

## Kegiatan Belajar 3

# Peralatan Proteksi



KEMENTERIAN  
PENDIDIKAN DAN  
KEBUDAYAAN



BBPPMPV BMTI

# 1. Latar Belakang

---

Peralatan proteksi dan perlindungan terhadap manusia adalah menjadi salah satu tantangan ketika instalasi dikerjakan. Proteksi yang sesuai seharusnya dapat diimplementasikan untuk dapat menghindari bahaya listrik seperti munculnya api, terbakar, tersengat listrik, kematian dan lain sebagainya. Peralatan listrik telah dirancang untuk kebutuhan ini dan manufaktur harus mengikuti ke atura-aturan dan standar yang telah ditetapkan. Pengaturan nilai pada peralatan listrik (beban atau rangkaian) yang diproduksi oleh manufaktur sebagai proteksi peralatan, harus mengacu dengan nilai yang telah diatur pada aturan dan standar yang berlaku.



## 2. Gangguan Kelistrikan

---

### 2.1. Hubung singkat

---

Hubung singkat listrik merupakan hasil dari gangguan oleh adanya hubungan langsung antara dua penghantar yang berbeda tegangan. Biasanya ini terjadi ketika penghantar bertegangan menyentuh penghantar netral atau penghantar fase yang lain, dan karena penghantar memiliki impedansi yang rendah sehingga memungkinkan mengalirnya arus yang sangat besar untuk bersirkulasi. Efek yang terjadi adalah kabel dan penghantar menjadi sangat panas dan dapat menyebabkan terbakar.

### 2.2. Beban Listrik Berlebih

---

Beban lebih merupakan hasil dari arus listrik yang mengalir melebihi nilai arus listrik nominalnya ke beban, dengan besar arus listrik seperti ini sudah dapat menyebabkan panas yang berlebih dan tentunya ada dampaknya. Selama perioda waktu terjadinya pemanasan tersebut resiko kebakaran akan semakin besar. Untuk menghindari jatuhnya saklar dari peralatan proteksi (ke posisi OFF/0), dimana peralatan proteksi akan mendeteksi kelebihan beban yang menyebabkan pemutusan rangkaian setelah beberapa saat.



## 2.3. Tegangan Lebih

---

Tegangan lebih biasanya seringkali terjadi yang diakibatkan oleh fenomena atmosfer (petir atau kilat). Tegangan akan melonjak naik dalam waktu mili detik, kejadian tersebut sangat merusak dan dapat juga menyebabkan kebakaran. Peralatan khusus yang telah dirancang untuk menangani permasalahan ini adalah Penangkal Petir (Lightning arrester).

## 2.4. Kebocoran Arus Listrik

---

Kebocoran arus listrik biasa disebabkan oleh penghantar fasa yang menyentuh bagian metal dari peralatan listrik yang terhubung dengan pembumian. Sistem Pembumian tipe TT akan mendeteksi kebocoran listrik yang kecil dan tipe ini digunakan untuk melindungi manusia terhadap kontak listrik secara tidak langsung. Alat yang digunakan untuk melindungi terhadap kebocoran arus listrik ini adalah Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) atau Residual-Current Device (RCD).



## 3. Sekering

---

Sekering merupakan resistor dengan nilai hambatan yang rendah yang akan putus kawat resistornya pada saat terjadi arus listrik yang melebihi batas kapasitas arus dari kawat resistor tersebut, jadi fuse merupakan alat yang digunakan untuk proteksi terhadap arus lebih, juga proteksi terhadap beban maupun sumber listrik. Komponen dasarnya adalah sebuah kawat/penghantar metal terbuka (tanpa isolator) yang akan meleleh ketika ada arus listrik yang terlalu besar yang mengalir melalui kawat tersebut. Hubung singkat, beban lebih, beban yang tidak sesuai atau kegagalan peralatan listrik merupakan alasan utama penyebab terjadinya arus listrik yang berlebih. Sekering merupakan alternatif untuk pemutus rangkaian.

