

BAB IX.

PROTEKSI TEGANGAN LEBIH, ARUS BOCOR DAN SURJA HUBUNG (TRANSIENT)

9.1. PROTEKSI TEGANGAN LEBIH/ KURANG

9.1.1 Pendahuluan.

Relai tegangan lebih [Over Voltage Relay] bekerjanya berdasarkan kenaikan tegangan yang melebihi settingan relay yang digunakan dan relay tegangan kurang (Under Voltage Relay) bekerjanya berdasarkan turunnya tegangan mencapai/ dibawah nilai settingan relay yang digunakan.

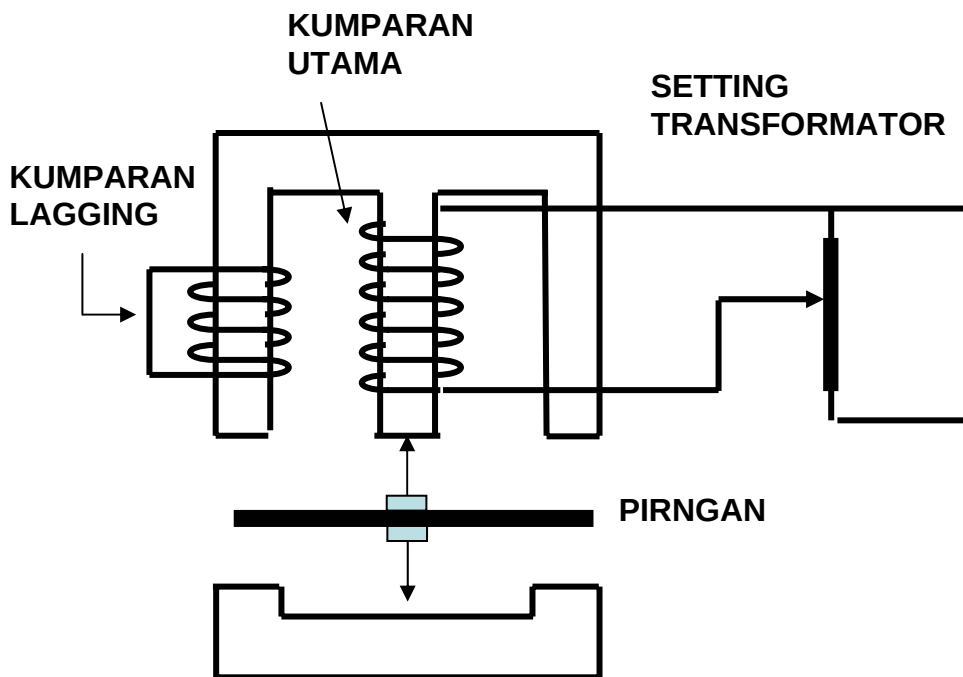
Relay tegangan lebih banyak digunakan untuk,

1. Gangguan fasa ketanah atau pergeseran titik netral pada jaringan yang disuplay dari transformator tenaga dimana titik netralnya ditanahkan melalui tahanan tinggi atau mengambang .
2. Untuk pengaman gangguan fasa ke tanah dari stator generator dimana titik netral generator ditanahkan lewat transformator distribusi

3. Untuk mengamankan putaran lebih pada generator, karena kalau terjadi putaran lebih (naik) pada generator maka tegangan akan menjadi naik pula
Relay tegangan kurang digunakan untuk,
 1. Untuk mencegah starting motor bila tegangan yang digunakan turun.
 2. Pengaman sistem yang dapat dikombinasikan dengan relay frekuensi kurang.

