output = Motor 3 fasa dan Lampu Indikator
- c. Membaca *wiring* diagram rangkaian motor hubung DOL dengan memulai dari rangkaian Daya, kemudian lanjut rangkaian Kontrolnya. Pada setiap membaca *wiring* diagram harus memulai pada bagian atas *wiring* (dalam hal ini Sumber Listrik), kemudian lanjut Komponen INPUT. Kemudian ke komponen PROSES dan berakhir di komponen OUTPUT. Ingat untuk mempermudah, mulailah membaca wiring diagram komponen INPUT, PROSES, dan OUTPUT dari *wiring* sebelah paling kiri. Lakukan dengan bertahap, sampai ke *wiring* paling sebelah kanan.
- d. Bila kita baca wiring diagram rangkaian motor hubung DOL diatas adalah sebagai berikut
 - Bila tombol START ditekan, maka arus akan mengalir ke Coil Kontaktor, dan Coil menjadi magnet, ditandai dengan menyalnya Lampu Hijau, sehingga menarik kontak NO dan NC-nya, **Kontak Bantu NO** menjadi terhubung, membuat rangkaian mengunci (*Self Holding*), sedangkan **Kontak Utama NO** menjadi terhubung (1,3,5 terhubung ke 2,4,6), arus 3 phase mengalir ke Motor 3 Phase (U,V,W) melalui Elemen Thermis TOR sehingga Motor berputar;
 - Bila tombol START dilepas, rangkaian dan Motor tetap beroperasi atau tetap berputar karena telah terjadi *Self Holding* pada rangkaian kontrol;

- Bila terjadi Overload pada Motor, Elemen Theremis bekerja dan memutuskan kontak NC TOR (95-96), dan menghubungkan kontak ON-nya (97-98), sehingga Lampu Alarm Merah Menyala;
- Untuk mematikan Motor dan rangkaian jika tidak terjadi Overload motor, maka tekan tombol STOP;
- Bila terjadi gangguan pada sistem Kontrol, maka tekan Tombol Emergency Stop atau turunkan MCB 1 phase.

5.2 Cara Membuat Pengawatan Gambar Fasa Tunggal dan Fasa Tiga Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik

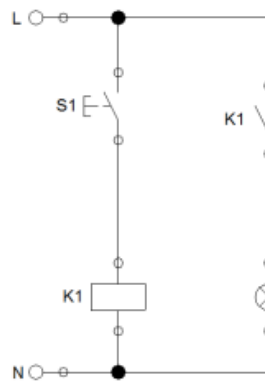
Dalam pelaksanaan membuat pengawatan gambar fasa tunggal dan fasa tiga instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik hal utama harus dapat membaca *wiring* diagram dan mengetahui fungsi komponen-komponen yang akan digambar atau dibuat.

Berikut cara membuat atau menggambar *Wiring* diagram fasa tunggal dan fasa tiga pada instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik

- a. Menggambar *Wiring* rangkaian Daya dan rangkaian kontrol atau keseluruhan, biasanya digambar manual dengan menggunakan perangkat lunak grafik atau *software* menggambar instalasi listrik, yang berkaitan dengan instalasi motor listrik, tetapi bisa juga menggambar secara manual dengan tangan dan media kertas;
- b. Tentukan peralatan atau komponen – komponen yang akan dibutuhkan untuk menggambar manual (Kertas gambar, Penggaris, Pensil atau Pena, Penghapus, dan lain – lain)
- c. Buat rancangan *wiring* diagram yang akan kita buat gambar
- d. Pembuatan *wiring* diagram harus sesuai rencana
- e. Harus memperhatikan standar dan peraturan berlaku (Simbol dan fungsi)
- f. Harus memperhatikan tata letak dan keindahan dalam mengatur *wiring* diagram yang akan kita buat (Standar Sistem *Sequence* Mekanik – INPUT, PROSES dan OUTPUT);
- g. Periksa dan teliti gambar yang telah dibuat
- h. Perbaiki jika ada kesalahan
- i. Rapikan sesuai dengan prosedur dan instruksi yang berlaku

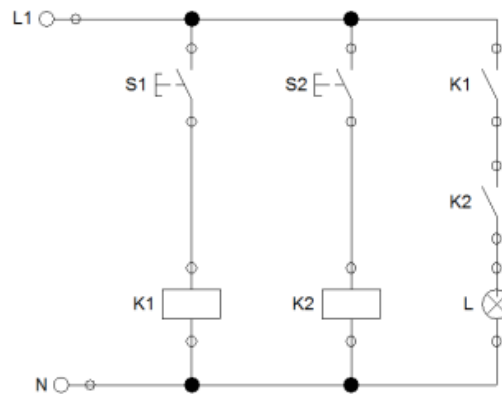
5.3 Gambar Pengawatan Listrik Fasa Tunggal dan Fasa Tiga Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik

a. Rangkaian ON – OFF



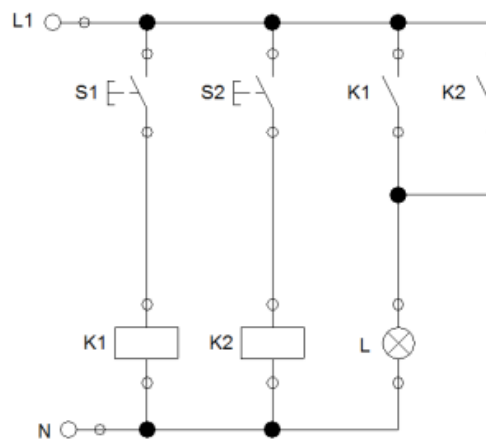
Gambar 27. Rangkaian ON – OFF
(Kardiaman, 2015)

