

PROTEKSI SISTEM TRANSMISI TERHADAP GANGGUAN TANAH

Oleh :
Fitrizawati

ABSTRACT

Protection is needed to protect each element from system and also to secure it as soon as possible from the disturbance which is being happened because the disturbance can danger the system such as can drop the generator in the system. The effect for the consumers can disturb the work of electrical tool especially for industry, which is disturbed the production.

Key word : Protection, Tansmission System, Earth Fault

PENDAHULUAN

Pada umumnya sistem transmisi beroperasi dengan netral trafonya diketanahkan, baik secara langsung atau melalui suatu impedansi. Karena sebagian besar gangguan (70 % - 80 %) adalah gangguan tanah, maka rele gangguan tanah harus dipasang selain rele fasa untuk proteksi pada kawat transmisi. Arus residu atau arus urutan nol bersama-sama dengan tegangan urutan nol dipakai sebagai sumber penggerak dari rele tanah itu.

Pada operasi sistem dalam keadaan normal, tidak ada arus residu, oleh sebab itu rele tanah dapat dibuat lebih sensitif dari rele fasa.

Tujuan dari proteksi terutama untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan yang telah terjadi serta melokalisirnya, dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, biasanya dengan mengisolir bagian-bagian yang terganggu itu tanpa mengganggu bagian-bagian yang lain.

Skema proteksi harus cocok dan sesuai dengan semua peralatan proteksi yang terpasang pada sistem itu. Pemutusan dari bagian-bagian yang terganggu harus selektif. Jadi hanya dibatasi pada komponen yang terganggu saja. Jadi proteksi harus sensitif, artinya harus dapat mendeteksi suatu kesalahan secara pasti. Untuk semua keadaan operasi dari sistem, peralatan proteksi harus dapat bekerja cepat dan dapat diandalkan dan dipercaya.

PENGARUH DARI METODE PENGETAHUAN NETRAL SISTEM DAN KONFIGURASI RANGKAIAN PADA SKEMA ALAT-ALAT PROTEKSI.

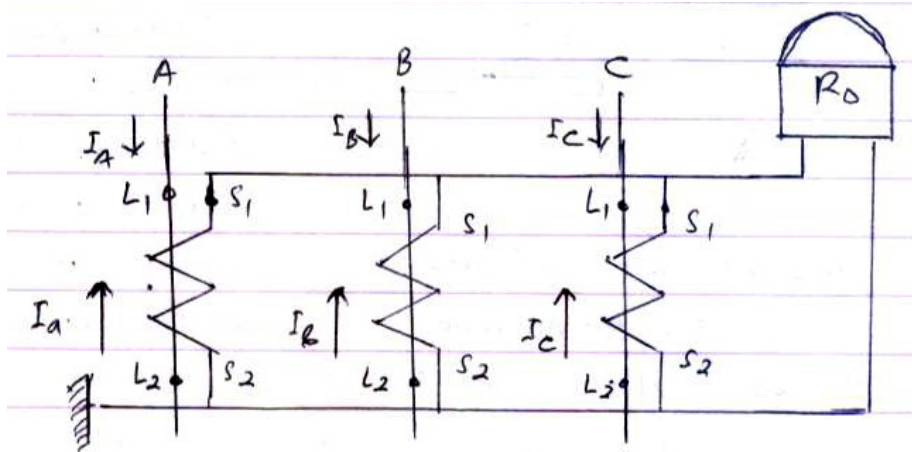
Pada sistem yang diketanahkan besar arus gangguan tanah di tentukan oleh impedansi pengetanahan sistem itu. Sistem yang mempunyai tegangan 110 KV keatas biasanya di ketanahkan langsung jadi arus gangguan satu fasa ke tanah besar.

Sistem dengan tegangan 70 KV ke bawah sering beroperasi dengan netral yang di kompensasi (jadi arus gangguan tanah kecil) atau diketanahkan dengan tahanan (arus gangguan tanah cukup besar).

