

APLIKASI ALAT PROTEKSI ARUS SISA PADA INSTALASI LISTRIK

Firman Silitonga
Pusat Rekayasa dan Perangkat Nuklir, BATAN

ABSTRAK

APLIKASI ALAT PROTEKSI ARUS SISA PADA INSTALASI LISTRIK. Pada instalasi listrik biasanya harus dipasang alat proteksi terhadap beban lebih dan arus hubung pendek. Sebagai tambahan pada instalasi tersebut perlu dipasang alat proteksi terhadap arus sisa karena alat proteksi hubung pendek dan beban lebih tidak memproteksi arus sisa. Pada suatu instalasi listrik perlu terlebih dahulu diketahui besarnya arus sisa pada instalasi tersebut. Dengan mengetahui arus sisa tersebut dapat dipasang alat proteksi arus sisa sesuai. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi pemutusan listrik pada instalasi listrik tersebut yang disebabkan oleh arus sisa setiap saat. Dalam makalah ini akan ditunjukkan pemasangan alat proteksi arus sisa dengan daya 3500 VA atau lebih besar pada sistem TN atau sistem pembumian netral pengamanan (PNP) dan pada sistem TT atau sistem pembumian pengamanan yang mempunyai titik netral yang dibumikan

Kata Kunci: aplikasi proteksi dan arus sisa.

ABSTRACT

An application of residual current protective device at electrical installation. In an electrical installation, a protection for overload and short circuit are always to be installed. In addition to the installation, it is necessary to be installed a protection device for residual current because both the short circuit and the over load device protection will not work for the residual current. The quantity of the residual current must be defined first at any electrical installation to define an appropriate residual current protection so that not every residual current will break the circuit. This paper will explain a method how to install a residual protection device for 3500 VA or more at TN and TT of earthing system.

Keyword: Application protection and residual current

PENDAHULUAN

Alat proteksi arus sisa dalam bahasa Inggris disebut RCD (Residual current device) atau RCPD(residual current protective device) juga seringkali dinamakan ELCB (Earth leakage circuit breaker). Dalam standar IEC, arus sisa dikenal juga sebagai residual current operated circuit breaker), dan di Amerika lebih dikenal sebagai GFCI (Ground fault circuit interrupter).

Arus sisa adalah jumlah aljabar nilai arus sesaat, yang mengalir melalui semua penghantar aktif suatu sirkuit pada suatu titik instalasi, sedangkan arus sisa operasi adalah arus terkecil yang dapat menyebabkan trip alat proteksi arus sisa dalam waktu yang ditentukan.

Pada suatu instalasi listrik sering terjadi gangguan hubung pendek dan atau beban lebih. Untuk mengatasi hal tersebut dipasang alat proteksi MCB sebagai proteksi hubung singkat dan proteksi beban lebih. Tetapi bila terjadi gangguan arus sisa, MCB tidak dapat memproteksinya, maka instalasi perlu dilengkapi dengan proteksi arus sisa.

Alat proteksi arus sisa adalah alat yang digunakan sebagai pemutus sirkuit. Alat ini secara otomatis memutuskan sirkuit termasuk penghantar netralnya dalam waktu tertentu bila terjadi arus sisa yang timbul karena kegagalan isolasi. Penyebab kebakaran yang terjadi di wilayah Jakarta dapat ditimbulkan sebagai berikut^[1]: kompor 13 %, lampu tempel 0,5 %, listrik 48 %, rokok 7 %, lain-lain 35 %. Penyebab kebakaran akibat listrik adalah sebagai berikut^[1]:

jaringan listrik 78 %, panel listrik 8 %, peranti listrik 11 % dan sakelar / kotak-kontak 3 %. Dari data ini kebanyakan kebakaran ditimbulkan listrik.