b. Rangkaian AND



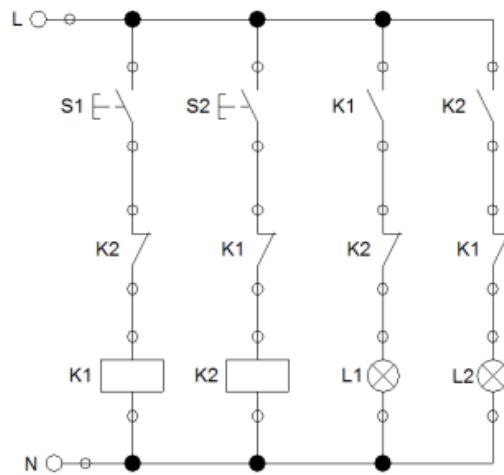
Gambar 28. Rangkaian AND
(Kardiaman, 2015)

c. Rangkaian OR



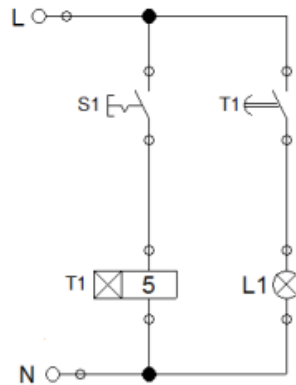
Gambar 29. Rangkaian OR
(Kardiaman, 2015)

d. Rangkaian *Interlock*



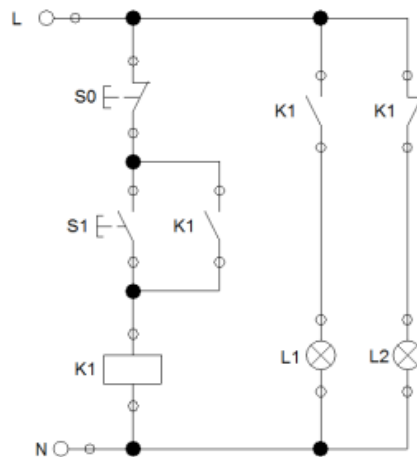
Gambar 30. Rangkaian *Interlock*
(Kardiawan, 2015)

e. Rangkaian *ON Delay*



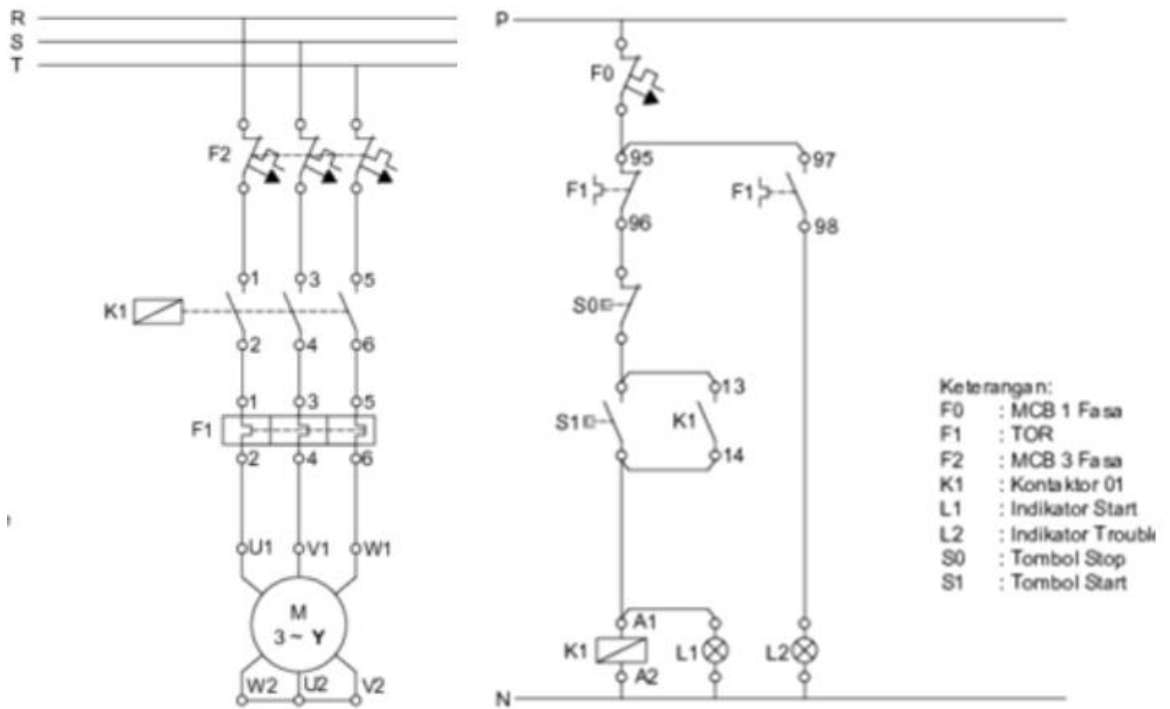
Gambar 31. Rangkaian *ON Delay*
(Kardiawan, 2015)

