

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Terdahulu

Penelitian ini membuat “Rancang Bangun Sistem Proteksi motor induksi tiga fasa menggunakan PFR dan OCR dengan kontrol dan monitoring *Smart Relay*” yaitu alat untuk memproteksi gangguan yang terjadi pada motor induksi tiga fasa dengan kontrol dan monitoring *smart relay*, Motor induksi tiga fasa merupakan suatu komponen penting dalam industri karena keandalannya dalam menggerakkan berbagai peralatan. Namun motor ini rentan terhadap berbagai gangguan kelistrikan Kerusakan akibat ketidakseimbangan tegangan, tegangan lebih, hilangnya salah satu fasa (fasa terbuka), atau frekuensi yang tidak stabil. Pada perancangan yang dilakukan ada beberapa referensi yang menjadi acuan yang dapat dilihat pada tabel 2.1. Penelitian terdahulu dibawah ini :

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Komponen	Hasil
1.	(Nugraha & Triyanto, 2023).	Prototipe Proteksi Motor 3 Fasa Menggunakan Rele PFR NJYB315	Prototipe Trainner, Phase Failure Relay, Motor Induksi 3 Phase	Hasil penelitian Sistem proteksi dapat diaplikasikan dengan baik pada prototipe motor dengan data yang didapatkan pada saat tegangan R, S dan T bernilai 380 V kondisi rele NJYB315 memutuskan arus pada rangkaian. Sedangkan jika terdapat loss dari salah satu fasa maka rele bekerja memutus arus dalam rangkaian. Posisi trip pada rangkaian terjadi pada saat terjadi hubung singkat

NO	Peneliti	Judul	Komponen	Hasil
				rangkaian dan rele memberikan triger pada jalur input motor untuk memutuskan arus. Prototipe telah diujicobakan dengan beban menggunakan motor AC tiga phase pada saat pengambilan data. Kondisiprinsip kerja ATS – AMF secara otomatis dan manual yang dapat menghidupkan serta mematikan Genset saat PLN gagal (padam) dalam menyuplai tenaga listrik.
2	(Aiyub et al., 2019).	Perancangan Penggunaan Relay Arus Lebih Tipe Sel-351A Sebagai Proteksi Pada Motor Induksi 3 Phasa	Relay Proteksi, <i>Over Current Relay</i> , Circuit Breaker, Motor Induksi 3 Phasa	hasil dari pengujian relay arus lebih tipe SEL-351A dengan mensimulasikan arus gangguan serta mengoperasikan <i>software SCADA Viewer</i> dan <i>Active Servo</i>. Tahapan pengujian yang dilakukan pada karakteristik Normal Inverse dan pengujian dengan mensimulasi gangguan pada motor induksi.. Hasil dari pengujian yang dilakukan, didapat data waktu pemutusan beban. Pada saat arus belum melampaui batas settingan relay yaitu pada 1,2 A relay tidak akan pernah trip.

NO	Peneliti	Judul	Komponen	Hasil
				Saat arus beban sama dengan arus setting relay waktu inverse normal 1,5 A maka relay hanya memberi sinyal trip.
3	(Arsaf & Hasyim Rosma, 2017)	Rancang Bangun Aerator Menggunakan Penggerak Motor Satu Fasa Dan Sistem Otomatisasi Berbasis <i>Smart Relay</i>	Aerator, <i>Smart Relay</i> , Sensor	hasil dari pengujian Untuk pengujian aerator menggunakan system otomatisasi berbasis smart relay yang telah diprogram menggunakan input berupa sensor cahaya dan suhu berjalan sesuai dengan yang diprogramkan Kontrol bekerja dengan baik mengontrol waktu aerator bekerja pada saat intensitas cahaya < 40 lux dan berhenti dengan waktu tunda apabila intensitas cahaya > 40 lux dan akan berhenti seketika jika intensitas cahaya > 100.000. Serta walaupun dalam keadaan siang hari apabila suhu diperairan tinggi yang mengakibatkan suhu > 350 C maka akan memerintahkan aerator untuk bekerja.