9.1.2 Prinsip kerja relay tegangan lebih

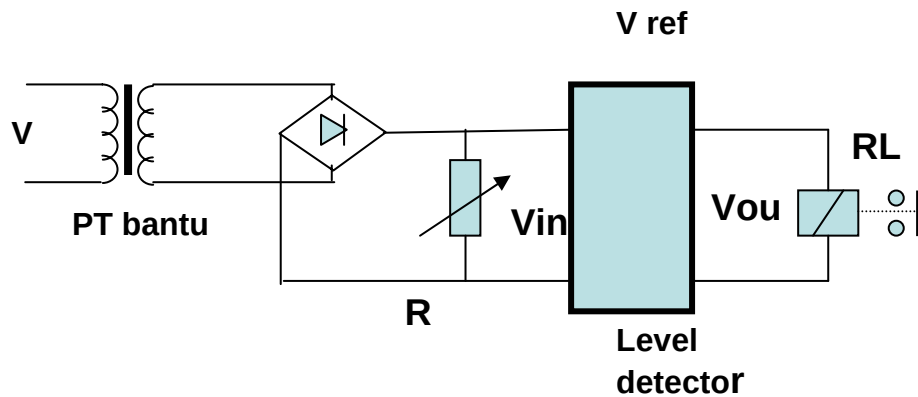
1. Asas elektromekanik (induksi piringan)



Gambar 9.1 Prinsip kerja relay tegangan lebih elektromekanik

Apabila kumparan utama diberi tegangan lewat transformator maka akan timbul arus dan apabila arus ini melampaui besarnya dari yang ditentukan akan timbul torsi pada piringan (disk), maka piringan ini akan berputar sampai kontaknya menutup

2. Asas elektronik (statik)



Gambar 9.2 Prinsip kerja relay tegangan lebih statik

Bila tegangan input (V_{in}) lebih besar dari tegangan level detector (V_{ref}) maka akan muncul tegangan output, karena adanya tegangan output ini (V_{out}) maka relay RL akan menutup kontakannya. Untuk pengaturan relay dengan penundaan waktu, maka pada rangkaian diatas dapat ditambahkan rangkaian timer. Pada prinsipnya relaya tegangan ini hampir sama dengan relay arus perbedaannya adalah pada penempatan relay ini.

9.2. PROTEKSI ARUS BOCOR

9.2.1 Pendahuluan

Arus bocor bumi dapat disebabkan oleh karena terjadinya kegagalan isolasi listrik dari jaringan listrik atau peralatan atau dapat juga disebabkan oleh tersentuhnya bagian bertegangan rangkaian atau peralatan listrik.

Tersentuhnya bagian bertegangan bisa terjadi akibat sentuhan langsung (direct contact) atau sentuhan tidak langsung (indirect contact).

Kontak langsung (direct contact) adalah tersentuhnya bagian bertegangan dari peralatan listrik.

Kontak tidak langsung (indirect contact) adalah tersentuhnya bagian konduktor yang dengan tidak disengaja menjadi bertegangan sebagai akibat kegagalan isolasi.

9.2.2 Sistem pembumian

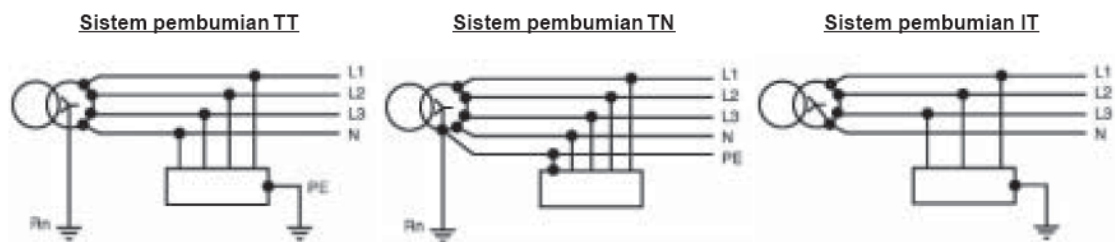
Besarnya arus bocor bumi, resiko yang bisa ditimbulkan dan jenis proteksi yang dibutuhkan sangat tergantung sekali kepada sistem pembumian (grounding system) dari instalasi listrik.