f. Rangkaian *Self-Holding*



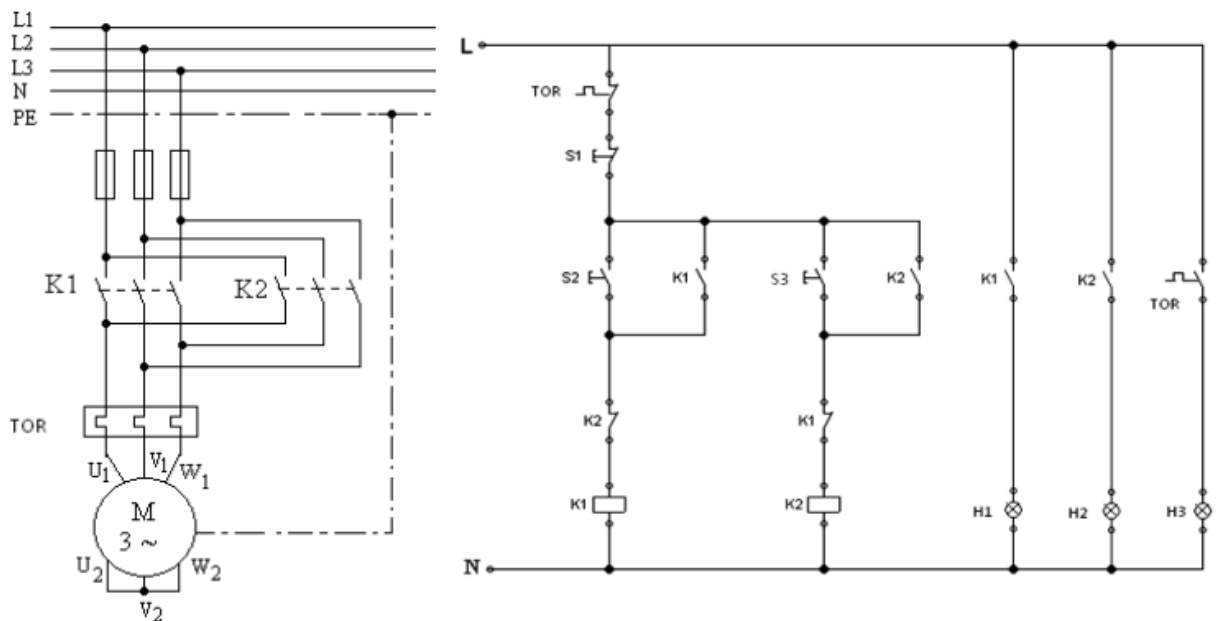
Gambar 32. Rangkaian *Self-Holding*
(Kardiawan, 2015)

g. Rangkaian Daya dan Kontrol Motor Hubung DOL (*Direct OnLine*)



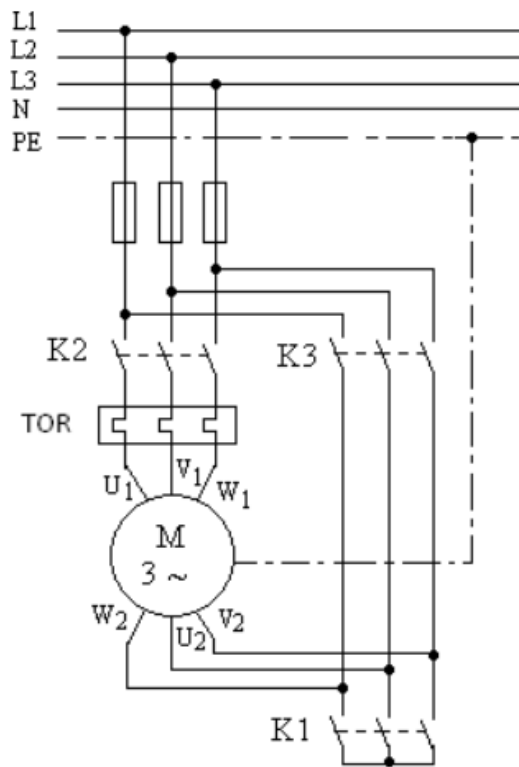
Gambar 33. Rangkaian Daya dan Kontrol Motor DOL
(Buku Materi Kelas XI, 2015)