### 3.1. Konstruksi Sekering

---

Sekering terdiri dari logam terbuka atau elemen kawat sekering, dengan penampang yang kecil dibandingkan dengan penampang konduktor rangkaian, serta dipasang di antara sepasang terminal listrik, dan (biasanya) tertutup oleh rumah yang tidak mudah terbakar. Elemen sekering terbuat dari seng, tembaga, perak, aluminium, atau paduan untuk memberikan karakteristik yang stabil dan dapat diprediksi. Elemen sekering dapat dibentuk untuk meningkatkan efek pemanasan. Dalam sekering besar, arus dapat dibagi antara beberapa kawat logam terbuka.

Elemen sekering mungkin dikelilingi oleh udara, atau oleh material yang dimaksudkan untuk mempercepat proses pendinginan busur. Pasir silika atau cairan non-konduktif dapat digunakan.



## 3.2. Nilai Arus IN

---

Arus maksimum yang dapat secara terus menerus bekerja mengalir melalui sekering tanpa mengganggu rangkaian.

## 3.3. Kecepatan

---

Kecepatan sekering untuk memutuskan elemen kawat metalnya tergantung pada berapa besar arus yang mengalir melaluinya dan material sekeringnya yang digunakan. Waktu pengoperasian elemen sekering bukanlah dengan interval tetap, tetapi menurun seiring meningkatnya arus listrik. Pemilihan sekering tergantung pada karakteristik beban. Perangkat semikonduktor dapat menggunakan tipe sekering yang cepat atau ultracepat, karena perangkat semikonduktor panas dengan cepat ketika arus berlebih mengalir.



### 3.4. Nilai I2t

---

Nilai I2t menentukan jumlah energi yang diperlukan untuk pemutusan sekering. Nilai Ini mendefinisikan untuk arus tertentu waktu yang dibutuhkan untuk membuka rangkaian dan menghentikan arus berlebih.

### 3.5. Kapasitas Pemutusan

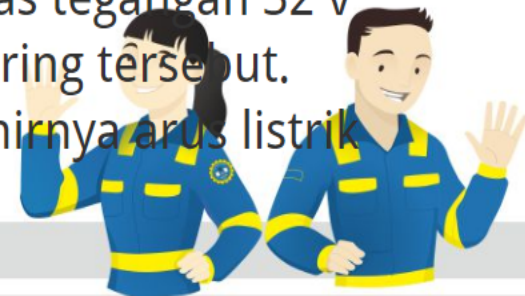
---

Kapasitas pemutusan adalah arus maksimum yang dapat dengan aman diputus oleh sekering. Beberapa sekering disebut High Rupture Capacity (HRC) dan biasanya diisi dengan pasir atau material yang serupa. Di atas nilai ini, sekering tidak akan bisa memutuskan rangkaian.

### 3.6. Nilai Tegangan

---

Nilai tegangan sekering harus lebih besar atau sama dengan nilai tegangan rangkaian terbukanya. Sebagai contoh, sekering tabung kaca untuk kapasitas tegangan 32 volt tidak akan secara langsung memutuskan arus apabila terhubung dengan sumber tegangan 120 atau 230 V. Jika sekering dengan kapasitas tegangan 32 v dicoba pada tegangan 120 v atau 230 v maka hasilnya akan terjadi percikan api pada sekering tersebut. Plasma di dalam sekering tabung gelas itu dapat terus mengalirkan arus listrik hingga akhirnya arus listrik pada akhirnya berkurang sehingga plasma berubah ke gas isolasi.