Ada tiga jenis sistem pembumian :

1. Sistem pembumian TT : titik bintang (netral) dari trafo sumber dihubungkan ke bumi, dan frame dari peralatan atau beban dihubungkan ke bumi.
2. Sistem pembumian TN : titik bintang dari trafo dihubungkan ke bumi, dan frame dari peralatan dihubungkan ke kawat netral.
3. Sistem pembumian IT : titik bintang atau netral dari trafo sumber tidak dibumikan (di isolasi) dengan bumi, sedangkan frame dari peralatan listrik dihubungkan ke bumi.

Apapun sistem pembumian yang dipilih, dibutuhkan suatu gawai proteksi gangguan arus bocor bumi sebagai proteksi untuk keselamatan manusia atau peralatan dan harta benda. Arus bocor bumi disamping berbahaya terhadap keselamatan manusia dan peralatan atau harta benda, pada tingkat arus gangguan tertentu bisa menyebabkan gangguan keseimbangan phase.

Pada sistem pembumian TT dan TN sangat direkomendasi untuk memasang gawai proteksi arus bocor bumi. Untuk sistem pembumian IT diperlukan gawai pemonitor insulasi untuk mengantisipasi gangguan kedua (karena pada gangguan pertama tidak mempengaruhi sistem jaringan listrik)



Gambar 9.3 Sistem pembumian motor

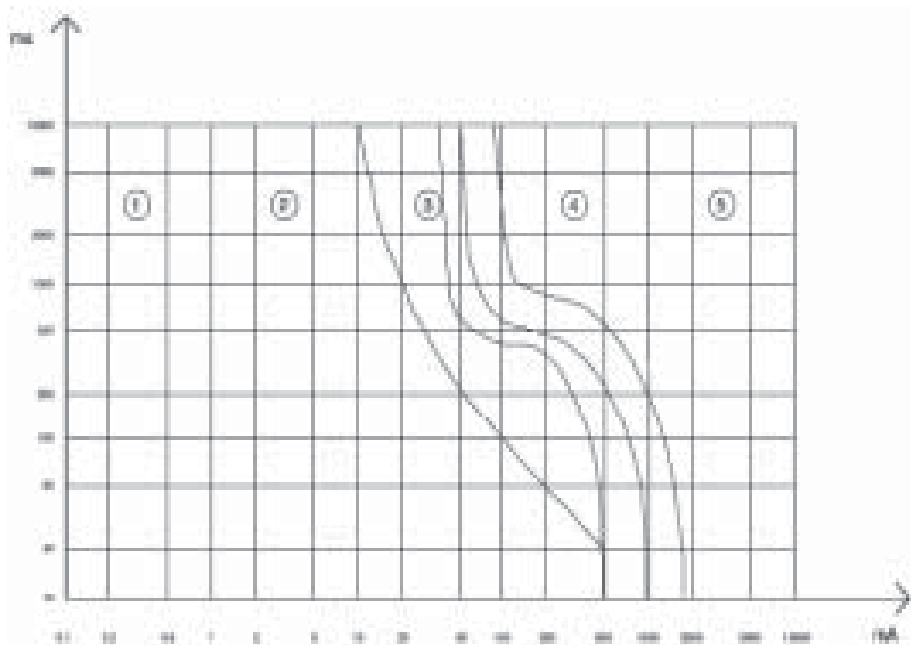
9.2.3 Proteksi manusia dan peralatan

Bahwa 30% gangguan listrik pada instalasi bukan disebabkan oleh beban lebih ataupun hubung singkat, tetapi akibat gangguan isolasi. Perlengkapan isolasi dan

pengkabelan yang buruk, atau alat yang dipakai salah, dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan (api) dan manusia (kematian).

Akibat utama dari gangguan arus yang melalui konduktor atau alat lain yang tidak diharapkan untuk menerima arus adalah peningkatan suhu yang tidak normal. Suhu yang tinggi ini dapat menyebabkan kerusakan pada kabel atau bahkan percikan api pada material, lalu terbakar.