Konfigurasi dari rangkaian juga menentukan jenis alat proteksi yang harus digunakan. Proteksi rangkaian radial dengan suplai hanya dari satu ujung adalah yang paling sederhana. Rangkaian radial dengan suplai dari dua ujung atau bentuk loop memerlukan elemen arah pada sistem proteksinya.

FILTER ARUS URUTAN NOL

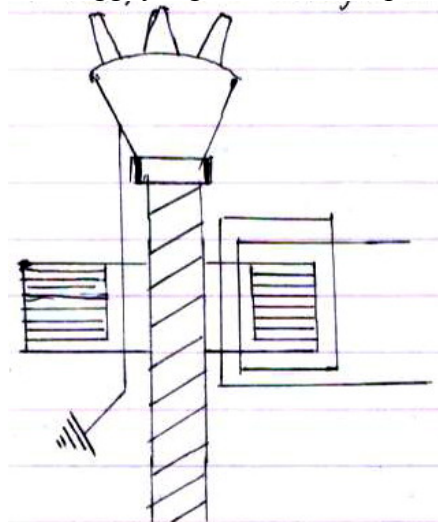
Filter arus urutan nol adalah suatu pengaturan rangkaian yang terdiri dari 3 buah trafo arus dan sebuah rele yang dihubungkan seperti gambar 1. Dalam keadaan kerja normal, arus yang mengalir melalui rele merupakan jumlah vektor dari ketiga arus fasa dan dalam sistem yang seimbang sama dengan nol, atau $I_r = I_a + I_b + I_c = 0$.



Gbr 1. Hubungan trafo arus untuk membentuk Filter Arus Urutan Nol.
Ro = rele arus urutan nol.

Jadi selama dalam keadaan kerja normal atau gangguan tiga fasa dan setiap gangguan fasa ke fasa (tanpa tanah) rele tidak bekerja. Hanya pada gangguan satu fasa ke tanah dan dua fasa ke tanah akan mengalir arus urutan nol melalui rele dan mengakibatkan bekerjanya alat proteksi.

Pengaturan ini digunakan bagi proteksi terhadap gangguan satu fasa ke tanah dalam sistem yang netralnya ditanahkan. Agar skema Proteksi ini lebih murah harganya, ketiga trafo arus diganti oleh sebuah trafo arus jenis cincin (ring type transformer) seperti terlihat pada gbr 2. Primer dari trafo arus ini terdiri dari sebuah kabel tiga urat sedang belitan skundernya digulung pada suatu inti toroidal dan dihubungkan pada sebuah rele. Pada keadaan kerja normal atau gangguan antar fasa jumlah vektor dari fluks magnet sama dengan nol di dalam inti jadi tidak ada ggl yang diinduksikan pada skunder.



Gbr.2. CT jenis cincin atau arus urutan nol kabel.

Tetapi bila suatu gangguan satu fasa ke tanah terjadi, mereka membentuk fluks yang tak dikompensasi, jadi pada skunder terbentuk ggl dan mengakibatkan bekerjanya rele.

RELE ARAH GANGGUAN TANAH (DIRECTIONAL EARTH FAULT RELAY)

Rele arah (directional relay) digunakan bila arus gangguan mengalir dari banyak jurusan ke titik gangguan melalui lokasi dari rele. Kumparan arusnya adalah dari elemen arah dihubungkan guna mendeteksi arus residu dari trafo arus dan kumparan tegangan dihubungkan pada tegangan yang sesuai guna memberikan kopel yang sesuai pula. Jadi pada Proteksi gangguan tanah dengan arus residu I_r dan tegangan residu V_r , kopel pada rele ini akan sebanding dengan $I_r \times V_r \cos (\theta - \alpha)$ dimana θ adalah sudut kopel maksimum dari rele dan α adalah sudut antara tegangan dan arus yang dipakai.

