

Analisa Rele Differensial Type SA-1 Sebagai Pengaman Generator

Asditio Rahmadhani¹⁾, Yusniati²⁾, Ramayulis Nasution³⁾, Armansyah⁴⁾

¹⁾Alumni, ^{2,3,4)}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Islam Sumatera Utara

yusniati@ft.uisu.ac.id ; ramayulis@ft.uisu.ac.id; armansyah@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Generator adalah suatu peralatan yang utama pada sistem pembangkit tenaga listrik. Oleh karena itu perlu dilindungi terhadap bentuk-bentuk gangguan baik itu gangguan hubung singkat diluar generator maupun gangguan pada generator itu sendiri. Terjadinya gangguan hubung singkat pada generator sinkron lebih jarang, jika dibandingkan dengan gangguan jaringan. Gangguan-gangguan yang terjadi pada generator umumnya disebabkan oleh kegagalan isolasi, yang mana hal ini akan mengganggu kontinuitas pelayanan daya listrik. Gangguan-gangguan yang terjadi pada generator harus cepat diamankan sebelum menimbulkan kerusakan-kerusakan pada generator atau sebelum menimbulkan ketidakstabilan. Oleh karena itu pemilihan jenis rele pengaman perlu dilakukan dengan seksama dengan meneliti frekuensi gangguan, pentingnya saluran yang hendak dilindungi, faktor-faktor teknologi dan ekonominya, dan kelebihan serta kekurangan jenis pengaman tersebut. Rele pengaman harus dapat melindungi saluran dan peralatan terhadap kerusakan dengan cara menghilangkan atau mengisolir gangguan yang terjadi secara cepat dan tepat, selain itu rele pengaman juga berusaha membatasi daerah yang terkena gangguan seminimum mungkin, sehingga mutu dan keandalan penyaluran daya listrik dari generator lebih terjamin. Dalam tulisan ini memberikan gambaran tentang bagaimana cara mengamankan suatu generator dari gangguan yang menyebabkan kerusakan dengan menggunakan Rele Differensial Type SA-1.

Kata Kunci : Generator, Gangguan, Rele Differensial,

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan kenyataan ini yang dapat kita lihat secara langsung bahwa kebutuhan energi listrik terus bertambah, sehingga sampai saat ini terus dibangun dan dikembangkan sistem-sistem tenaga listrik di bergai tempat. hal ini tentulah menuntut usaha-usaha yang besar untuk mencapai agar suatu sistem mempunyai pelayanan maksimum, ini adalah suatu syarat utama dari sistem pembangkit tenaga listrik. Dimana keandalan pelayanan sangatlah erat hubungannya dengan ganggaun yang mungkin dapat dialami oleh sistem tenaga listrik.

Gangguan-gangguan dapat terjadi pada daerah saluran, dan juga dapat terjadi didalam generator. Hal ini dapat menyebabkan terganggunya suatu pelayanan energi listrik kepada konsumen yang memakainya serta dapat juga menimbulkan suatu kerusakan pada peralatan listrik itu sendiri.

Untuk dapat tercapainya suatu keandalan pelayanan maksimum dari suatu sistem, pembangkit tenaga listrik haruslah dioperasikan dan direncanakan sedemikian rupa agar kapasitas pembangkit tenaga listrik yang ada selalu cukup untuk melayani kebutuhan pelayanan beban. Hal ini dapat dilakukan dengan penyediaan generator yang memiliki kapasitas untuk pembangkit tenaga listrik yang cukup tinggi dan sistem penggunaan yang dirancang atas dasar pertimbangan - pertimbangan sebagai berikut :

- a) Penyebab suatu gangguan yang terbesar didalam sistem tenaga listrik yang cukup tinggi adalah petir atau surge. Dan ini sering

terjadi pada saluran udara, maka tempat atau letak generator pada umumnya tidak langsung berdekatan dengan bagian sistem yang sering kena sambaran petir.

- b) Generator haruslah berada di dalam pusat listrik yang dijaga oleh operator untuk keamanan generator dari gangguan - gangguan yang ada.
- c) Kerusakan pada generator lebih mengganggu dari pada kerusakan bagian lainnya dalam suatu sistem tenaga listrik.
- d) Arus hubung singkat yang terjadi pada generator lebih kecil dari pada beban nominalnya, akibat dari besarnya reaktansi keadaan tetap pada generator.