Hal ini terjadi pada manusia dan disebut juga “Electrocution”. Electrocution ialah mengalirnya arus ke tubuh manusia, dan sangat berbahaya. Aliran arus merusak dua fungsi tubuh yang vital : pernapasan dan detak jantung. Penelitian menyatakan skala resiko berdasarkan dua faktor : arus pengenalan dan lamanya waktu kontak.



Gambar 9.4 Arus pengenalan dan lama waktu arus listrik terhadap manusia

Keterangan :

1. Kesemutan
2. Getaran kejut (tidak berbahaya)
3. Gangguan pada sistim pernafasan

4. Kontraksi pada jantung (bersifat mematikan tetapi biasanya masih dapat disembuhkan)
5. Denyutan jantung kacau (berhenti)

1. Proteksi manusia

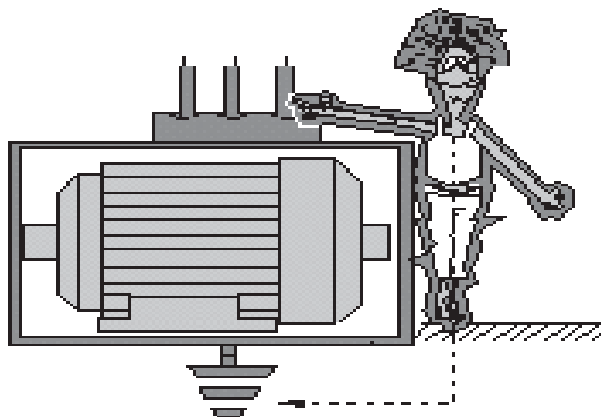
- Kontak langsung

Terjadi bila manusia memegang langsung kawat atau kabel fase bertegangan. Pengamanan terhadap resiko kontak langsung dapat berupa :

- isolasi kabel fase tegangan
- boks panel, dll.

Tetapi bagaimanapun sangatlah direkomendasikan adanya pengaman tambahan, dengan kata lain menggunakan gawai arus bocor untuk mencegah berbagai resiko masuknya listrik kedalam tubuh manusia.

Untuk itu, standar IEC kini sudah menetapkan pemasangan gawai arus bocor dengan sensitifitas 30 mA jika pengaman manusia dibutuhkan. (soket, instalasi listrik kamar mandi dll.). Dimana gawai arus bocor akan otomatis trip apabila arus bocor yang terdeteksi melebihi ambang batas 30 mA.

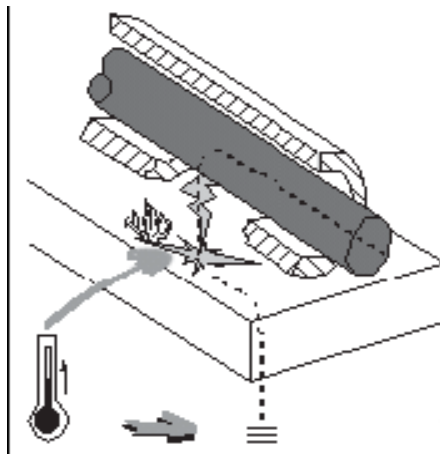


Gambar 9.5 30 mA untuk proteksi tegangan sentuh langsung

2. Pengaman Peralatan

- Pengaman api

Telah diketahui bahwa arus 500mA pada dua titik kontak dua logam bertegangan yang berdekatan dapat menimbulkan percikan api. Apapun sistem pembumian yang digunakan untuk pengaman terhadap api haruslah dilengkapi dengan sensitifitas pengaman : $I_{\Delta n} < 300\text{mA}$



Gambar 9.6 Arus bocor 270 mA cukup untuk menimbulkan api
30 mA untuk proteksi bahaya kebakaran

Untuk memilih gawai arus bocor, yang harus diperhatikan adalah fungsi dari masing-masing gawai arus bocor tersebut.

ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

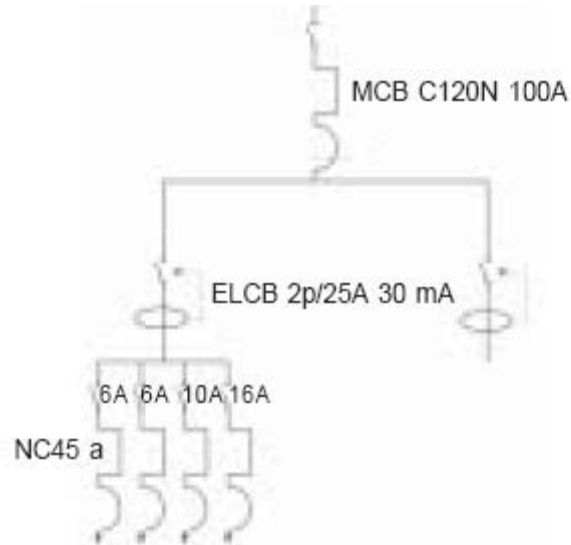
Produk ini hanya mempunyai satu fungsi, mendeteksi arus bocor. Tidak terdapat pengaman thermal dan magnetis, sehingga ELCB harus diamankan terhadap hubung singkat oleh MCB sisi atasnya.

ELCB tidak boleh dipasang apabila kemungkinan hubung singkat melebihi 6 kA.

ELCB dapat dipadukan dengan alat bantu (auxiliary) seperti OFS, MX, MN yang menyediakan fasilitas signaling jarak jauh dan trip jarak jauh. ELCB mempunyai mekanisme trip tersendiri dan juga dapat dioperasikan secara manual seperti saklar. Alat ini digunakan jika pengaman arus bocor dibutuhkan pada sekelompok sirkit yang maksimum terdiri dari 4 sirkit.



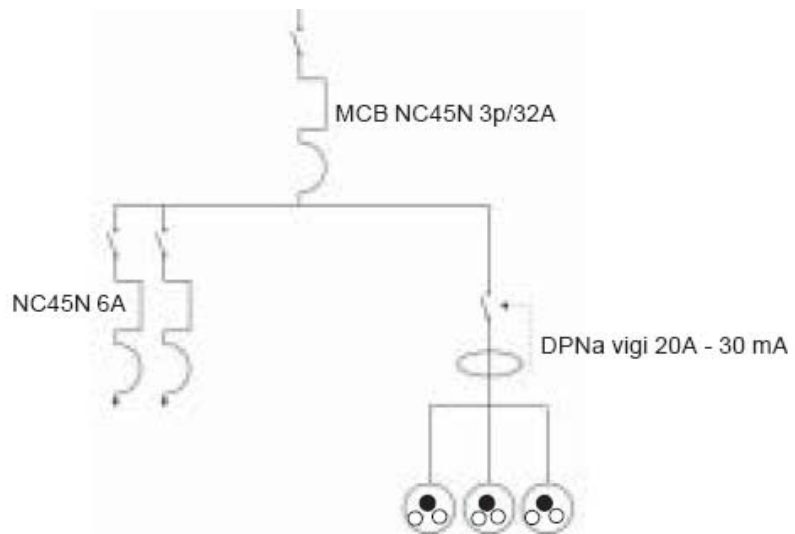
ELCB



Gambar 9.7 ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

DPNa Vigi (kombinasi MCB / ELCB)

DPNa Vigi merupakan kombinasi dari MCB (Ph + N) dan pendeteksi arus bocor. DPNa Vigi sangat berguna apabila pengamanan penuh terhadap hubung singkat, beban lebih dan arus bocor dibutuhkan pada sirkit tunggal. Kapasitas pemutusan maksimum 4,5 kA (SPLN 108 / SLI 175) atau 6 kA (IEC 60947-2).