Kebakaran yang ditimbulkan oleh listrik dapat disebabkan oleh kegagalan isolasi dikarenakan penuaan isolasi dan kelembaban. Polutan pada isolasi juga dapat menurunkan tahanan isolasi penghantar yang dapat menimbulkan bunga api listrik kecil. Bila hal ini terjadi, lama kelamaan akan terjadi pengkarbonan pada permukaan isolasi sehingga material, isolasi mulai rusak. Pada permukaan isolasi yang rusak ini akan mengalir arus bocor dan berpotensi menimbulkan bunga api listrik. Permukaan isolasi yang rusak semakin bertambah dan akibatnya isolasi terbakar. Hal ini menimbulkan kerugian bagi pengguna instalasi listrik, dan akibat kebakaran dapat menimbulkan bahaya disekitarnya yang menyebabkan kerugian bagi pengguna. Untuk mengatasi kebakaran yang ditimbulkan arus sisa ini perlu dipasang alat proteksi arus sisa pada instalasi listrik sehingga tidak menimbulkan kerugian bagi pengguna.

KARAKTERISTIK ALAT PROTEKSI ARUS SISA

Karakteristik alat proteksi arus sisa sebagai berikut^[2] :

1. Tegangan pengenal :
230 volt- 415 volt
2. Arus pengenal :
25 A, 63 A, 80 A, 100A
3. Arus sisa operasi pengenal
- Jenis umum : 30 mA
- Jenis S : 300 mA- 500mA

Alat proteksi arus sisa tidak boleh trip pada arus sisa $\leq 0,5 I_{\Delta N}$, tetapi harus trip pada $I_{\Delta N}$ dalam waktu yang ditentukan berdasarkan nilai standar waktu pemutusan.

BAHAYA KEBAKARAN AKIBAT LISTRIK

Studi yang dilakukan pada tahun 1980 dan 1990 di Jerman oleh perusahaan asuransi kebakaran industri

dan premi komersial dinyatakan bahwa listrik menyebabkan 40 % kebakaran^[2]. Penyebab banyaknya kebakaran listrik terutama akibat kenaikan suhu dalam waktu yang singkat atau busur api listrik yang disebabkan oleh gangguan isolasi.

Bahaya kebakaran akibat listrik dapat disebabkan oleh kombinasi dari faktor berikut :

1. Isolasi yang sudah tua
2. Kerusakan instalasi :
 - penyambungan buruk
 - beban lebih
 - hubung pendek
 - tracking (penjaluran)

Penyambungan buruk

Penyambungan buruk dapat menimbulkan busur api listrik pada titik sambungan yang longgar.

Beban lebih

Beban lebih melebihi beban pengenalnya sehingga menimbulkan arus listrik yang besar.

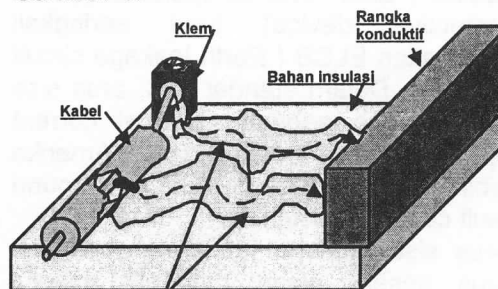
Hubung pendek

Terjadi hubung pendek antar fasa yang dapat mengakibatkan kerusakan isolasi kabel.

Penjaluran

Fenomena penjaluran dapat terjadi sebagai berikut :

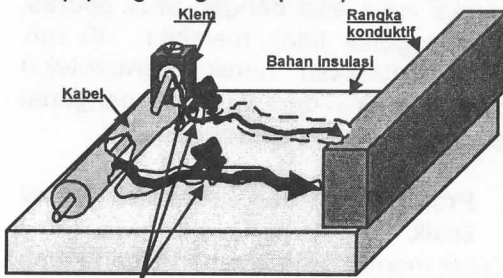
1. Terdapat polutan dan pelembaban pada permukaan isolasi seperti pada Gambar 1.



Arus bocor (sisa) kecil mengalir melalui bagian yang polutif dan / atau dengan kelembaban yang tinggi.

