

Kegiatan Belajar 4

Sistem Pembumian (Dasar-Standard)



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN DAN
KEBUDAYAAN



BBPPMPV BMTI

1. SEJARAH

1.1. Sejarah

- Abad 18, listrik statis yang dihasilkan oleh gesekan menyebabkan beberapa perubahan ke eksperimen.
- Tahun 1780, Oleh chance, Galvani mengamati kontraksi otot dengan listrik dari kaki katak
- Tahun 1880: Tegangan DC 100 V naik menjadi 1.300 V dan kemudian menjadi 3.000 V (Grenoble-Vizille link pada 1883) dalam usaha mengirimkan listrik untuk beberapa kilometer. Gangguan isolasi menyebabkan kebocoran dan korsleting.
- Tahun 1886: Instalasi distribusi pertama di Amerika Serikat: generator 12 A / 500 V / AC dan 16 trafo kecil memasok konsumen dengan 100 V AC untuk pertama kalinya;
- Tahun 1889: Penentuan harga arus DC dan AC di Akerika Utara (Edison (DC) – Westinghouse (AC))
- Tahun 1890: Kremler menggunakan kursi listrik dan tersengat listrik ... arus AC! Jadi, pada akhir abad ke-19, sudah jelas bagi komunitas tekno-ilmiah bahwa arus listrik berbahaya bagi manusia dan bahwa AC lebih berbahaya daripada DC.



1.2. Munculnya Sistem Pembumian

Ada 3 sistem pembumian seperti yang didefinisikan standar IEC 60364 dan and French standard NF C 15-100, yaitu :

- Penghantar Netral yang dihubungkan ke pembumian –TT
- Bagian konduktif yang terbuka (metal) yang terhubung dengan netral -TN
- Penghantar netral yang tidak dihubungkan dengan pembumian –IT

Ketiga sistem pembumian dibuat untuk memastikan perlindungan manusia dan properti.

1.3. Penghantar Netral yang Dihubungkan ke Pembumian

Penghantar netral yang dihubungkan dengan pembumian pada sistem TT, netral dari trafo utama dihubungkan ke pembumian melalui penghantar pembumian dan semua bagian metal dari peralatan dan beban dihubungkan ke penghantar pembumian yang lain. Untuk kasus gangguan listrik, arus bocor akan mengalir melalui penghantar pembumian ke trafo, dan *Residual current Breaker* (RCD) akan mendeteksi arus bocor ini dan memutuskan rangkaian (sesuai dengan nilai arus bocornya).

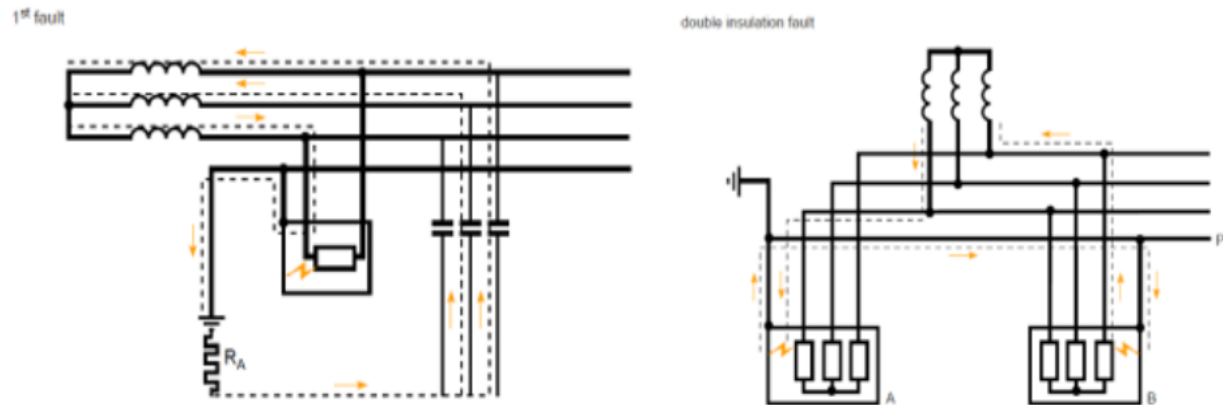


1.4. Bagian Konduktif yang Terbuka (metal) yang Terhubung dengan Netral

Sistem ini, penghantar netral dari trafo dihubungkan ke penghantar pembumian dan semua bagian rangka metal/konduktif dari peralatan dihubungkan dengan netral. Ada dua cara untuk menghubungkan bagian rangka ke netral, yaitu melalui penghantar pembumian yang dihubungkan dengan penghantar netral (TN-S) atau dihubungkan secara langsung ke penghantar netral (TN-C).