Gambar 9.8 (kombinasi MCB / ELCB)

Modul Vigi (rele arus bocor)

Diklasifikasikan sebagai alat bantu MCB. Pendeteksi arus bocor tambahan yang dikombinasikan dengan MCB. Modul Vigi tidak mempunyai mekanisme trip. Modul Vigi mengirimkan perintah secara mekanis ke MCB seperti alat bantu lainnya. Modul Vigi dapat dipasang di lapangan. Alat ini digunakan pada bangunan komersial dan aplikasi industri jika hubung singkat tinggi dan MCB harus dipasang dengan baik.

9.3 PROTEKSI SURJA HUBUNG (TRANSIENT)

9.3.1 Pendahuluan

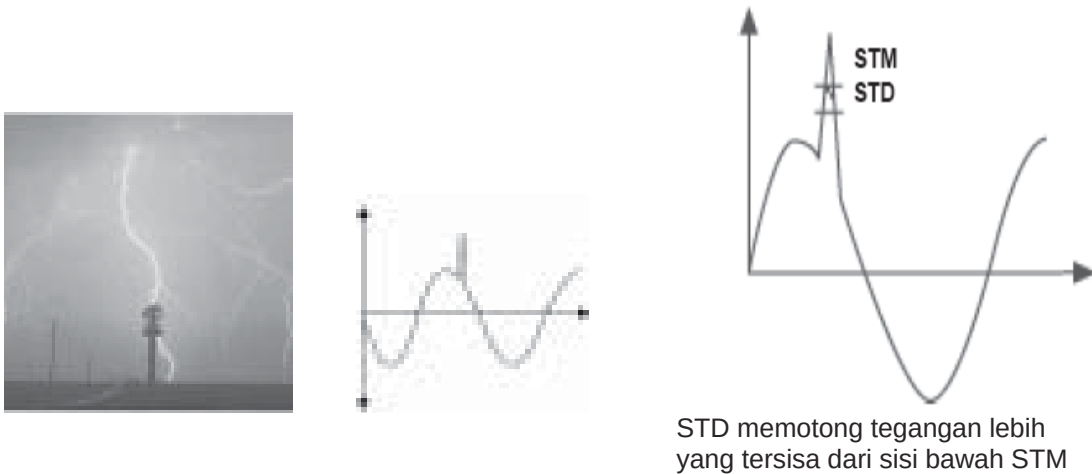
Tegangan surja, yang sering disebut spike (paku) atau transien umumnya terjadi pada kebanyakan jaringan listrik berupa kenaikan tegangan yang sangat cepat. Terjadinya tegangan surja dapat disebabkan oleh petir atau gerakan switching (penyambungan-pemutusan) dari kontaktor, pemutus tenaga, thiristor dan switching kapasitor. Tegangan surja tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan listrik akibat adanya tekanan pada komponen isolasi yang jauh di luar batas tegangannya.

Penahan surja Multi 9 (ST) yang dirancang untuk membelokkan surja dengan cara penggabungan beberapa komponen Metal Oxyde Varistor (MOV), memberikan pengamanan terhadap tegangan surja tersebut pada :

- peralatan elektronik rumah tangga : televisi, oven, lemari es, komputer, dll.
- peralatan elektronik industri : PLC, kontrol motor, mesin, pompa, dll.