Gambar 1 Polutan dan pelembaban pada permukaan isolasi

2. Timbul bunga api kecil pada saat tahap pengeringan seperti pada Gambar

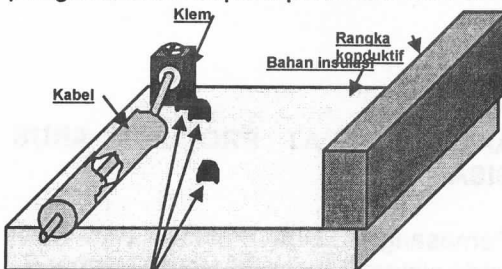


Bagian yang mengering tak dapat lagi menahan tegangan, mulai timbul bunga api listrik kecil pada permukaan

Gambar 2. Timbul bunga api pada permukaan isolasi

Pusat bunga api mempunyai suhu sangat tinggi lebih besar $1000^{\circ}C^{[3]}$.

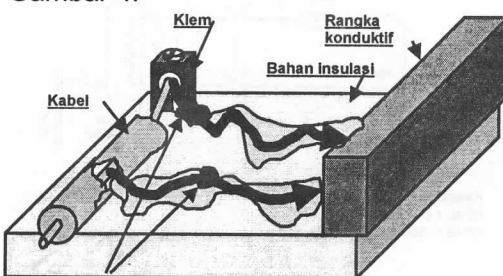
3. Tempat - tempat tertentu terjadi pengkarbonan seperti pada Gambar 3



Tempat-tempat terjadi pengkarbonan setelah periode pemanasan, material isolasi mulai sedikit rusak.

Gambar 3. Terjadi pengkarbonan

4. Arus bocor mengalir lagi selama kelembaban berikutnya seperti pada Gambar 4.

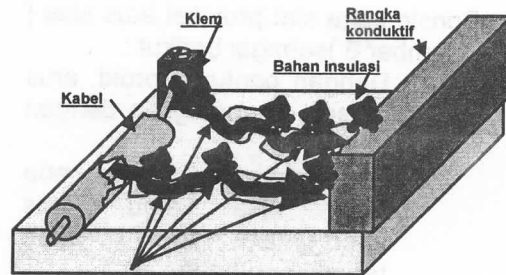


Sewaktu periode kelembaban berikutnya, arus sedikit demi sedikit membesar mengalir melewati permukaan yang rusak

Gambar 4. Pengaliran arus bocor

Sewaktu periode kelembaban berikutnya, arus sedikit demi sedikit membesar mengalir melewati permukaan yang rusak.

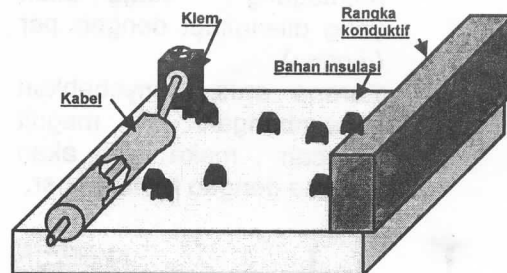
5. Sewaktu tahap pengeringan berikutnya, timbul busur api listrik baru. Seperti pada Gambar 5.



Jumlah bunga api listrik meningkat, pengkarbonan permukaan melus dan menimbulkan kerusakan semakin parah

Gambar 5. Timbul busur api listrik

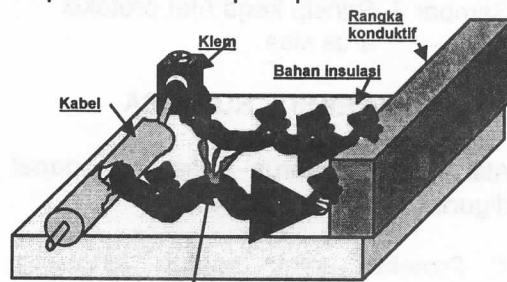
6. Permukaan yang rusak makin lama semakin meningkat seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Peningkatan permukaan yang rusak

Resistansi bahan isolasi menurun, sehingga arus meningkat pada setiap siklus.