Arus residu untuk proteksi saluran (feeder) didapat dari penjumlahan arus-arus fasa yang menggunakan CT (current transformer) tiga fasa atau sebuah CT jenis “Core Balance Current Transformer”. Bila arus-arus dari fasanya dinyatakan dengan I_A, I_B, I_C , jumlah vektornya adalah:

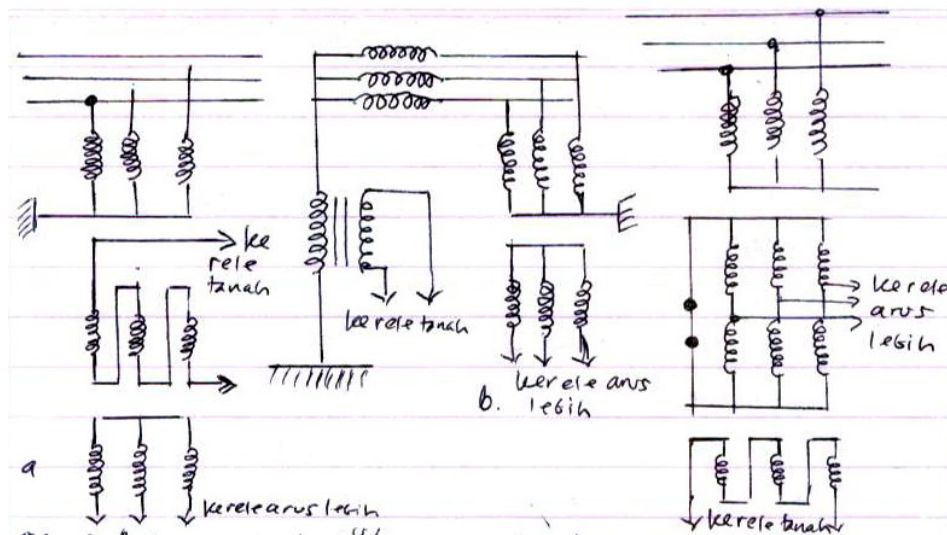
$$I_A + I_B + I_C = 0 \text{ pada keadaan normal} \quad \dots 1a)$$

$$I_A + I_B + I_C = I_r \text{ pada keadaan gangguan } 1\phi - T \quad \dots 1b)$$

Tegangan residu V_r dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti pada gbr 3. Bila tegangan fasa tanah dari ke 3 kawat dinyatakan dengan V_A, V_B, V_C , maka jumlah ketiga vektornya, yaitu:

$$V_A + V_B + V_C = 0 \text{ pada keadaan normal} \quad \dots 2a)$$

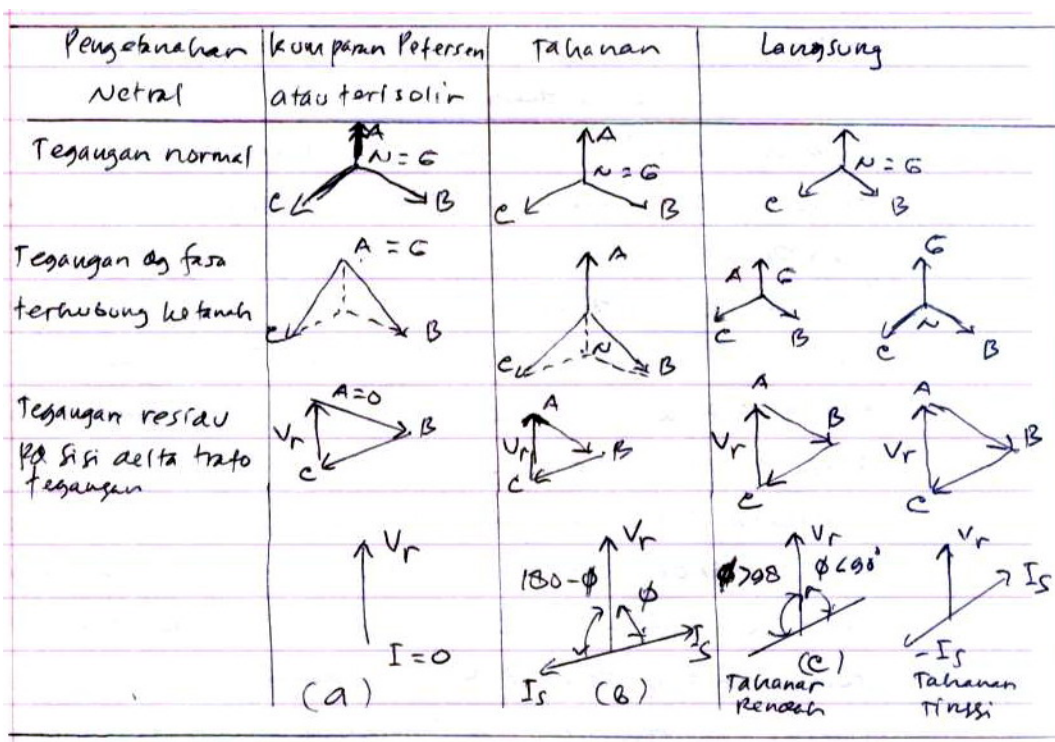
$$V_A + V_B + V_C = V_r \text{ pada keadaan gangguan } 1\phi - T \quad \dots 2b)$$