Dari Tabel 2.1. Penelitian terdahulu penjelasan mengenai (Nugraha et al., 2023) melakukan Perancangan Prototipe Proteksi Motor 3 Fasa Menggunakan Rele PFR NJYB315 Untuk melindungi jaringan tenaga listrik dari gangguan seperti arus lebih dan hubung singkat, tegangan naik turun, turun naik frekuensi, kegagalan isolasi dan kegagalan isolasi, kegagalan dapat dicegah dengan memasang alat pengaman dan proteksi Diperlukan untuk penghindaran cepat. Oleh karena itu, sistem kelistrikan terdiri dari beberapa bagian. Dalam hal ini, sistem relai proteksi PFR atau relai fase keluar adalah relai atau komponen yang biasanya digunakan untuk memantau perubahan keadaan tegangan tiga fasa yang beroperasi dalam suatu rangkaian. dari prinsip dasarnya, PFR memiliki prinsip pengoperasian yang mirip dengan proteksi beban yang biasa digunakan untuk melindungi motor listrik dari beban lebih.

(Aiyub & Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe Jln BAceh Medan Km, 2019)Melakukan perancangan Penggunaan Relay Arus Lebih Tipe Sel-351A Sebagai Proteksi Pada Motor Induksi 3 Fasa, Penyetelan rele arus lebih meliputi penyetelan arus dan waktu. Penyetelan arus harus disesuaikan dengan kapasitas maksimum motor yang akan diamankan dan tata cara penyetelan disesuaikan dengan tipe relay yang digunakan relay proteksi harus bekerja sesuai dengan yang diharapkan dengan waktu yang cepat sehingga tidak akan mengakibatkan kerusakan Rele arus lebih adalah rele yang bekerja berdasarkan arus, yang mana rele ini akan bekerja apabila terjadi arus yang melampaui batas tertentu yang telah ditetapkan yang disebut arus kerja atau arus.

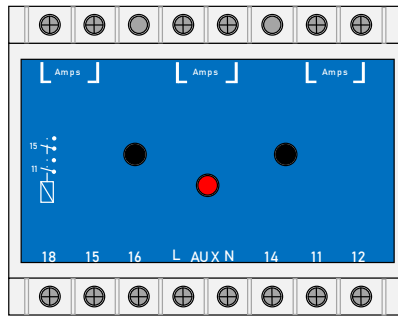
Hasil perancangan menggunakan relay arus lebih yaitu Penggunaan relay arus lebih tipe SEL-351A dapat dioperasikan sebagai proteksi arus lebih pada motor induksi 3 fasa dan hubung singkat dengan karakteristik waktu inverse normal. Hasil pengujian Normal Inverse dengan setting arus 1.2 Ampere dan waktu tunda 0.2 detik, saat arus gangguan sebesar 1.5 *Ampere*, waktu pemutusannya adalah 2.56 detik. Pada saat arus gangguan sebesar 1.3 *Ampere*, waktu pemutusannya adalah 8.33 detik. Waktu trip relay berbanding terbalik dengan arus gangguan, semakin besar arus gangguan, waktu trip relay dengan karakteristik Normal Inverse semakin cepat.

(Arsaf et al., 2018) Melakukan perancangan *Aerator Menggunakan Penggerak Motor Satu Fasa Dan Sistem Otomatisasi Berbasis Smart Relay*, pada dasarnya adalah sebuah PLC yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi *variabel* secara kontinu seperti pada sistem – sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol 2 keadaan (On/Off) saja, tetapi dilakukan secara berulang – ulang. Tujuan dari penelitian ini membuat *Aerator Menggunakan Penggerak Motor Satu Fasa Dan Sistem Otomatisasi Berbasis Smart Relay aerator* secara keseluruhan dari sistem kontrol dan kinerja menggunakan sistem otomatisasi berbasis *smart relay* yang telah diprogram menggunakan input berupa sensor cahaya dan suhu berjalan sesuai dengan yang diprogramkan tanpa ada kendala.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Over Current Relay (OCR)