### 3.7. Simbol & Ukuran & Contoh



IEC



IEEE/ANSI



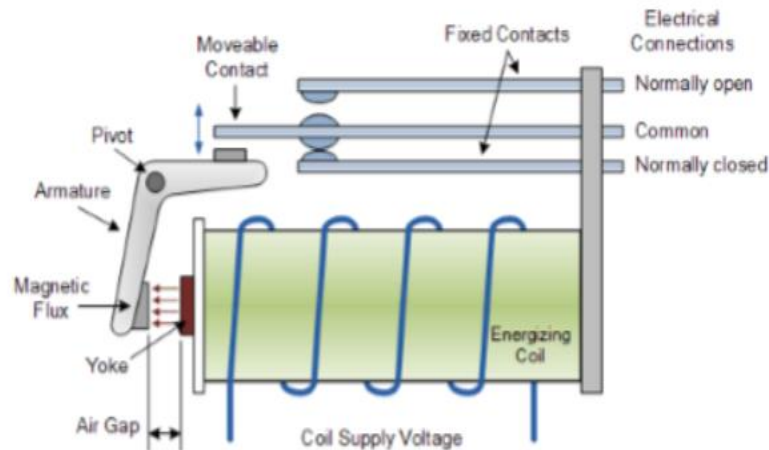
IEEE/ANSI





## 4. Rele Magnetik

Relai magnetik digunakan untuk mendeteksi arus yang besar, Rele ini terdiri atas satu kumparan (yang memiliki arus beban yang melewatinya), bagian mekanis yang bergerak dan kontak. Saat arus (arus normal) kurang dari nilai batas rele-nya, maka fluks magnetik terlalu lemah untuk menarik bagian mekanis yang bergerak pada rele, akan tetapi jika arus listriknya besar melebihi dari batas kapasitas rele, maka fluks magnetik menarik bagian mekanis yang bergerak dan akan memindahkan kontakannya. Informasi yang diberikan oleh kontak ini digunakan untuk memutuskan daya listrik.



Rele magnetik arus lebih satu kutub, waktu operasinya, dan symbol.



## 5. Rele Termal

---

Rele termal overload adalah alat untuk melindungi perangkat listrik seperti motor / generator dari terbakarnya komponen didalamnya akibat panas berlebihan yang dihasilkan selama pengoperasian alat tersebut. Rele memiliki lamella bi-metal yang beroperasi (aktif) terhadap kenaikan suhu. Ketika suhu sistem naik di atas nilai yang ditetapkan sebelumnya, lamella berpindah dan, dengan gerakan mekanis, untuk membuka kontak.

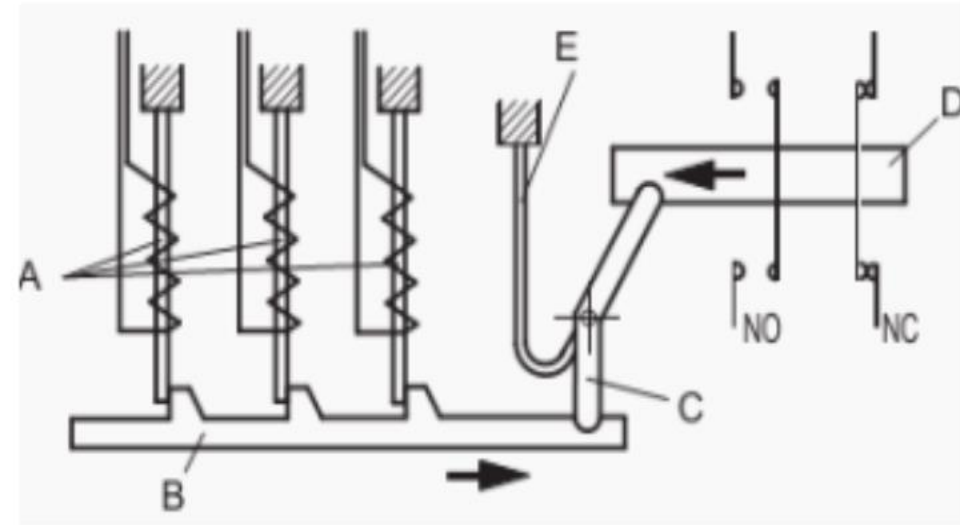
Koefisien ekspansi adalah salah satu sifat dasar dari setiap material. Dua logam yang berbeda selalu memiliki tingkat ekspansi linear yang berbeda. Strip bimetal selalu melengkung ketika dipanas, karena ketidaksamaan ekspansi linear ini dari dua logam yang berbeda.