Gbr 3. Beberapa metode untuk memperoleh tegangan residu atau tegangan netral ke tanah.

- dengan 3 buah trafo fasa tunggal, belitan tersier di hubungkan delta terbuka.
- dengan trafo fasa tunggal di hubungkan pada netral trafo daya
- dengan 3 buah trafo fasa tunggal terhubung Y dan trafo bantu terhubung delta terbuka.

Besar V_r pada saat gangguan terjadi tergantung dari metode pengetanahan netral dari sistem dan tahanan gangguan. Pada sistem yang normal tegangan ketiga fasa ke tanah sama besar dan berbeda 120° . Tetapi bila terjadi gangguan tanah, tegangan ke tanah pada fasa yang terganggu akan berkurang tergantung pada metode pengetanahan netral sistem, dan tegangan ke tanah pada fasa yang sehat mungkin bertambah besar pada sistem yang terisolir atau yang diketanahkan melalui kumparan Petersen, tegangan residu V_r naik $\sqrt{3}$ kali tegangan fasa ke netral dari keadaan normal, sedangkan pada sistem yang diketanahkan langsung V_r mempunyai harga maksimal yang sama dengan tegangan fasa ke netral. Bilamana netral diketanahkan dengan suatu tahanan, tegangan residu besarnya berada diantara kedua harga diatas. Gbr. 4 memperlihatkan Pengaruh dari metode pengetanahan dan impedansi gangguan terhadap besar tegangan residu. Dalam diagram Vektor Gbr. 4, terlihat bahwa pada sistem yang terisolir dan sistem yang diketanahkan dengan kumparan Petersen proteksi gangguan tanah dengan elemen arah (directional earth fault protection) tidak dapat digunakan, sebab harga tegangan residunya tinggi, arus residunya kecil (mendekati harga nol), oleh karena itu kopel pada rele menjadi kecil sekali.