1.5. Penghantar Netral yang Tidak Dihubungkan dengan Pembumian

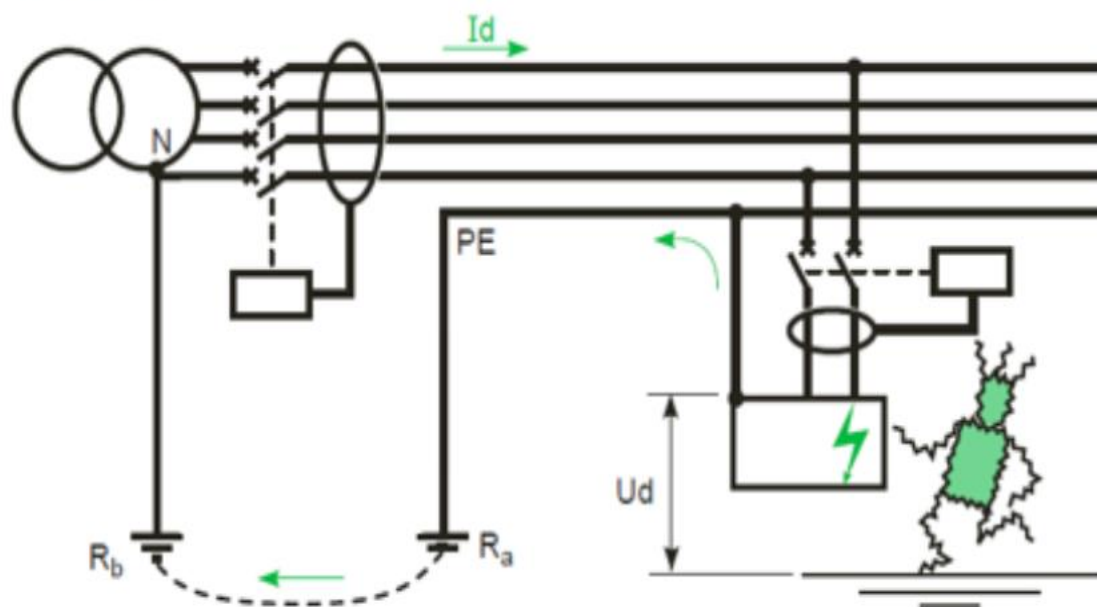
Sistem IT, penghantar netral dari trafo diisolasi ke pembumian dan bagian rangka dari peralatan dihubungkan ke penghantar pembumian. Untuk kasus gangguan listrik, tidak ada bahaya akan tetapi jika terdapat dua gangguan yang serentak, maka akan terjadi hubung singkat dan peralatan proteksi yang sesuai akan memutuskan rangkaian yang rusak tadi.



2. PENGHANTAR NETRAL YANG DIHUBUNGKAN KE PEMBUMIHAN

Penghantar netral yang tidak dihubungkan dengan pembumihan

- Penghantar netral trafo dihubungkan dengan pembumihan
- Rangka (body) dari peralatan listrik juga dihubungkan ke pembumihan.
- Arus gangguan kebocoran isolasi dibatasi oleh impedansi penghantar pembumihan dan gangguan listrik akan diputus oleh RCD.



3. KALKULASI

3.1. Proteksi terhadap Kontak Tidak Langsung

Jika kesalahan terjadi antara fasa 1 dan rangka peralatan, arus bocor akan ada meskipun penghantar proteksi ke pembumian. Arus ini memenuhi impedansi penghantar, impedansi tanah dan impedansi gangguan.