Relay arus lebih bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman yang telah ditentukan dan dalam jangka waktu yang telah ditetapkan (Nasution et al., 2021) sehingga relai ini dapat dipakai sebagai pola pengaman arus lebih. *Over Current Relay* (OCR) ini berfungsi berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dalam jangka waktu tertentu ,sehingga relay ini dapat digunakan sebagai pengaman arus lebih (M.Eef Fajrul Azmy, 2021) . OCR segera memutus aliran listrik ke motor untuk mencegah panas berlebih dan kerusakan pada motor. Mencegah Kerusakan pada Gulungan Motor: Arus berlebih yang terus menerus dapat menyebabkan belitan motor menjadi terlalu panas, menyebabkan kerusakan isolasi dan pada akhirnya mengakibatkan kegagalan motor. OCR mematikan daya ketika arus melebihi tingkat aman, mencegah kerusakan pada belitan. Over Current Relay yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1.

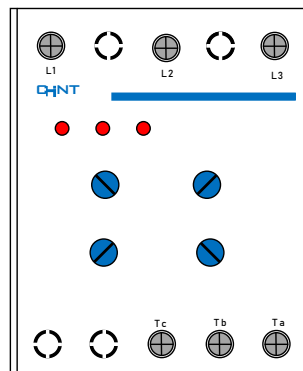


Gambar 2. 1 *Over Current Relay*

Prinsip kerja *over current relay* adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan relai, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau *overload* (beban lebih) untuk kemudian memberikan perintah trip.

2.2.2 *Phase Failure Relay*

Relai fase keluar (PFR) atau relai fase keluar adalah perangkat proteksi listrik yang mendeteksi kondisi gangguan pada salah satu fasa sistem kelistrikan tiga fasa. PFR sangat penting untuk melindungi motor induksi tiga fasa dan peralatan listrik lainnya yang membutuhkan daya seimbang pada ketiga fasanya. Penggunaan Phase Failure Relay dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Phase Failure Relay*

Fungsi dan prinsip kerja PFR Deteksi Fase Hilang PFR mendeteksi jika ada fase yang hilang (seperti karena gangguan saluran listrik atau putusnya kabel). Kegagalan pada salah satu fasa dapat menyebabkan motor berjalan tidak seimbang, panas berlebih, dan merusak motor induksi. Deteksi Ketidakseimbangan Tegangan

PFR juga digunakan untuk mendeteksi ketidakseimbangan tegangan antar fasa yang dapat disebabkan oleh penurunan tegangan pada salah satu fasa. Ketidakseimbangan ini meningkatkan konsumsi energi motor dan lambat laun dapat merusak belitan motor.

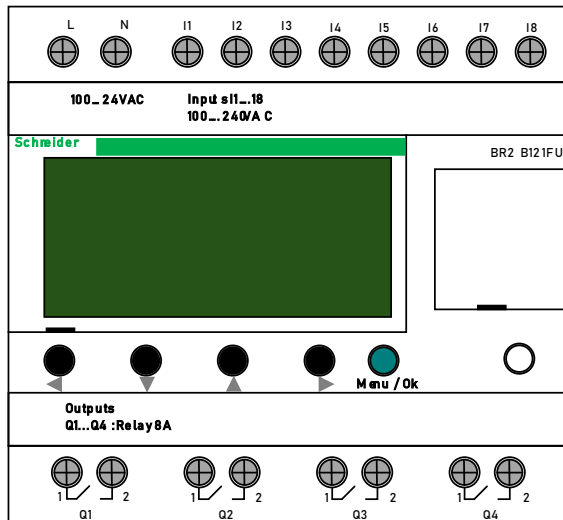
2.2.3 Smart Relay

Smart Relay adalah sebuah perangkat kendali otomatis yang dapat diprogram untuk menjalankan proses sekuensial tertentu. *Smart Relay* adalah suatu perangkat kendali relay virtual yang didesain dari mikrokontroller sebagai pengganti dari fungsi kendali relay dan kontaktor konvensional. *Smart Relay* juga sering disebut sebagai mini PLC atau mikro PLC karena secara fungsional *Smart Relay* hampir sama dengan dengan kendali PLC, hanya saja fitur-fitur yang dimiliki oleh kendali *Smart Relay* lebih sederhana.