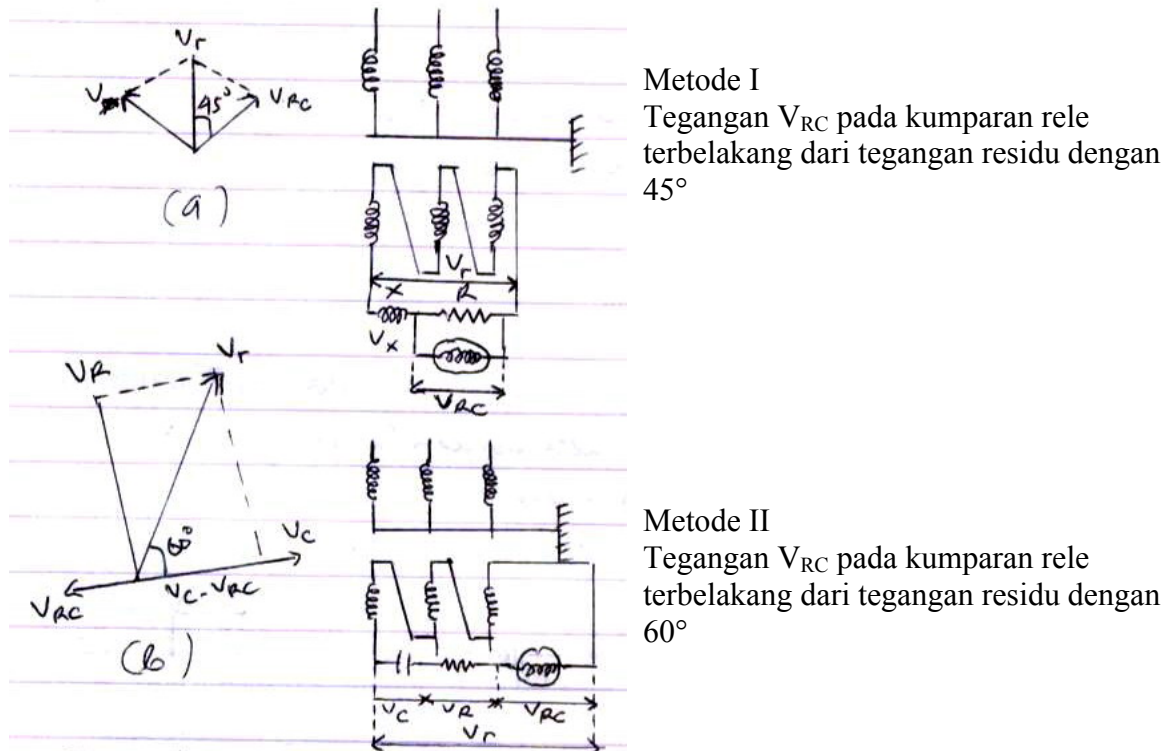


Gbr. 4. Diagram Vektor dari tegangan dan arus dalam rele arah gangguan tanah.

Pada sistem yang diketanahkan langsung, tegangan residu tak pernah dapat melebihi tegangan fasa-netral yang normal. Tetapi bila gangguan tanah itu mempunyai tahanan yang tinggi, tegangan residu yang di suplai ke rele akan berkurang seperti terlihat pada Gbr. 4c. Jadi bila tahanan gangguan tanah itu tinggi, arus residu juga rendah, sehingga kopel pada rele akan rendah pula, walaupun faktor daya dari gangguan harganya mendekati 1. Apabila tahanan gangguan sama dengan nol arus akan besar dan tegangan residu akan mendekati tegangan fasa netral (tergantung dari harga R dan X), tetapi faktor daya mungkin bisa mempunyai harga yang rendah.

Sistem yang diketanahkan melalui tahanan akan memberikan keadaan yang memuaskan, sebab besar tegangan polarisasi untuk rele bisa dijaga, begitu juga arus gangguan dapat dibuat cukup memadai (kecuali bila tahanan gangguan terlampaui tinggi) dan faktor dayanya hampir sama dengan 1 (Gbr. 4b). Bagi sistem yang diketanahkan

langsung, diperlukan kompensasi terhadap sudut fasa pada rele sebesar $12,5^\circ - 15^\circ$, dalam Gbr.5 terlihat dua skema bagaimana menambah faktor daya dari persamaan kopel rele itu. Skema yang pertama (metode I) memakai dua impedansi yang sama, satu berisi fat resistif, sedang yang satunya berisi fat reaktif yang dihubungkan pada “broken- delta” dari trafo tegangan Gbr. 5a. kumparan tegangan dari rele gangguan tanah dihubungkan paralel pada bagian resistif, dengan demikian tegangan kumparan rele dan tegangan resistor adalah :