## 5.1. Kelas

Ada empat kelas relay overload termal:

- 10A
- 10
- 20
- 30



Angka-angka kelas ini menunjukkan karakteristik perjalanan dari kondisi dingin, dan harus dipilih sesuai dengan karakteristik starting motor dan aplikasinya.



## 6. Circuit breaker

---

Circuit breaker terdiri dengan rele magnetik dan rele termal yang mana alat ini melindungi terhadap overload dan hubung singkat.

### 6.1. Circuit Breakers Tegangan Rendah

---

Tipe-tipe tegangan rendah (kurang dari 1.000 VAC) adalah umum dalam aplikasi domestik, komersial dan industri, dan termasuk:

- MCB (Miniature Circuit Breaker) – Nilai arus tidak lebih dari 100 A. Karakteristik pemutusan tidak dapat diatur, operasi thermal atau magnetic-thermal.
- MCCB (Molded Case Circuit Breaker) - Nilai arus sampai 2,500 A. Operasi thermal atau magnetic-thermal, pemutus arus dapat diatur pada nilai yang besar.

Karakteristik pemutus (CB) tegangan rendah sesuai standar internasional yang digunakan adalah IEC 947. Pemutus rangkaian ini sering dipasang dan memungkinkan dipindah dan ditukar tanpa membongkar switchgear



## 6.2. Komponen di dalam Circuit Breaker

---

MCB termal-magnetik yang dipasang pada DIN rail adalah gaya yang paling umum di unit konsumen domestik yang modern dan panel distribusi listrik komersial di seluruh Eropa. Desain ini termasuk komponen-komponen berikut:

1. Aktuator pengungkit - Digunakan secara manual untuk memutuskan dan menyambungkan kembali circuit breaker dan sebagai indikator status dari circuit breaker (On or Off/tripped]
2. Aktuator mekanik – kontak bersama atau terpisah
3. Kontak– mengalirkan arus listrik pada saat terhubung dan memutuskan arus listrik pada saat kontaknya terlepas.
4. Terminal
5. Bimetallic strip.
6. Sekrup kalibrasi - memungkinkan pabrikan mengatur secara tepat mengatur pemutusan arus listrik ke MCB, setelah MCB dipasang.
7. Solenoid
8. Arc divider/extinguisher



### 6.3. Prinsip Operasi MCB/MCCB

---

MCB/MCCB disusun oleh rele termal dan magnetik, dan akan bekerja pada zona operasinya (zona termal dan zona magnetik).

Zona termal dimulai dari  $1.1 I_n$  sampai batas arus magnetik  $I_m$ , pada zona ini, MCB/MCCB bekerja sebagai rele overload thermal, dan dari arus  $I_m$ , rele magnetik akan bekerja.