Gambar 9.9 Tegangan lebih akan muncul saat penyambungan beban



Gambar 9.10 Tegangan lebih akan muncul saat petir terjadi

9.3.2 Aplikasi Penahan Surja

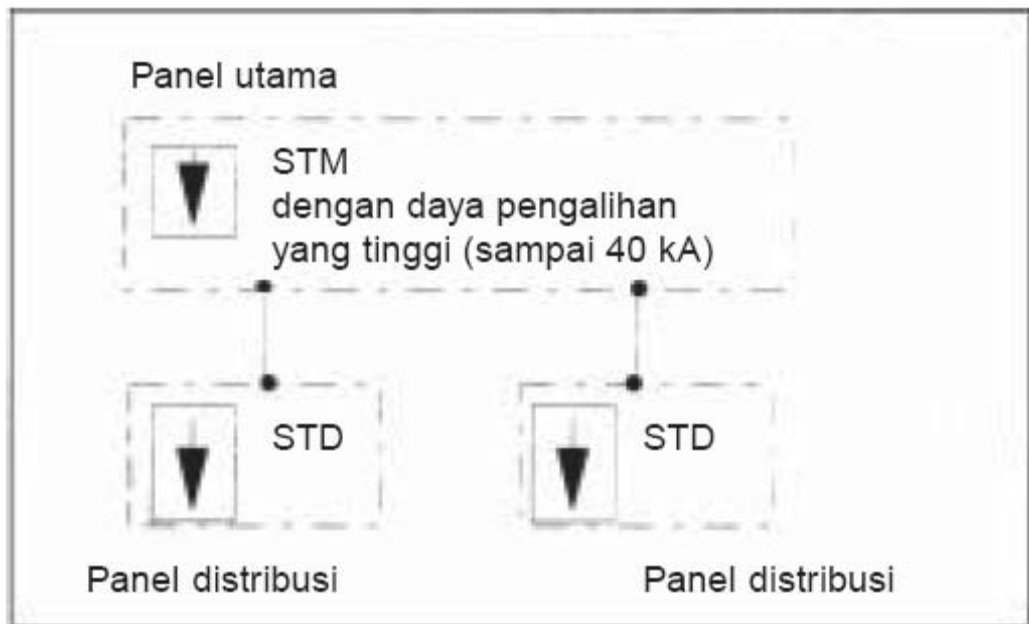
- **Instalasi pada bangunan komersial dan industri**

- **STH**, dipasang pada tiap panel utama dimana biasa terjadi tegangan transien yang disebabkan petir dengan tingkat resiko yang sangat tinggi (arus pengalihan maks = 65 kA).

- **STM**, dipasang pada tiap panel utama dimana biasa terjadi tegangan transien yang disebabkan petir dengan tingkat resiko yang cukup tinggi (arus pengalihan maks = 40 kA).

- **STD**, dipasang pada tiap panel distribusi akhir dimana biasa terjadi tegangan transien yang disebabkan petir dengan tingkat resiko yang sedang, biasanya dipasang secara kaskading dengan STM atau STH untuk membatasi tegangan lebih pada sisi bawah STM atau STH (Daya pengalihan STD = 10 kA).

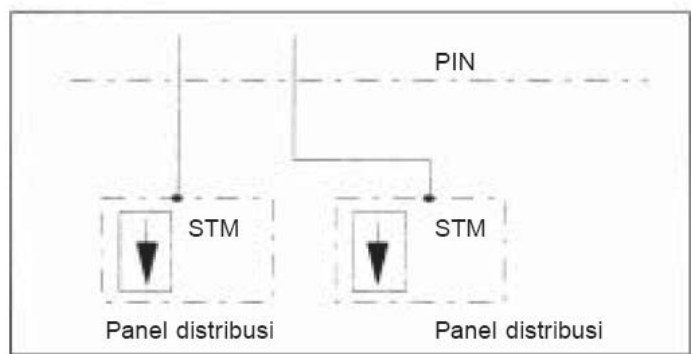
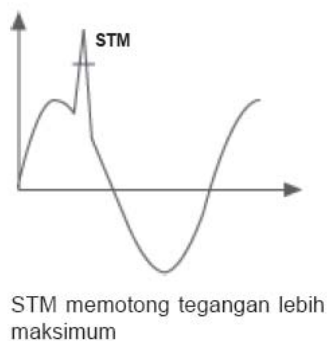
- Bila sebuah panel distribusi menyuplai panel lainnya, diperlukan penahan surja pada tiap panel tambahan jika jarak antara panel-panel tersebut lebih dari 10 m. Seperti gambar 9.11 dibawah.