h. Rangkaian Daya dan Kontrol Motor *Forward-Reverse*

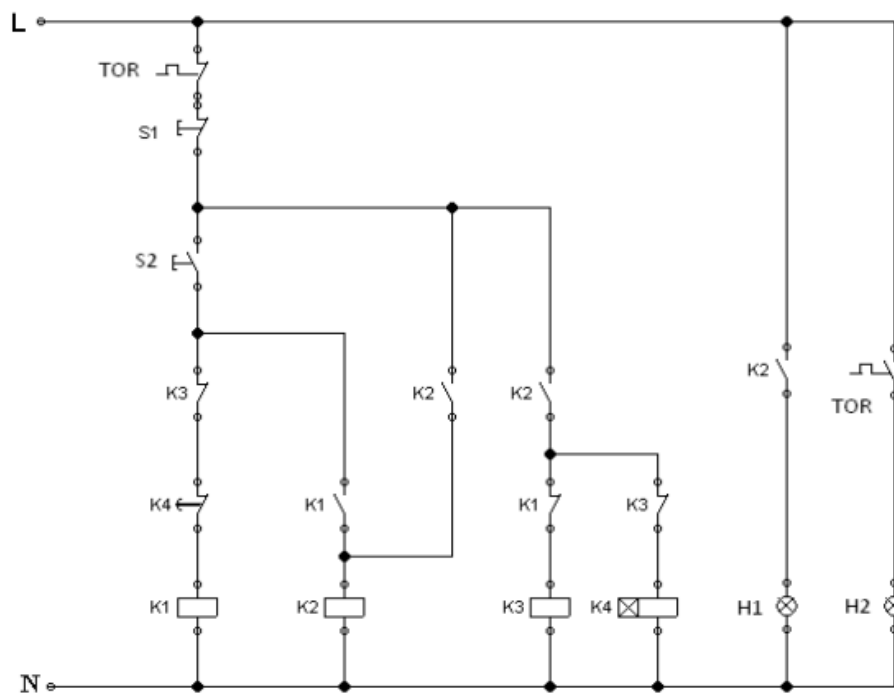


Gambar 34. Rangkaian Kontrol Motor *Forward-Reverse*

i. Rangkaian Daya dan Kontrol Motor Star – Delta



(a)



(b)

Gambar 35. (a) dan (b) Rangkaian Daya dan Kontrol Motor Star-Delta

6. Memasang Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik sesuai Gambar Instalasi/ Gambar Kerja dengan Benar sesuai Prosedur

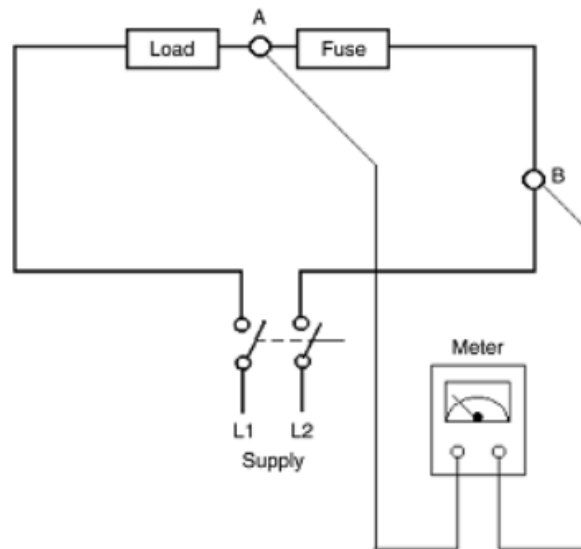
Prosedur pemasangan instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik, sebagai berikut:

- a. Siapkan gambar rangkaian kontrol/ *Wiring* diagram
- b. Identifikasi komponen – komponen pada *wiring* diagram, apa saja yang termasuk input maupun output
- c. Wajib menggunakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai dan perlengkapan keselamatan lainnya selama proses instalasi berlangsung
- d. Pemasangan instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik sesuai gambar kerja dan prosedur
- e. Melakukan pemeriksaan dan *commissioning* tanpa tegangan pada hasil instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik sebelum dialiri tegangan
- f. Jika hasil pemeriksaan dan *commissioning* tanpa tegangan hasilnya baik dan standar, maka rangkaian dapat dihubungkan ke Sumber Tegangan
- g. Mengoperasikan rangkaian motor listrik sesuai gambar kerja dan prosedur
- h. Menganalisa hasil operasi rangkaian motor listrik
- i. Meng-*off*-kan rangkaian motor listrik dari sumber tegangan
- j. Mengembalikan semua peralatan dan hasil kerja rangkaian motor listrik sesuai tempatnya
- k. Membuat laporan hasil pemasangan instalasi motor listrik dan control motor listrik

7. Pengujian Rangkaian Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik yang telah Dipasang Menggunakan Alat Ukur Listrik sesuai SOP

7.1 Pengujian Kontinuitas Rangkaian

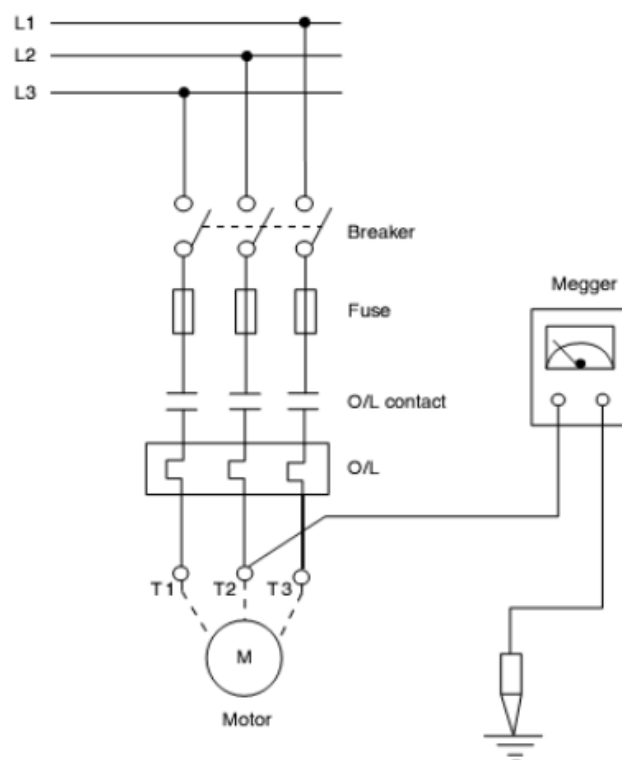
Pengujian ini dilakukan dengan rangkaian tanpa tegangan. Biasanya menggunakan alat AVO Meter pada selektor Ohm (Tahanan). Pengujian kontinuitas ini dilakukan dengan tujuan untuk memeriksa: kesempurnaan rangkaian listrik, kesempurnaan sistem pembumian, keakuratan kawat pada rangkaian daya dan kontrol pada terminal yang benar, dan pemeriksaan kesalahan hubungan kawat antara perbedaan rangkaian daya dan kontrol, secara tidak langsung memeriksa hubung singkat