7. Setelah waktu tertentu bahan isolasi dapat terbakar seperti pada Gambar 7.

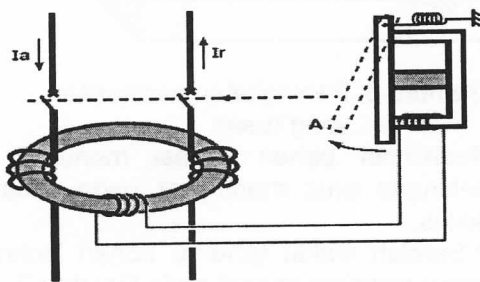


Bila arus bocor menjadi cukup besar (kira-kira $\geq 300 - 500 \text{ mA}$)^[3], bunga api listrik yang terjadi cukup kuat untuk membakar bahan isolasi.
Gambar 7. Bahan isolasi terbakar

PRINSIP KERJA

Prinsip kerja alat proteksi arus sisa (lihat Gambar 8.) sebagai berikut :

1. Dengan bantuan toroid, arus masuk dibandingkan dengan keluar.
2. Bila seimbang (tidak ada arus sisa atau arus bocor), maka tidak akan terjadi perubahan.
3. Bila ada arus sisa yang melebihi arus operasi sisa pengenalan, maka karena ketidakseimbangan arus masuk dan arus keluar akan menyebabkan terjadi aliran fluks pada toroid yang menyebabkan terjadi arus pada sirkuit yang terhubung pada magnet yang " memegang " suatu bilah yang dilengkapi dengan per (spring).
4. Karena arus menyebabkan keseimbangan magnet berubah, maka bilah akan terbuka dengan bantuan per.



Gambar 8. Prinsip kerja Alat proteksi arus sisa

ALAT PROTEKSI ARUS SISA

Alat proteksi arus sisa ini dapat digunakan sebagai berikut:

1. Proteksi untuk sentuh langsung, berdasarkan :

Jika proteksi diberikan dengan pemutusan suplai secara otomatis, alat proteksi arus sisa dengan arus operasi sisa pengenalan tidak melebihi 30 mA harus digunakan untuk memproteksi kotak kontak dengan arus pengenalan tidak melebihi 20 A pasangan luar.

2. Proteksi terhadap kebakaran akibat listrik

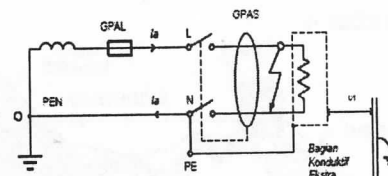
Untuk membatasi akibat arus gangguan pada sistem instalasi listrik pada bangunan, maka sirkuit harus :

1. Diproteksi oleh alat proteksi arus sisa dengan arus sisa operasi pengenalnya tidak melampaui 0,5 A atau
2. Dipantau oleh pemantau isolasi kontinyu yang menghidupkan alarm saat terjadi gangguan isolasi.

Ketentuan ini berlaku juga untuk perumahan dengan daya 3500 VA dan lebih besar.

APLIKASI ALAT PROTEKSI ARUS SISA

Pemasangan alat proteksi arus sisa pada sistem TN seperti pada Gambar 9. Pada sistem TN atau sistem pembumian netral pengaman (PNP) sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan bagian konduktif terbuka instalasi dihubungkan ke titik netral tersebut oleh penghantar proteksi.



Keterangan
GPAL = Gawai proteksi arus-lebih
GPAS = Gawai proteksi arus-sisa

Gambar 9. Pemasangan Alat proteksi arus sisa pada sistem TN

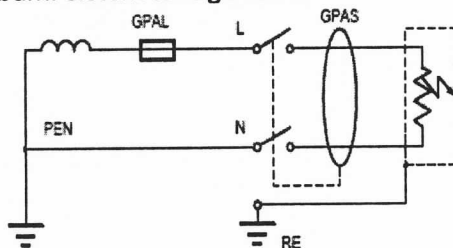
Waktu pemutusan maksimum alat proteksi arus sisa untuk sistem TN seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Waktu pemutusan maksimum untuk arus sisa^[4]

U ₀ (volt)	Waktu pemutusan (detik)
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Pemasangan alat proteksi arus sisa pada sistem TT seperti pada Gambar 10.