Programmable Logic Control (PLC) sebagai alat yang digunakan untuk membuat aplikasi sistem kendali. Alat ini berfungsi sebagai otak dalam sebuah perangkat yang akan bekerja berdasarkan program yang sudah ditanamkan. PLC jenis ini sangat mudah untuk digunakan karena memiliki display dan tombol manual sehingga praktis digunakan dalam kegiatan keindustrian dan pengendalian kelistrikan gedung yang tidak lagi memerlukan bantuan PC untuk keperluan pemrograman melalui Komputer atau PC. Syarat untuk bisa menggunakan alat ini tentu saja salah satunya mampu menguasai diagram *leader* sebagai *plant* dalam membuat aplikasi sistem kendali (Haris Gunawan, 2014).

Zelio Smart Relay merupakan salah satu jenis PLC keluaran *Schneider elektrik*. *Zelio* atau *Smart Relay* memiliki ukuran yang kecil dan relatif ringan. *Smart Relay* didesain untuk sistem otomatis yang biasa digunakan pada aplikasi industri dan komersial. Contoh pengaplikasian *Smart Relay* pada industri salah satunya digunakan untuk proses pengemasan barang yang siap untuk dipasarkan. Untuk sektor komersial atau bangunan biasa digunakan untuk alat penggulung, pintu masuk, instalasi listrik, dan lain-lain yang menggunakan sistem otomatis. Terdapat dua tipe *Smart Relay*, yaitu tipe *compact* dan tipe modular. *Smart Relay* tipe *compact* adalah

Smart Relay yang menggunakan sistem rak, dimana CPU dan I/O dijadikan satu kesatuan dan memorinya terbatas, sedangkan tipe modular terdiri dari modul CPU dan modul I/O yang merupakan bagian yang terpisah-pisah. Perbedaan lainnya adalah pada tipe modular dapat ditambahkan extension module sehingga dapat ditambahkan *input* dan *output*. Smartrelay yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.3