- R_a – Impedansi tanah untuk Instalasi pembumian
- R_b – Impedansi tanah untuk pembumian Trafo
- R_c – Impedansi gangguan
- U_c – Tegangan Kontak (50 V or 25 V)
- U_d – Tegangan gangguan

3.2. Proteksi terhadap Kontak Langsung

Proteksi terhadap kontak langsung telah dijelaskan oleh standar IEC 60449-1, bahwa RCD/ELCB harus memiliki kepekaan sesuai ambang sensasi, 30 mA.



4. RCD/ELCB DAN SENSIBILITAS (KEPEKAAN)

4.1. Tipe

Standar IEC 60755 (Persyaratan umum untuk perangkat pelindung yang dioperasikan sisa arus) dijelaskan oleh 3 tipe RCD, tergantung karakteristik dari kesalahan arusnya.

Tipe AC : RCD yang melakukan pemutusan

- untuk sisa arus bolak balik (AC) sinusoidal

Tipe A: RCD melakukan pemutusan

- seperti untuk tipe AC
- untuk sisa arus searah (DC)
- untuk sisa arus searah pulsasi yang dilapiskan oleh arus searah yang mulus sebesar 6 mA, dengan atau tanpa kendali sudut-fase, bebas dari polaritas.



Tipe B: RCD melakukan pemutusan

- seperti untuk tipe A
- untuk sisa arus sinusoidal sampe 1 kHz
- untuk sisa arus sinusoidal yang diarahkan oleh aruh searah murni
- untuk arus searah pulsasi yang diarahkan oleh aruh searah murni
- untuk sisa arus yang mungkin hasil dari rangkaian penyearah
 1. tiga pulsa hubungan bintang atau enam pulsa koneksi jembatan
 2. dua pulsa koneksi jembatan antar fasa atau tanpa memantau sudut fasa, terlepas dari polaritasnya



4.2. Kepekaan dan Nilai Arus

Sensitivitas RCD dinyatakan sebagai nilai arus sisa operasi, ingat $I_{\Delta n}$. Nilai yang dipilih telah dijelaskan oleh IEC, sehingga memungkinkan untuk membagi RCD menjadi tiga kelompok sesuai dengan nilai $I_{\Delta n}$ mereka.

- Sensitivitas Tinggi (High sensitivity/HS): 6 – 10 – 30 mA (untuk perlindungan kontak langsung/cedera jiwa)
- Sensitivitas medium (Medium sensitivity/MS): 100 – 300 – 500 – 1,000 mA (untuk proteksi kebakaran)
- Sensitivitas rendah (Low sensitivity/LS): 3 – 10 – 30 A (biasanya untuk proteksi mesin)

Karena desainnya, RCD/ELCB tidak menjamin untuk membuka sirkuit pada nilai yang tepat dari kepekaan dan melalui standar-standar telah dijelaskan bahwa RCD/ELCB akan terpicu pada saat:

$$\frac{I_{\Delta n}}{2} \leq I_F \leq I_{\Delta n}$$



4.3. Waktu Tunda

RCD/ELCB akan memicu dan memutuskan rangkaian dalam waktu yang ditentukan oleh pabrikan. Pewaktuan ini tergantung pada jenisnya: pewaktuan singkat, pemilihan waktu dan waktu tunda sedangkan untuk waktu pemicu (trigger time) terdiri dari waktu deteksi dan waktu operasi. Waktu tunda dapat ditambahkan sesuai standar (IEC / EN 61008 (RCD) or IEC/EN 61009 (RCCD)).

Pewaktuan Singkat

Courant de défaut	Temps maximum de coupure du courant principal	
Pour un DDR de sensibilité 30 mA		
$I_{\Delta n}/2$	15 mA	Pas de déclenchement
$I_{\Delta n}$	30 mA	300 ms
$2 \times I_{\Delta n}$	60 mA	150 ms
$5 \times I_{\Delta n}$	150 mA	40 ms

Pemilihan Pewaktuan

Courant de défaut	Temps de non réponse (minimum)	Temps maximum de coupure du courant principal
$I_{\Delta n}/2$	Pas de déclenchement	
$I_{\Delta n}$	130 ms	500 ms
$2 \times I_{\Delta n}$	60 ms	200 ms
$5 \times I_{\Delta n}$	50 ms	150 ms
$10 \times I_{\Delta n}$	40 ms	150 ms

Tidak ada waktu tanggap adalah waktu tunda untuk RCCD melakukan pemecutan.