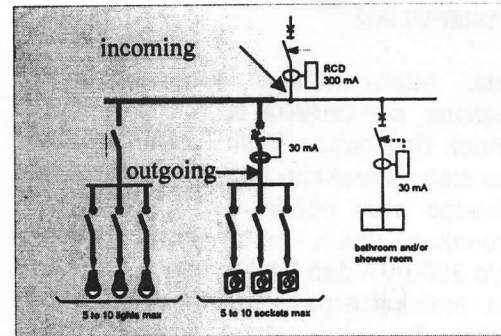
Pada sistem TT atau sistem pembumian pengaman sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan bagian konduktif terbuka dari instalasi dihubungkan ke elektroda pembumian secara listrik terpisah dari elektroda bumi sistem tenaga listrik.



Gambar 10. Pemasangan alat proteksi arus sisa pada sistem TT

Peralatan listrik yang diproteksi dengan alat proteksi pada sistem TT harus dibumikan sedemikian rupa sehingga tidak mungkin timbul tegangan sentuh yang terlalu tinggi, melebihi 50 volt. Jika arus operasi sisa pengenal alat proteksi arus sisa tersebut mengalir melalui elektroda pembumian dan resistansi pembumian (R_E) pada sistem TT tidak boleh melebihi 100 Ω seperti terlihat pada Gambar 10.

Pada Gambar 11 pada incoming dipasang alat proteksi arus sisa (RCD) dan pada sisi outgoing 2 buah dipasang alat proteksi arus sisa.



Gambar 11. Instalasi Listrik

Pada Gambar 11 ini dapat kita lihat bahwa nilai operasi alat proteksi arus sisa lebih besar pada sisi incoming dari pada sisi outgoing. Hal ini untuk mengatasi agar pada masing-masing sisi outgoing bila terjadi arus sisa hanya pemutusan pada sirkit yang mengalami gangguan saja.

Pada Tabel 1 dapat dilihat makin besar tegangan, waktu pemutusan arus sisa semakin kecil. Hal ini disebabkan makin besar tegangan pada instalasi listrik arus bocor atau arus sisa semakin besar juga.

PEMBAHASAN

Alat proteksi arus sisa yang dipasang pada instalasi listrik hanya dapat digunakan pada sistem TN dan sistem TT. Pada sistem TN atau sistem pembumian netral pengaman (PNP), sistem yang mempunyai titik netral dibumikan dan bagian konduktif terbuka (BKT) instalasi dihubungkan ke titik netral tersebut oleh penghantar proteksi seperti Gambar 9.

Pada sistem TT atau sistem pembumian pengaman (PP), sistem yang mempunyai titik netral dibumikan secara langsung dan bagian konduktif terbuka instalasi dihubungkan ke elektroda bumi yang secara listrik terpisah dari elektroda bumi sistem tersebut seperti pada Gambar 10.

Arus sisa atau arus bocor ini mengalir ke bumi dan kembali ke sistem melalui titik netral yang dibumikan untuk mengoperasikan alat proteksi arus sisa sehingga dapat mencegah kebakaran.

KESIMPULAN

Pada suatu instalasi listrik biasanya dipasang alat proteksi terhadap hubung pendek dan beban lebih. Alat proteksi arus sisa digerakkan untuk memproteksi terhadap arus bocor. Alat proteksi ini digunakan untuk perumahan dengan daya 3500 VA dan lebih besar.

Alat proteksi arus sisa dipasang pada sistem TN atau sistem pembumian netral pengaman (PNP) seperti Gambar 9 dan pada sistem TT atau sistem pembumian pengaman sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan seperti Gambar 10.

ACUAN

1. Anonymous. Data dinas kebakaran di daerah khusus ibukota (DKI) tahun 1999 dan 2000.
2. SCHNEIDER."Electric Building a new Electric World, Residual current devices in LV",
3. Anonymous, IEC 61008, "Residual current operated circuit breaker with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)".
4. Anonymous, SNI 04-0225-2000, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)".