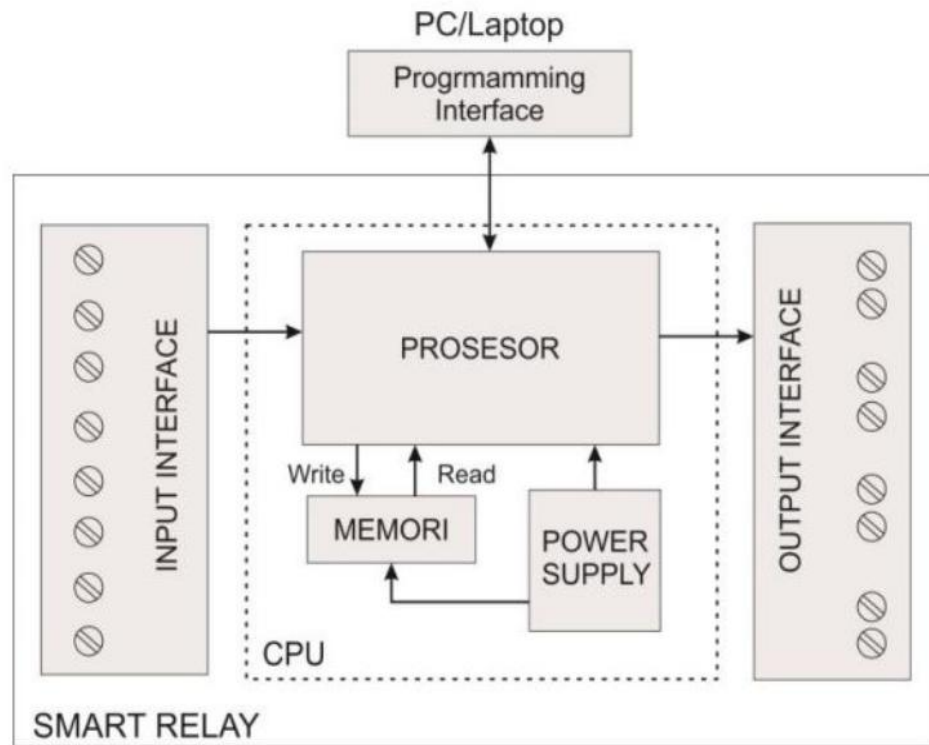


Gambar 2. 3 *Smart Relay*

Tabel 2. 1 Spesifikasi

<i>rated supply voltage</i>	12 V DC
<i>supply voltage limits</i>	10.4...14.4 V
<i>supply current</i>	200 mA (without extension)
<i>power dissipation in W</i>	2.5 W without extension
<i>reverse polarity protection</i>	With
<i>Output thermal current</i>	8 A for all 8 outputs (relay output)
<i>output voltage limits</i>	24...250 V AC (relay output) 5...30 V DC (relay output)
<i>discrete input voltage</i>	12 V DC
<i>discrete input current</i>	4 mA

A. Arsitektur *Smart Relay Zelio*



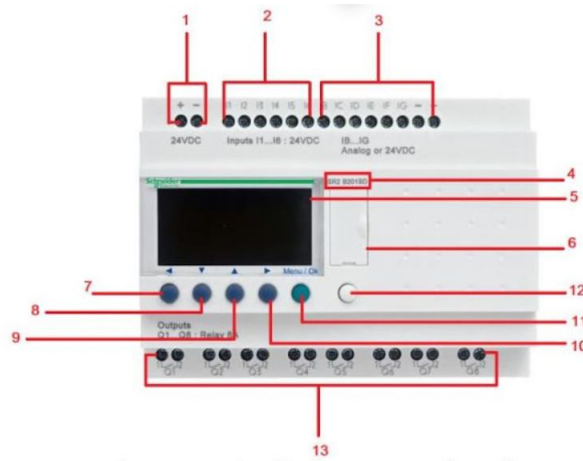
Gambar 2. 4 Arsitektur *Smart Relay Zelio*

Pada gambar 2.4. mengenai arsitektur smartrelay Secara garis besar arsitektur dari *Smart Relay Zelio* terdiri dari dua elemen utama, Yaitu. Elemen input dan output yang terdiri dari sejumlah port untuk masukan dan keluaran dari *Smart Relay Zelio*. Elemen input berfungsi membaca data masukan agar dapat diproses oleh CPU. Sedangkan elemen output berfungsi untuk menerjemahkan data dari CPU agar data tersebut dapat menjalankan perangkat outputan. CPU (*Central Processing Unit*) terdiri dari prosesor, memori dan juga *Power supply*. CPU ini berfungsi untuk menyimpan program kemudian mengeksekusinya dengan data masukan sehingga menghasilkan data output.

B. Fungsi dan Bagian-bagian *Zelio Smart Relay*

Fungsi dan bagian-bagian *Zelio Smart Relay* dapat dilihat pada Gambar dibawah Perlu diketahui bahwa pada *Zelio Smart Relay* memiliki 2 tipe output, yaitu a) tipe static output, yaitu tipe *Smart Relay* yang di supply dengan DC

voltage, b) tipe relay *output*, yaitu tipe *Smart Relay* yang *output*nya dapat di *supply* dengan AC atau DC voltage



Gambar 2.5 Keterangan *Smart Relay*

Dari gambar 2.5. merupakan Fungsi dari bagian-bagian *Smart Relay* Zelio yang ditunjukkan adalah sebagai berikut:

1. Lubang terminal *Power supply* , berfungsi sebagai tempat untuk memberikan sumber tegangan pada *Smart Relay* Zelio.
2. Lubang terminal *input* diskrit, berfungsi sebagai terminal *input* an diskrit atau *input* an digital On/Off.
3. Lubang terminal *input* analog, berfungsi sebagai terminal inputan berupa tegangan analog 0-10VDC.
4. Nomor tipe *Smart Relay* untuk menunjukkan tipe *Smart Relay* yang digunakan LCD display .
5. Lubang memori *cartridge* atau *port* untuk koneksi antarmuka *Smart Relay* Zelio dengan PC.
6. Tombol navigasi kiri untuk mengarahkan kursor ke kiri.
7. Tombol navigasi bawah untuk mengarahkan kursor ke bawah.
8. Tombol navigasi atas untuk mengarahkan kursor ke atas.
9. Tombol navigasi kanan untuk mengarahkan kursor ke kanan.