Gambar 9.10 Pemasangan STD dan STM pada panel

o Instalasi domestik (perumahan)

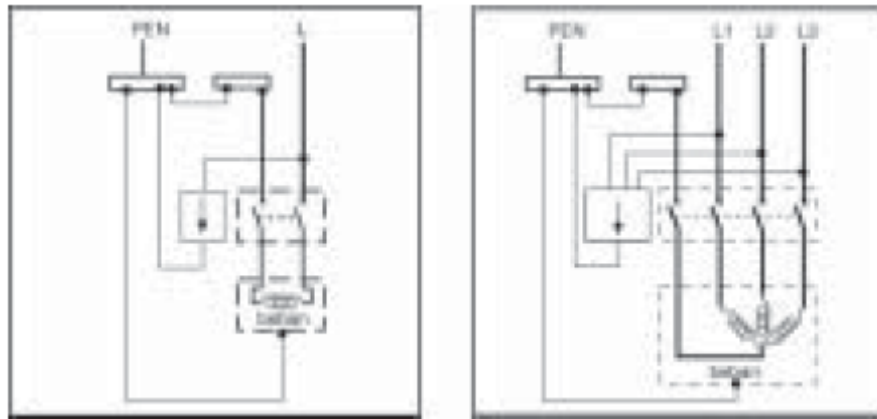
- Dipasang pada panel distribusi.
- Sangat dianjurkan menggunakan STM untuk menjamin pengaman terbaik dengan daya pengalih yang besar.



Gambar 9.11 Pemasangan STM pada panel

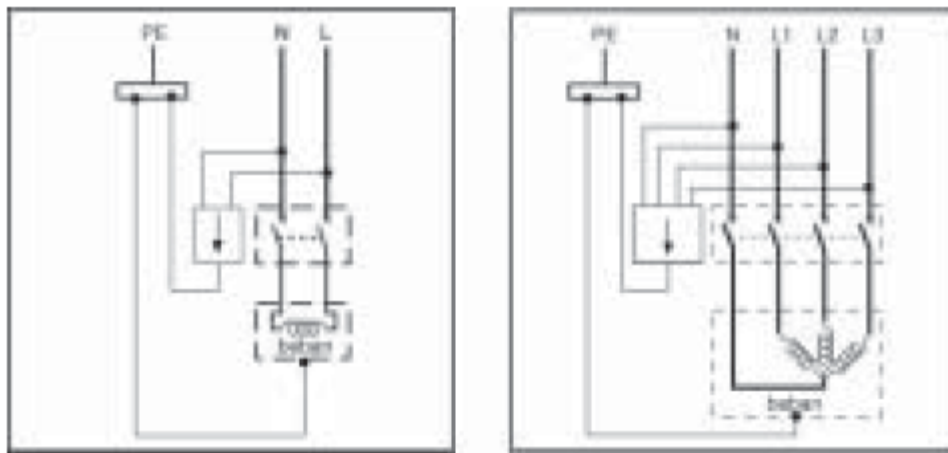
9.3.3 Pemilihan Surge Arrester.

Apabila sistem pembumian yang digunakan TNC (Netral & kawat pembumian tergabung) maka ST yang harus digunakan STD / STM / STH atau PRD 1 kutub (1p) atau 3 kutub (3p).



Gambar 9.12 Pemasangan surge arrester 3p

Apabila sistem pembumian yang digunakan : TNS (Netral & kawat pembumian terpisah) maka ST yang digunakan : STD / STM / STH atau PRD 1 kutub + N (1p+N) atau 3 kutub + N (3p+N).



Gambar 9.12 Pemasangan surge arrester 3p +N

9.3.4 Surge Arrester STM / STD / STH (tipe fixed)

Pengaman peralatan listrik & elektronik terhadap tegangan transien yang disebabkan oleh petir.

STH : penahan surja untuk panel utama

STM : penahan surja untuk panel utama atau panel rumah bila tidak ada pengaman surja di sisi atas

STD : penahan surja untuk panel distribusi/sekunder

Sekring internal pada ST menjaga agar peralatan tidak tersambung terus menerus ke bumi saat terjadi tegangan lebih atau surja yang lama dan melebihi nilai pengenalnya. Dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 9.12 Bentuk pengaman surja arrester