Gambar 36. Pengujian Kontinuitas dengan Ohmmeter

7.2 Pengujian Tahanan Isolasi

Pengujian Tahanan Isolasi dilakukan pada rangkaian juga tanpa tegangan. Maksud dan tujuannya adalah untuk memeriksa tahanan isolasi pada rangkaian dan motor listrik. Alat ukur yang digunakan adalah *Insulation Tester*.

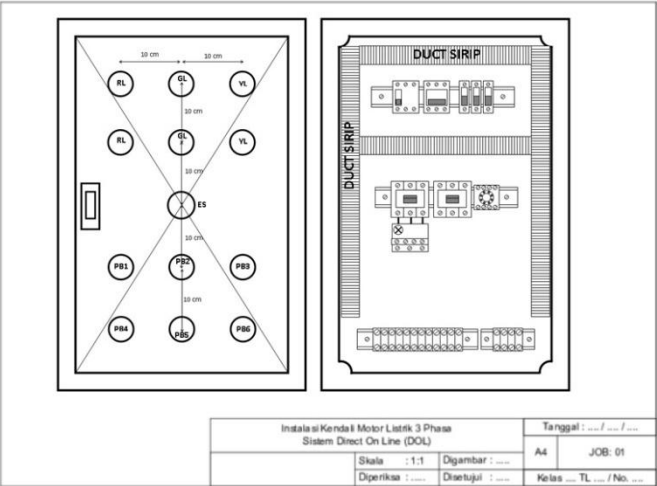


Gambar 37. Pengujian Tahanan Isolasi

LANGKAH KERJA

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK			
No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
1	<p>Menyiapkan dokumen terkait melaksanakan pengoperasian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik, meliputi Gambar pengawatan/ Wiring Diagram, gambar instalasi, denah bangunan, perintah kerja, dan Dokumen terkait instalasi sesuai persyaratan (seperti: PUIL 2011, Checklist Perlengkapan dan peralatan pengoperasian instalasi dan Prosedur/ SOP)</p> <p style="text-align: center;">Wiring Diagram</p>	<p>Memahami pembacaan/ gambar pengawatan/ pengkabelan/ wiring diagram, gambar instalasi, denah bangunan, perintah kerja, dan dokumen terkait instalasi sesuai persyaratan</p>	<p>1.1 Menyiapkan gambar pengawatan/ Wiring Diagram pengoperasian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik, kemudian dipahami cara membaca gambar pengawatan tersebut</p>