- 10 Tombol menu/ok untuk menampilkan dan memilih menu, submenu, program ataupun parameter pada program
11. Tombol shift untuk menampilkan menu kontekstual yang akan muncul pada LCD diatas tombol navigasi, serta merubah fungsi tombol navigasi menjadi fungsi dari masing-masing menu tersebut.
12. Lubang terminal *output*, berfungsi sebagai lubang terminal untuk *outputan* dari *Smart Relay Zelio*.

B. Prinsip Kerja Zelio Smart Relay

Setelah mempelajari tentang arsitektur dan bagian-bagian dari *Zelio Smart Relay* diatas, maka dapat diketahui bahwa prinsip kerja dari Smart Relay Zelio adalah terdiri dari tiga tahapan, yaitu :

- read: membaca data dari perangkat masukan yang terkoneksi dengan input Smart Relay.
- execute: mengeksekusi instruksi/program yang tersimpan pada memori.
- write: menuliskan atau mengeluarkan output dari hasil input yang telah dieksekusi dengan program yang telah dibuat.

C. Zelio Soft 2

Zelio Soft 2 adalah *Software* pendukung yang digunakan *Smart Relay* adalah *Zelio Soft 2*. Bahasa pemrograman yang disediakan oleh *Zelio Soft 2* adalah *Ladder Diagram* (LD) dan *Function Block Diagram* (FBD). Pada ladder language terdapat dua macam simbol yang dapat digunakan yaitu ladder symbol dan electrical symbol. Pada ladder simbol terdapat 120 baris yang dapat digunakan untuk program. Fitur-fitur yang ada adalah timer, yang digunakan untuk menghitung delay baik on/off. *Counter*, yang digunakan untuk menghitung maju atau mundur. *Analogue comparator* dan *counter comparator* yang digunakan untuk membandingkan. *Clock* yang digunakan untuk range waktu yang valid selama melakukan proses. Control relay yang digunakan sebagai internal *relay*. Input dan *output coil* yang juga terdapat kolom comment untuk memberi komentar pada tiap barisnya.

Ladder diagram menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak *relay* yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram ladder terdapat dua buah garis vertical dimana garis vertical sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatif catu daya. Program ladder ditulis menggunakan bentuk pictorial atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relay. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti normally open contact, normally closed contact, timer, counter, sequencer dan lain-lain ditampilkan seperti dalam bentuk pictorial.

Di bawah kondisi yang benar, listrik dapat mengalir dari rel sebelah kiri ke rel sebelah kanan, jalur rel seperti ini disebut sebagai ladder line (garis tangga). Peraturan secara umum di dalam menggambarkan program ladder diagram adalah:

1. Daya mengalir dari rel kiri ke rel kanan.
2. *Output coil* tidak boleh dihubungkan secara langsung di rel sebelah kiri.
3. Tidak ada kontak yang diletakkan di sebelah kanan *output coil*.
4. Hanya diperbolehkan satu *output coil* pada ladder line.



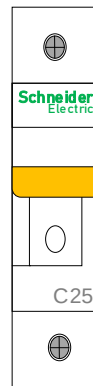
Gambar 2. 6 Garis Program Leader

Pada gambar 2.6 program leader Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang menggambarkan kontrol dari *switch*, sensor atau *output*. Satu baris dari diagram disebut dengan satu rung. Simbol kontak-kontak tersebut antara lain:

Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang menggambarkan kontrol dari *switch*, sensor atau *output*. Satu baris dari diagram disebut dengan satu rung. Simbol kontak-kontak tersebut antara lain:

1. *Normally open* (NO), keadaan input-an (dapat berupa saklar, puss button, sensor,dll) yang normalnya pada posisi OFF, dan akan ON bila relay telah ter-energies ----| |---- *Normally open* (NO)
2. *Normally close* (NC), keadaan input-an yang normalnya pada posisi ON, dan akan OFF bila relay telah terenergies ----|/|---- *Normally close* (NC)
3. Output, keluaran dapat berupa relay, lampu, *Buzzer*, motor, *pneumatic*, dll -----()-| output
4. Timer, pewaktu (*delay*) yang dapat diatur yang mempunyai kecermatan dan kecepatan yang lebih baik dibandingkan dengan relay konvensional
5. *Counter* (pencacah), counter Smart Relay dapat sebagai pencacah naik maupun pencacah turun dimana tergantung pada nilai yang dimasukkan dalam fungsi counter tersebut untuk pencacah naik.

2.2.4 Miniature Circuit Breaker



Gambar 2.7 *Miniature Circuit Breaker*

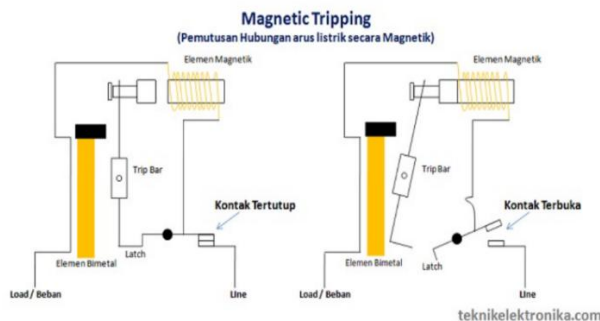
Pada gambar 2.7 merupakan komponen MCB, MCB adalah singkatan dari *Miniature Circuit Breaker*. MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan (Adhimanata & Dhiya, 2024b). Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan.

Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.

Pada kondisi Normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi Kelebihan Beban (*Overload*) ataupun Hubung Singkat Rangkaian (*Short Circuit*), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat perpindahan Knob atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini yaitu dengan cara *Magnetic Tripping* (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) dan *Thermal Tripping* (Pemutusan hubungan arus listrik secara Thermal/Suhu).

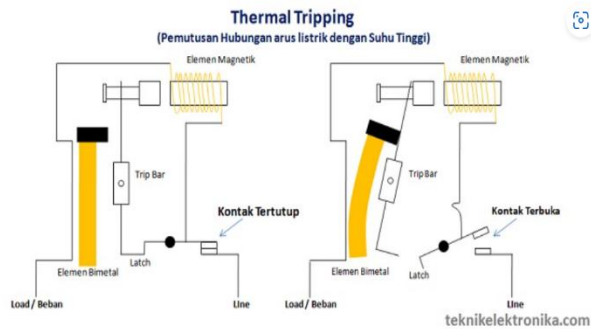
MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara yaitu :

Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) Ketika terjadi Hubung Singkat Rangkaian secara mendadak ataupun Kelebihan Beban yang sangat tinggi (*Heavy Overload*), *Magnetic Tripping* atau pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik akan diberlakukan. Pada saat terjadi hubungan singkat ataupun kelebihan beban berat, Medan magnet pada Solenoid MCB akan menarik latch (palang) sehingga memutuskan kontak MCB (Trip). Adapun kondisi mengenai Magnetic tripping dan dapat dilihat pada gambar 2.8.



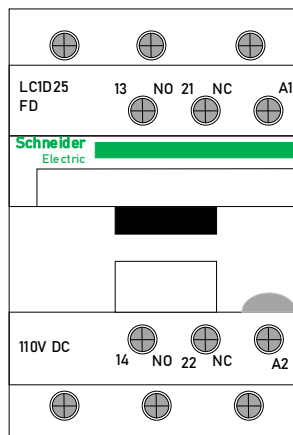
Gambar 2.8 *Magnetic Tripping*

Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Termal/Suhu). Pada saat kondisi *Overload* (Kelebihan Beban), Arus yang mengalir melalui Bimetal menyebabkan suhu Bimetal itu sendiri menjadi tinggi. Suhu panas tersebut mengakibatkan Bimetal melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (Trip). Adapun kondisi pada MCB saat terjadinya Thermal Tripping dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Thermal Tripping*