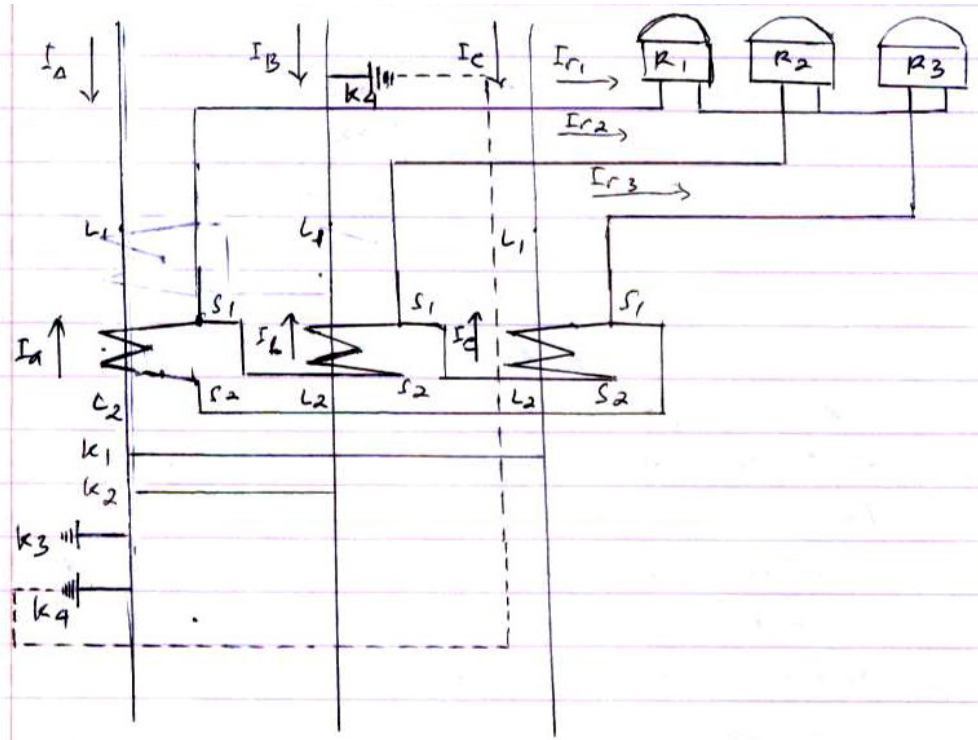
Gbr. 5. Kompensasi sudut fasa pada rele arah gangguan tanah.

Sama dan dalam keadaan terbelakang dari tegangan residu V_r kira-kira sebesar 45° dan besar kopel adalah kira-kira $0,7 I_f \cdot V_{RC}$. Tetapi apabila gangguan dengan faktor daya $0,7$ terbelakang maka kopel menjadi $I_f \times V_{RC}$, atau menjadi $1,4$ kali kopel untuk gangguan yang mempunyai faktor daya $= 1$.

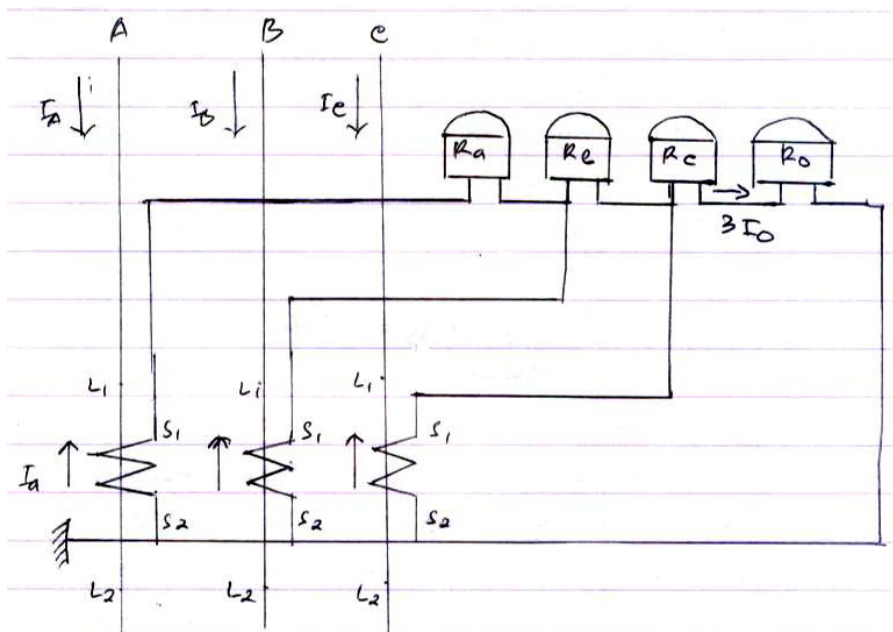
Metode yang kedua (metode II) dengan memakai suatu rangkaian yang menggunakan suatu kapasitor yang dihubungkan seri dengan suatu resistor dan kumparan rele seperti terlihat pada Gbr 5b. Pada Vektor diagramnya terlihat bahwa V_r diuraikan dalam dua komponen, dimana yang satu bersifat resistif yang sefasa dengan arus sedang yang lain adalah kombinasi dari tegangan jatuh dari kapasitor dan kumparan rele. Disini terlihat bahwa tegangan dari kumparan rele dapat diatur untuk mendahului tegangan residu 120° atau terbelakang 60° (dengan membalik hubungan kumparannya), seperti yang diinginkan dimana harga kapasitansya harus dipilih sesuai dengan karakteristik dari kumparan rele.