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK






No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN																																																																																																																																				
	 <p style="text-align: center;">Gambar Panel Kendali</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">DENAEK KAB. PATT UPDI BALAI LATIHAN KERJA</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">JOB SHEET PRACTIUM</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">KELOMPOK UNIT KOMPETENSI</p> <p style="font-size: x-small;">Unit Kompetensi : Memasang Instalasi Otomasi Listrik Industri Kode Unit : RTLIK02.234.01 Nama Jobsheet : Memasang Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL No. Jobsheet : IOL16-15 Waktu : 4 JP (@ 45 menit)</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">IOL16-15 : MEMASANG RANGKAIAN KONTROL MOTOR SISTEM DOL</p> <p style="font-size: x-small;">A. Tujuan: Setelah melakukan praktik, siswa mampu :</p> <ol style="list-style-type: none"> membaca dan memahami gambar instalasi single line listrik Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL. memasang pengawatan Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL. menganalisa sistem kerja Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL. merapikan instalasi otomasi memperbaiki instalasi otomasi <p style="font-size: x-small;">B. Alat dan Bahan:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Alat</th> <th>Spesifikasi</th> <th>Jumlah</th> <th>Satuan</th> <th>Ket</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Tang kombinasi</td><td>Standar listrik</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Wiro stripper</td><td>Standar listrik</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Obeng +/-</td><td>Standar listrik</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Motor induksi</td><td>3 fasa</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Multimeter</td><td>Siswa</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama Alat</th> <th>Spesifikasi</th> <th>Jumlah</th> <th>Satuan</th> <th>Ket</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Pfih Bore</td><td>60x60x20</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Duct kabel</td><td>25x35</td><td>1</td><td>Batang</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Rel omega</td><td>Standar</td><td>1</td><td>Batang</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Terminal trip</td><td>4 pole dan 12 pole</td><td>2</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>MCB 3 fasa</td><td>Switchder 20A</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>MCB 1 fasa</td><td>Switchder 6A</td><td>2</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Kontaktor magnetik</td><td>30A</td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>TOR</td><td></td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Emergency stop</td><td></td><td>1</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Push button</td><td>NO/NC</td><td>6</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Lampu indikator</td><td>220 VAC</td><td>6</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Strip kabel</td><td></td><td>seperlunya</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>Kabel tes</td><td></td><td>seperlunya</td><td>Buah</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>Spiral wiring hand</td><td></td><td>seperlunya</td><td>Meter</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>Kabel NYAF 1 x 1,5</td><td>merah, hitam, kuning dan biru</td><td>seperlunya</td><td>Meter</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Program Pelatihan : Memasang Instalasi Otomasi Listrik Industri</p> </div>	No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Ket	1	Tang kombinasi	Standar listrik	1	Buah		2	Wiro stripper	Standar listrik	1	Buah		3	Obeng +/-	Standar listrik	1	Buah		4	Motor induksi	3 fasa	1	Buah		5	Multimeter	Siswa	1	Buah		No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Ket	1	Pfih Bore	60x60x20	1	Buah		2	Duct kabel	25x35	1	Batang		3	Rel omega	Standar	1	Batang		4	Terminal trip	4 pole dan 12 pole	2	Buah		5	MCB 3 fasa	Switchder 20A	1	Buah		6	MCB 1 fasa	Switchder 6A	2	Buah		7	Kontaktor magnetik	30A	1	Buah		8	TOR		1	Buah		9	Emergency stop		1	Buah		10	Push button	NO/NC	6	Buah		11	Lampu indikator	220 VAC	6	Buah		12	Strip kabel		seperlunya	Buah		13	Kabel tes		seperlunya	Buah		14	Spiral wiring hand		seperlunya	Meter		15	Kabel NYAF 1 x 1,5	merah, hitam, kuning dan biru	seperlunya	Meter			<p>1.2 Menyiapkan gambar instalasi/denah bangunan / layout panel yang akan digunakan acuan lokasi dipasangnya instalasi motor dan kontrol motor listrik. Dibutuhkan pemahaman tata letak instalasi motor listrik</p> <p>1.3 Menyiapkan Checklist Peralatan dan perlengkapannya (komponen instalasi otomasi listrik industri/ motor listrik) yang akan digunakan sesuai gambar kerja/pengawatan</p>
No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Ket																																																																																																																																		
1	Tang kombinasi	Standar listrik	1	Buah																																																																																																																																			
2	Wiro stripper	Standar listrik	1	Buah																																																																																																																																			
3	Obeng +/-	Standar listrik	1	Buah																																																																																																																																			
4	Motor induksi	3 fasa	1	Buah																																																																																																																																			
5	Multimeter	Siswa	1	Buah																																																																																																																																			
No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Ket																																																																																																																																		
1	Pfih Bore	60x60x20	1	Buah																																																																																																																																			
2	Duct kabel	25x35	1	Batang																																																																																																																																			
3	Rel omega	Standar	1	Batang																																																																																																																																			
4	Terminal trip	4 pole dan 12 pole	2	Buah																																																																																																																																			
5	MCB 3 fasa	Switchder 20A	1	Buah																																																																																																																																			
6	MCB 1 fasa	Switchder 6A	2	Buah																																																																																																																																			
7	Kontaktor magnetik	30A	1	Buah																																																																																																																																			
8	TOR		1	Buah																																																																																																																																			
9	Emergency stop		1	Buah																																																																																																																																			
10	Push button	NO/NC	6	Buah																																																																																																																																			
11	Lampu indikator	220 VAC	6	Buah																																																																																																																																			
12	Strip kabel		seperlunya	Buah																																																																																																																																			
13	Kabel tes		seperlunya	Buah																																																																																																																																			
14	Spiral wiring hand		seperlunya	Meter																																																																																																																																			
15	Kabel NYAF 1 x 1,5	merah, hitam, kuning dan biru	seperlunya	Meter																																																																																																																																			

Checklist peralatan dan perlengkapan


MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<div data-bbox="490 248 913 938" data-label="Complex-Block"> <p align="center">DISNAKER KAB. PATI UPTD BALAI LATIHAN KERJA</p> <p align="center">JOSHHEET PRAKTIKUM</p> <p>C. Keselamatan Kerja</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gunakanlah pakaian kerja dengan standar. 2. Gunakan alat sesuai dengan fungsinya. 3. Hati-hati terhadap tegangan semuh 220/380 V. 4. Lakukan instalasi sesuai dengan prosedur yang benar 5. Pakailah sepatu dengan alas karet. <p>D. Langkah Kerja</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siapkan peralatan serta bahan yang diperlukan. 2. Rakitlah instalasi Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL dengan menggunakan kontaktor magnetik. 3. Lakukan komistoning 4. Sambungkan sistem rangkaian dengan sumber daya PLN 5. Check dan analisa kerja rangkaian tersebut dengan cara menekan Push button PB2 sambil amati output motor listrik. 6. Perbaiki pengawatan apabila kerja rangkaian tidak benar. 7. Buat Time Chart dari rangkaian tersebut! 8. Buat kesimpulan tentang fungsi Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL 9. Bersihkan peralatan dan berpindah tempat kerja. 10. Laporkan kepada instruktur. <p>E. Gambar Kerja</p> <p align="center">Gambar Instalasi Single Line Rangkaian Kontrol Motor Sistem DOL</p> <p align="center">Program Pelatihan : Pemasangan Instalasi Otomasi Listrik Industri Hal : 2 dari 2</p> </div> <div data-bbox="504 941 896 1377" data-label="Complex-Block"> <p align="center">Prosedur / SOP</p> <p align="center">SNI 0225:2011/Amd 5:2016</p> <p align="center">SNI Standar Nasional Indonesia</p> <hr/> <p align="center">Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 5 (IEC 60364-5-56:2009, MOD)</p> <p align="center">IC 0.29.120.60 Badan Standardisasi Nasional BSN</p> <p align="center">PUIL 2011</p> </div>		<p>1.4 Menyiapkan prosedur/SOP dan dipahami sebagai langkah-langkah mengerjakan instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik</p> <p>1.5 Menyiapkan PUIL 2011 sebagai acuan dalam memahami gambar/symbol komponen dan standar pemasangan instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik</p>