Dari berbagai sistem pengaman yang dikenal mempunyai derajat kemampuan pengaman yang berbeda - beda. Oleh karena itu pemilihan jenis rele pengaman perlu dilakukan dengan seksama dengan meneliti frekuensi gangguan, pentingnya saluran yang hendak dilindungi, faktor - faktor teknologi dan ekonominya, dan kelebihan serta kekurangan jenis pengaman tersebut.

Rele pengaman harus dapat melindungi saluran dan peralatan terhadap kerusakan dengan cara menghilangkan atau mengisolir gangguan yang terjadi secara cepat dan tepat . selain itu rele pengaman juga berusaha membatasi daerah yang terkena gangguan seminimum mungkin, sehingga mutu dan keandalan penyaluran daya listrik dari generator lebih terjamin.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rele Differensial dan Prinsip Kerjanya.

Generator sebagai pembangkit tenaga listrik diharapkan bekerja secara kontinu untuk mengirimkan daya ke jaringan dan diteruskan kepada konsumen melalui peralatan-peralatan listrik. Generator adalah merupakan peralatan sistem tenaga listrik arus bolak-balik, dan adanya kemungkinan lebih banyak kerusakan atau gangguan pada peralatan-peralatannya. Untuk itu rele-rele harus dipilih serta diteliti penggunaannya agar mengamankan generator terhadap gangguan kesalahan yang datang dari luar atau dari dalam generator itu sendiri. Karena alat pengaman memerlukan biaya investasi yang cukup besar maka pemilihan alat pengaman harus pula memperhatikan kemungkinan terjadinya gangguan serta resiko yang bisa diakibatkan oleh suatu gangguan.

Adapun gangguan-gangguan yang menyebabkan rele differensial generator bekerja adalah :

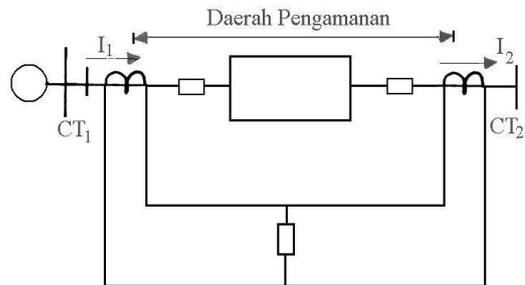
- Kerusakan belitan stator generator karena sambaran petir.
- Kerusakan belitan stator karena adanya bagian dari rotor yang lepas dan menghantam belitan stator.
- Hubungan singkat belitan stator generator karena minyak pelumas atau pendingin dari mesin penggerak bocor dan mengenai belitan stator.
- Ujung ujung kumparan stator terkena tekanan mekanis sehingga isolasinya rusak dan timbul hubung singkat antar belitan stator.
- Untuk generator yang mempunyai transformator blok maka sebab – sebab gangguan pada petak transformator seperti tersebut dalam pola pengaman transformator dapat pula terjadi di sini.

Di dalam penggunaannya sebagai pengaman suatu sistem proteksi kita harus mengetahui beberapa hal tentang Rele Differensial yaitu :

- Prinsip Kerja Rele Differensial.
 - Membandingkan sektor arus I_1 dan I_2 dengan cara membandingkan vektor arus I_1 dan I_2
 - Pada waktu tidak terjadi gangguan keadaan normal atau gangguan di luar daerah pengamanan I_1 dan I_2 sama atau mempunyai perbandingan serta sudut fasa tertentu dalam hal ini rele tidak bekerja.
 - Pada waktu terjadi gangguan di daerah pengamannya I_1 dan I_2 tidak sama atau perbandingannya secara sudut fasanya berubah dari keadaan normal, rele akan bekerja.
- Sifat pengaman dengan rele differensial.
 - Sangat selektif dan cepat, tidak perlu dikordinasi dengan rele lain.

- Sebagai pengaman utama.
- Tidak dapat digunakan sebagai pengaman cadangan untuk seksi / daerah berikutnya.
- Daerah pengamannya dibatasi oleh pasangan transformator arus dimana rele differensial dipasang.