PROTEKSI GANGGUAN TANAH PADA SISTEM YANG DIKETANAHKAN LANGSUNG

Pada sistem yang diketanahkan langsung, arus gangguan fasa ke tanah umumnya mempunyai nilai yang sangat besar, karena itu rele pengaman harus membuka (trip) dengan segera.



Gbr.6a. Contoh skema proteksi untuk semua gangguan hubung singkat.



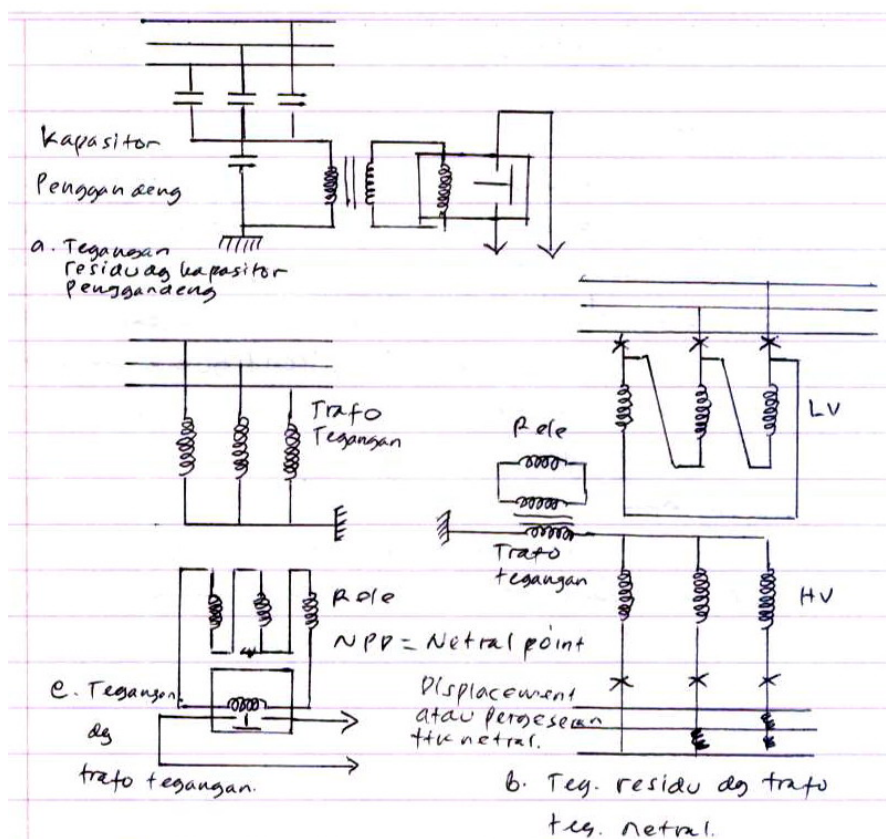
Gbr. 6b. Suatu bentuk skema proteksi seperti Gbr.6a. dengan dilengkapi sebuah rele urutan nol agar lebih sensitif terhadap gangguan 1ϕ dan $2\phi - T$.