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
2	<p>Mengidentifikasi alat dan bahan yang akan dipergunakan dalam pemasangan dan pengoperasian rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik</p> <p>a. Peralatan/ Alat Kerja</p>  <p align="center"><i>Tang Set</i></p>  <p align="center"><i>Obeng Set</i></p>  <p align="center"><i>Tang Skun</i></p>  <p align="center"><i>Tang Pengupas</i></p>  <p align="center"><i>Test Pen</i></p>	<p>Identifikasi alat dan bahan yang akan dipergunakan sesuai persyaratan yang berlaku</p>	<p>2.1 Mengidentifikasi alat dan bahan sesuai dengan pekerjaan pemasangan dan pengoperasian rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peralatan Kerja: Tang Set, Obeng Set, Tang Skun, Tang Pengupas dan Test Pen.



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>b. Mengidentifikasi APD K3 di tempat kerja</p>  <p>Sarung Tangan Kain/Nilon Sarung Tangan Karet <i>Safety Shoes</i> <i>Safety Helmet</i></p>  <p><i>Ear Plug</i> <i>Ear Muff</i> Baju Kerja <i>Kacamata Safety</i></p> <p>c. Alat Ukur Listrik</p>  <p><i>AVO Meter</i> <i>Insulation Tester</i> <i>Earth Tester</i></p>		<p>2.2 Mengidentifikasi alat pelindung diri (APD) K3 di tempat kerja/ Workshop. Berikut APD yang digunakan disesuaikan kondisi tempat kerja: Safety Shoes, sarung tangan kain, sarung tangan karet, Safety Helmet. Ear Plug atau Ear Muff, dan baju kerja</p> <p>2.3 Mengidentifikasi alat ukur listrik, diantaranya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AVO Meter - Insulation Tester (Mengukur Tahanan Isolasi) - Earth Tester (Mengukur Tahanan Pembumian)



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>d. Bahan/ Komponen</p>  <p align="center">Komponen Otomasi Industri</p> <p>e. Alat Pembatas arus dan proteksi sesuai desain dilakukan</p>  <p align="center">MCB (Mini Circuit Breaker) 1 Phase & 3 Phase</p>		<p>2.4 Mengidentifikasi bahan/ komponen yang dipergunakan dalam pemasangan dan pengoperasian rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik. Berikut bahan/ komponen listrik yang digunakan: Push Button (PB), Kontaktor, Thermal Overload Relay (TOR), Timer, Lampu Indikator dan Motor Listrik 3 Phase.</p> <p>2.5 Mengidentifikasi alat pembatas arus dan proteksi sesuai desain/ gambar kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> - MCB (1 Phase dan 3 Phase) - ELCB (1 Phase dan 3 Phase)



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	 <p align="center">ELCB (Earh Leakage Circuit Breaker) 1 Phase & 3 Phase</p>		
3	<p>Mengoperasikan komponen instalasi sesuai dengan standar pengoperasian</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wajib menggunakan APD K3 sesuai kondisi 2. Pastikan rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik terpasang kuat dan benar sesuai desain/ gambar kerja. Lakukan pengencangan jika ada yang belum lengkap dan ada yang lepas terminasi komponen. 	Melakukan pengoperasian komponen instalasi sesuai dengan standar pengoperasian	<p>3.1 Pengoperasian komponen rangkaian instalasi motor dan kontrol motor, harus bertahap dan sesuai standar pengoperasian, dari pengecheckan kelengkapan rangkaian instalasi motor, dan terminasi komponen, commissioning hasil kerja, kemudian siap untuk running rangkaian instalasi/ pengoperasian instalasi</p> <p>3.2 Melakukan pengamatan kesesuaian kerja, motor dan kontrol motor terhadap standar pengoperasian dan dokumen desain.</p>



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p align="center"><i>Pemasangan rangkaian instalasi</i></p> <p>3. Pastikan semua komponen instalasi dalam kondisi OFF atau default sebelum dimasukkan sumber tegangan</p>  <p align="center">Komponen pada Panel posisi Default/ OFF</p> <p>4. Lakukan Commissioning pada rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik (Pengecekan menggunakan AVO meter, Insulation Tester dan pengecek sistem grounding dengan tanpa sumber listrik)</p>  <p align="center">Commissioning Motor 3 Phase & Panel</p>		<p>Pengamatan/ pemeriksaan kesesuaian kerja motor dilakukan pada saat running motor dan sistem kontrol motor, diantaranya</p> <ol style="list-style-type: none"> Pengamatan Visual, apakah kondisi motor berputar normal atau tidak (Berputar? Timbul bunyi abnormal? Atau Berhenti mendadak?) Pengamatan visual pada rangkaian instalasi kontrol motor, apakah bekerja dengan normal? (Ada percikan api? Bunyi abnormal? Atau Mal fungsi pada komponen tertentu?) Pengukuran arus yang mengalir pada motor 3 phase dengan menggunakan Tang Ampere (Arus semua Fasa harus mendekati sama)