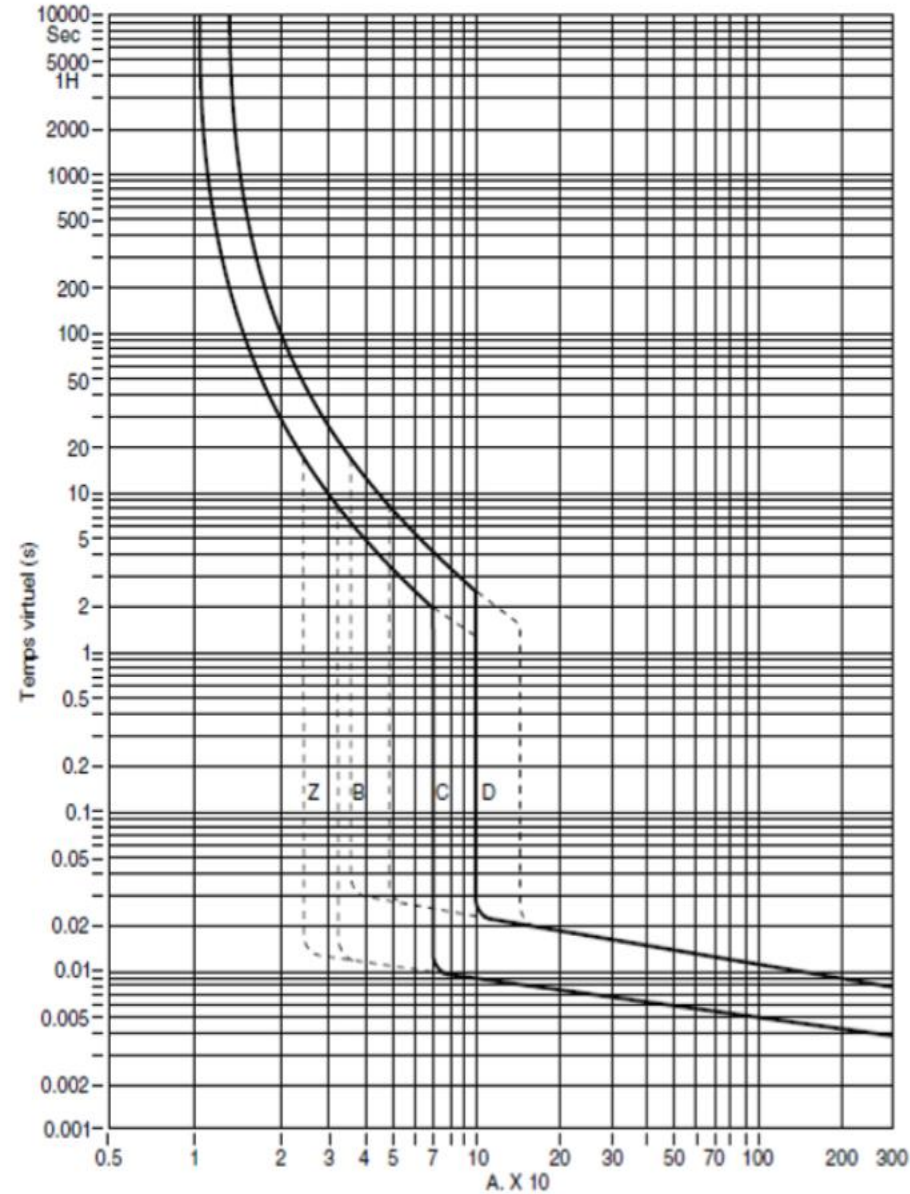
### 6.4. Kurva Circuit Breaker (MCCB/MCB)

---

MCCB/MCB diklasifikasikan berdasarkan perbedaan kurva sesuai beban yang mereka suplai, ada 3 tipe utama MCB, yaitu : B, C, D pada  $40^\circ\text{C}$  and 50 Hz.



## 6.5. Kurva pemutusan



## 6.6. Circuit breaker Tegangan Tinggi

---

Jaringan transmisi daya listrik diproteksi dan dikendalikan oleh pemutus (breakers) tegangan tinggi. Pemutus tegangan tinggi hampir selalu dioperasikan dengan solenoid, dengan rele proteksi sensor arus yang dioperasikan melalui trafo arus, pada gardu listrik, skema rele proteksi dapat menjadi rumit, proteksi terhadap peralatan dan busbar dari berbagai tipe beban lebih atau arus bocor (overload or ground/earth fault).

Pemutus tegangan tinggi, secara luas diklasifikasikan oleh media yang digunakan untuk memadamkan busur api, contohnya sebagai berikut :