Skema proteksi dari Gbr.6a. dapat dipakai untuk proteksi semua jenis gangguan hubung singkat, tetapi untuk proteksi gangguan $1\phi - T$, sensitivitasnya kurang tinggi untuk gangguan 3ϕ yang terjadi pada titik K_2 menyebabkan rele R_1 dan R_2 bekerja. Sedangkan gangguan $2\phi - T$ dari fasa A dan B di titik K_4 arus gangguan mengalir melalui trafo arus dalam fasa A yang menyebabkan bekerjanya rele dari fasa ini.

Agar proteksi terhadap gangguan $1\phi - T$ lebih baik dan lebih sensitive maka perlu di berikan rele tanah R_0 , yang ditambahkan pada skema proteksi dari gambar 6a yang di pasang seperti gambar 6b, untuk melayani arus urutan nol dari gangguan tanah itu. Tetapi bila khusus diinginkan proteksi terhadap gangguan $1\phi - T$ saja, maka dapat digunakan filter Arus Urutan Nol, dengan demikian rele akan mempunyai sensitivitas yang lebih tinggi terhadap gangguan itu.

PROTEKSI TERHADAP GANGGUAN TANAH PADA SISTEM YANG NETRALNYA TIDAK DIKETANAHKAN

Pada sistem-sistem yang masih kecil biasanya sisi delta dan sisi bintang dari trafo daya tidak diketanahkan. Dalam hal ini gangguan $1\phi - T$ pada sistem delta yang masih kecil tidak membahayakan, dan biasanya gangguan itu bisa hilang sendiri (self clearing). Jadi tak memerlukan pengaman terhadap gangguan tanah. Atau bisa juga pada sistem interkoneksi yang diketanahkan, karena sesuatu hal sebagian dari sistem itu terlepas dan mungkin bagian yang terlepas itu menjadi sistem dengan netral terapung. Proteksi dalam hal ini diperlukan untuk gangguan tanah yang menetap, yang mana dapat membahayakan terhadap fasa-fasa sehat dan naiknya tegangan dari fasa-fasa itu menjadi tegangan fasa-fasa dan juga untuk menghindarkan terjadinya gusur tanah.



Gbr.7. Proteksi untuk sistem yang tidak diketanahkan terhadap gangguan tanah.

Gangguan tanah dapat di deteksi dan di buka dengan bekerjanya pemutus daya dengan menggunakan rele pergeseran titik netral yang di disain untuk mengungkap tegangan residu ke tanah pada trafo dengan menggunakan trafo tegangan atau kapasitor penggandeng (coupling capasitor), skema pengaturannya di tunjukan pada Gbr.7. Rele.

KESIMPULAN

Proteksi dibutuhkan untuk mencegah atau manghindari kerusakan-kerusakan peralatan pada saat terjadi gangguan atau selama terjadi gangguan. Untuk proteksi sistem transmisi terhadap gangguan tanah, harus diperhatikan metode pentanahan dari sistem itu sendiri. Konfigurasi dari rangkaian juga menentukan jenis alat proteksi yang digunakan. Proteksi rangkaian radial dengan suplai hanya dari satu ujung tidak memerlukan elemen arah pada sistem proteksinya, tetapi rangkaian radial dengan suplai dari dua ujung atau bentuk loop memerlukan elemen arah pada sistem proteksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ravindranath, B, Chander, M. Power System Protection and Switchgear, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1976.
- Titarenko, M, Protective Relaying in Electrical Power System, Foreign Languages Publishing House, Moscow.
- Wosting House Electric Corporation, Electrical Transmision and Distribution Reference Book, East Pittsburg, 1950.
- Westing House Electric Corporation, Applied Protective Relaying, East Pittsburg, 1976.
- Sirait, K.T. Proteksi Sistem Tenaga, LP Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik, Departemen Elektroteknik, Institut Teknologi Bandung.
- Catatan Kuliah, Proteksi Sistem Tenaga.