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>5. Hubungkan rangkaian instalasi dengan beban motor 3 Phase</p>  <p align="center">Rangkaian Instalasi ke Motor 3 Phase</p> <p>6. Hubungkan rangkaian instalasi dengan sumber tegangan 3 phase (misal: Instalasi Motor hub DOL)</p>  <p align="center">Socket 3 Phase Sumber Tegangan</p>		<p>d. Pengecheckan sistem grounding motor dengan visual dan dengan menggunakan Test Pen (Ada tidaknya grounding pada motor, dan Tidak ada arus yang bocor ke body motor)</p>

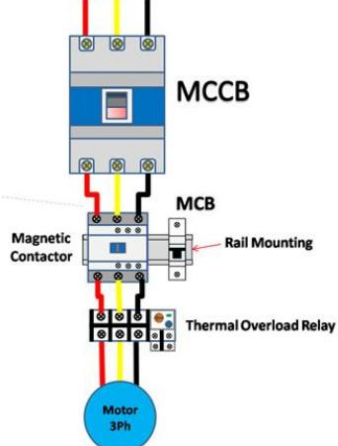


MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>7. Naikkan/ ON – kan ELCB 3 Phase, MCB 3 phase, dan MCB 1 phase. Rangkaian instalasi stanby (hubungan DOL), indikator lampu Merah menyala</p>  <p>MCB dan ELCB di ON – kan</p> <p>8. PB ON (START) ditekan, rangkaian instalasi bekerja (kontaktor aktif) dan mengunci (Self Holding), indicator lampu Hijau (GL) menyala dan motor berputar searah jarum jam</p>  <p>Mengoperasikan Instalasi Motor Hubung DOL</p>		



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>9. PB OFF ditekan, rangkaian instalasi motor akan kembali ke kondisi awal. Motor berhenti, Lampu Hijau (GL) padam dan lampu Stanby Merah (RL) menyala</p>  <p>PB OFF ditekan, Motor Berhenti</p> <p>10. Emergency Stop ditekan (Simulasi dalam Kondisi darurat), dapat menghentikan motor dan rangkaian instalasi dengan cepat dan aman</p>  <p align="center">Emergency Stop</p>		



MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
11.	<p>Mengaktifkan TOR (Thermal Overload Relay untuk motor (Simulasi dalam kondisi Darurat), maka menghentikan motor, dan rangkaian instalasi dengan cepat dan aman. Aktifnya TOR, maka menyalakan indikator TOR lampu kuning (YL).</p>  		
12.	<p>TOR diaktifkan (Tekan Tombol TEST/ ON)</p> <p>Setelah mengoperasikan rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik, wajib melakukan pelepasan sumber tegangan yang telah dihubungkan.</p>  <p align="center">Melepas Sumber Tegangan</p>		

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
4	<p>Mengamati atau memeriksa kesesuaian kerja motor listrik dan kontrol motor listrik terhadap standar pengoperasian</p> <p>a. Selalu menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) dengan baik dan benar dalam pengamatan</p>  <p>Penggunaan APD dalam Pengamatan</p> <p>b. Melakukan pengamatan visual pada operasi motor, apakah kondisi kerja motor berputar sesuai desain kerja/ Standar pengoperasian (Berputar Normal? Bunyi Abnormal? Atau Berhenti mendadak?)</p>  <p>Pengamatan Visual pada Kerja Motor Listrik</p>	Melakukan pengamatan kesesuaian kerja motor dan kontrol motor terhadap standar pengoperasian	

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK

No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>c. Pengamatan visual pada rangkaian instalasi kontrol motor listrik, apakah bekerja dengan normal sesuai desain kerja/ Standar pengoperasian (Ada percikan api? Bunyi abnormal? Atau Mal fungsi pada komponen?)</p>  <p>Pengamatan Visual pada Rangkaian Kontrol</p> <p>d. Pengukuran arus yang mengalir ke motor 3 phase dengan menggunakan Tang Ampere (pastikan Arus semua Fasa harus mendekati sama)</p>  <p>Pengukuran Arus dengan Tang Ampere</p>		

MELAKSANAKAN PENGOPERASIAN RANGKAIAN INSTALASI MOTOR LISTRIK DAN KONTROL MOTOR LISTRIK			
No	PANDUAN GAMBAR	CAPAIAN	KETERANGAN
	<p>e. Pengecheckan sistem grounding motor listrik (ada Kabel grounding ada pada body motor? Dan Tidak ada arus yang bocor ke body motor?)</p>  <p>Kabel & Terminasi Kabel Grounding</p>		
	<p>Perilaku Kerja: Pelaksanaan Pengoperasian Rangkaian Instalasi Motor Listrik dan Kontrol Motor Listrik membutuhkan kompetensi perilaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan dengan sistematis sesuai SOP 2. Dilakukan dengan teliti untuk detail proses 3. Pencatatan hasil pemeriksaan dengan detail dan teliti 	<p>Indikator perilaku:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti tahapan sesuai SOP 2. Melakukan pengamatan secara detail dan teliti 3. Pengamatan dan Pengukuran dicatat pada form hasil demosntrasi praktek secara detail dan teliti 	<p>Alat yang digunakan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Daftar alat yang digunakan sesuai dengan kebutuhan 2. Form checklist hasil pengoperasian instalasi motor listrik 3. SOP pengoperasian rangkaian instalasi motor listrik dan kontrol motor listrik