2.2.5 Kontaktor



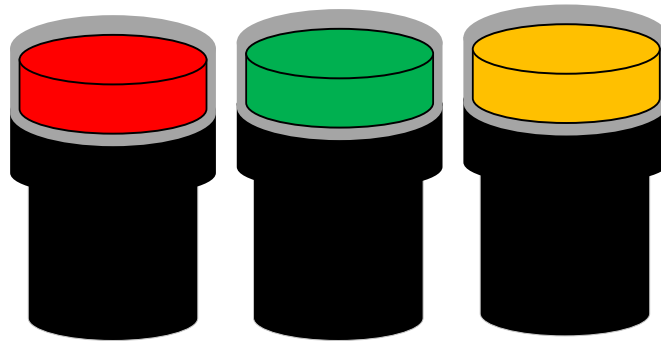
Gambar 2.10 Kontaktor

Dari gambar 2.10. mengenai komponen kontaktor Secara umum bagian kontaktor terbagi menjadi tiga macam, yaitu koil, kontak utama, dan kontak bantu. Baca juga: Perbedaan Listrik Arus Kuat dan Listrik Arus Lemah Berikut penjelasannya: Koil Koil A1 dan A2 pada kontaktor digunakan untuk menggerakkan

atau mengubah kondisi kontak semula NO menjadi NC atau sebaliknya yang dihubungkan dengan sumber 220 Volt. yang dikendalikan melalui push button start atau stop. Kontak utama Kontak utama NO pada sisi atas digunakan sebagai input dari sumber 3 fasa dengan kode Sedangkan pada bagian bawah digunakan sebagai output atau input menuju ke beban (load) dengan kode (Khoiriah Sari & Raden Rizki Alkawesar, 2021).

Kontak bantu Kontak bantu pada kontaktor memiliki dua kondisi yaitu kontak bantu normally open (NO) dengan kode 13 dan 14 yang berfungsi sebagai kontak pengunci yang bertujuan untuk mengunci kontaktor agar terus bekerja walau perintah bekerja (push button start) sudah dilepas. Kontak bantu normally close (NC) dengan kode 21 dan 22 dapat dihubungkan ke lampu indikator (pilot lamp) sebagai penanda sistem sudah diaktifkan (MCB ON) namun belum dijalankan (Push Button Start).

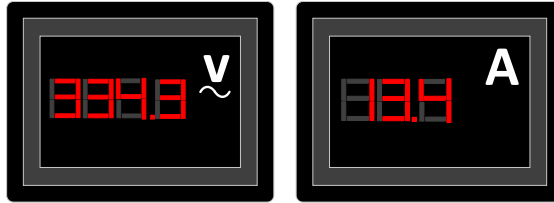
2.2.6 Pilot Lamp



Gambar 2.11 Pilot Lamp

Pada gambar 2.11. mengenai Pilot Lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika Pilot Lamp ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. Pilot Lamp bekerja ketika ada tegangan masuk (Phase - Netral) dengan menyalanya sebuah lampu atau led pada Pilot Lamp . selain itu Pilot Lamp ini pada panel ATS AMF Berbasis *Smart Relay* ini akan berfungsi sebagai indikator jika terjadi gangguan.(Adhimanata & Dhiya, 2024a)

2.2.7 Metering Digital



Gambar 2.12 Metering Digital

Dari gambar 2.12. Metering digital pada panel, yang juga dikenal sebagai panel meter digital, adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur dan menampilkan berbagai parameter listrik pada sebuah panel kontrol atau panel listrik. Fungsi utama metering digital adalah memberikan informasi yang akurat dan real-time tentang kinerja sistem listrik, yang penting untuk pemantauan, pengawasan, dan pengendalian yang efektif.

2.2.8 Push button



Gambar 2.13 *PushButton*

Pada gambar 2.13. Pushbutton adalah sebuah tombol yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan suatu sirkuit listrik dengan menekan tombol tersebut. Tombol ini biasanya terbuat dari bahan seperti plastik atau logam dan memiliki mekanisme pegas yang mengembalikan tombol ke posisi semula setelah dilepaskan.