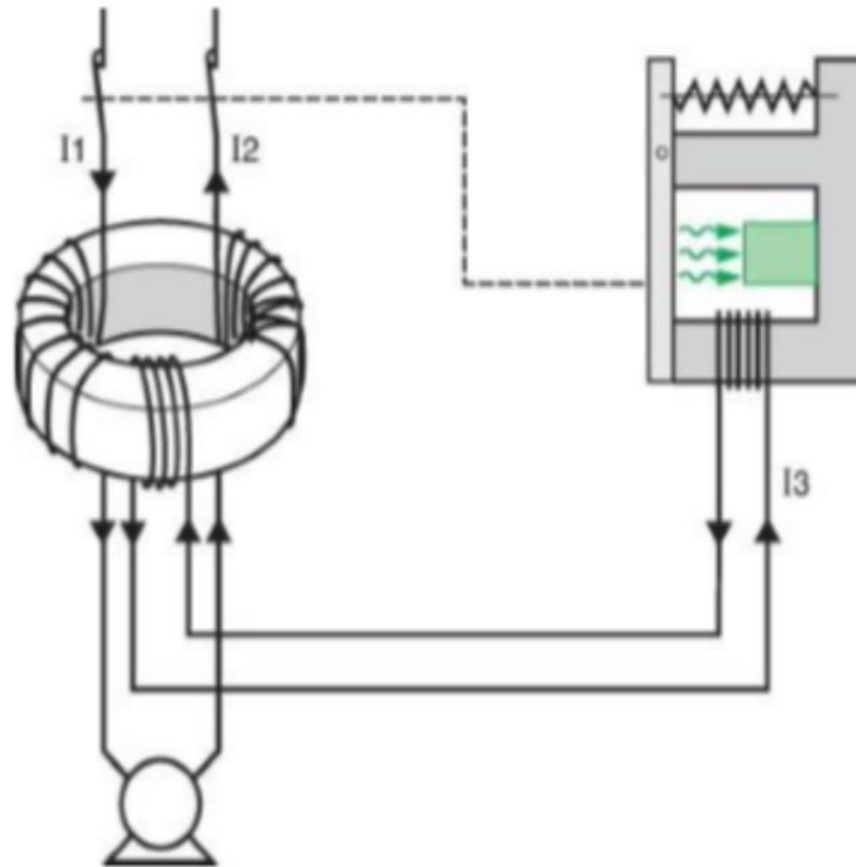
- Bulk oil
- Minimum oil
- Air blast
- Vacuum
- SF6





## 7. RCD (Residual Current Device) / ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

RCD / ELCB dibuat untuk mengukur arus listrik yang mengalir pada penghantar fasa dan netral, jika bila dijumlahkan arus listrik ini ternyata tidak sama dengan nol, maka ini artinya ada kebocoran, biasanya mengalir melalui penghantar pembumian dan ke bumi.



## 7.1. Karakteristik Utama

---

- Kedua penghantar fasa dan netral dihubungkan melalui RCD.
- RCD/ELCB akan memutuskan rangkaian pada saat ada arus yang mengalir melalui ke dua penghantar diperangkat tersebut.
- Jumlah arus yang mengalir melalui penghantar fasa akan mengalir juga melalui penghantar netral.
- Adanya kebocoran arus yang mengalir melalui kedua penghantar tersebut akan dideteksi oleh RCD/ELCB dan akan memutuskan rangkaian dalam waktu 30 mili detik.
- Jika dirumah memiliki sistem pembumian yang terhubung dengan batang/jangkar pembumian dan tidak melalui kabel listrik yang utama, maka semua rangkaian listrik yang ada dirumah tersebut harus dilindungi oleh RCD (karena apabila terjadi kebocoran arus listrik, maka arus listrik tersebut tidak akan cukup untuk memtuskan/trip MCB).
- Perangkat RCD sangatlah efektif untuk perlingdungan manusia dari sengatan listrik.



## 7.2. Tipe RCCD

---

Desain RCD dan ELCB berbeda tergantung dari rangkaian, biasanya kita dapat menemukan pada :

- Circuit breaker untuk industri sudah terintegrasi atau dapat menggunakan modul RCD.
- Circuit breaker untuk rumah tangga dan sejenisnya yang dilengkapi RCD.
- Residual current circuit-breakers and RCDs dengan toroida trafo arus yang terpisah.



### 7.3. Kepekaan dan kekuatan RCD

---

RCD dan ELCB didefinisikan oleh dua spesifikasi. sensitivitas, yaitu nilai dari perangkat akan memicu ( $I\Delta n$  in mA) dan kekebalan tipe a, b, ac sesuai dengan lingkungan dan karakteristik beban.