Rele Differensial dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Rele differensial

Keterangan :

- CT_1 dan CT_2 = transformator arus.
- I_1 dan I_2 = arus yang mengalir pada transformator arus (CT).

3. Penggunaan rele differensial.

- Sebagai pengaman generator.
- Sebagai pengaman transformator daya.
- Sebagai pengaman motor-motor yang besar kapasitasnya.
- Sebagai pengaman saluran transmisi yang pendek.

4. Persyaratan pada pengaman differensial.

- CT_1 dan CT_2 harus mempunyai perbandingan transformasi yang sama atau mempunyai perbandingan transformasi sedemikian rupa sehingga arus sekundernya sama.
- Karakteristik CT_1 dan CT_2 sama.
- Rangkaian CT nya juga termasuk sambungan harus betul.

III. PEMBAHASAN

3.1 Rele Diferensial

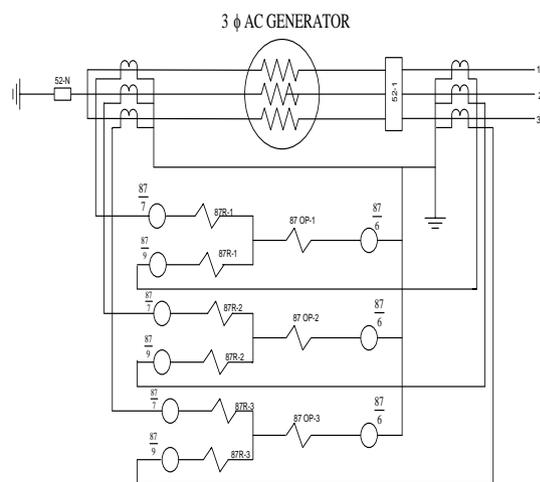
Pada bab terdahulu telah dibahas secara umum tentang rele differensial pada generator yang mempunyai kapasitas sekitar 10 MVA atau lebih. Berikut ini akan dibahas suatu sistem proteksi generator pada PLTG Paya Pasir yang menggunakan rele differensial.

Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG) Paya Pasir mempunyai generator yang terhubung ke rel daya (busbar) 150KV masing-masing melalui transformator (sistem unit). Unit nomor 1 dan 2 dibuat dari pabrik yang sama produksi Westing House Canada dan mempunyai kapasitas terpasang yang sama. Sedangkan unit nomor 3, 4 dan 5 adalah buatan Alsthom. Terjadinya hubung singkat dalam belitan stator generator maka sesungguhnya sudah

terjadi kerusakan pada belitan stator, hal ini perlu diamankan, karena selain dapat menimbulkan hangusnya isolasi juga dapat merusak laminasi-laminasi alur stator. Pada Generator PLTG Paya Pasir gangguan ini di deteksi dengan Rele Differensial persentase jenis SA-1 produksi Westing House Canada. Dalam hal ini kita mengambil contoh unit nomor 1 (Westcan) yang mempunyai kapasitas terpasang 17 MVA yang titik netralnya ditanahkan melalui suatu transformator distribusi 11 KVA.

3.2 Rele Differensial Type SA-1

Rele Differensial (87 G) jenis SA-1 adalah sebuah rele tiga fasa yang bekerja dengan kecepatan tinggi. Rele ini pada dasarnya terdiri dari kumparan penahan (restraining coil), kumparan operasi (operating coil) dan rangkaian perasa (sensing circuit) pada masing-masing fasa. Diagram proteksi rele differensial type SA-1 dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Diagram Pengawatan Proteksi Rele Differensial Type SA-1

Keterangan :

87OP-1, 87OP-2, dan 87OP-3 :
Kumparan kerja rele (Operating Coil of Rele)
87R-1, 87R-2, dan 87R-3 :
Kumparan penahan Rele (Restraining Coil of relay
52-N dan 52-1: Power Circuit Breaker

$\frac{87}{7}$ dan $\frac{87}{9}$: Terminal kumparan Penahan Rele

$\frac{87}{6}$: Terminal kumparan Kerja rele

Beban transformator arus dalam ohm seharusnya tidak melebihi $(NP \ VCL)/133$. Selanjutnya faktor beban tidak berbeda lebih dari rasio 2 : 1 di antara 2 set CT. Untuk menentukan faktor beban (Burden Faktor) adalah :

$$BF = \frac{100 \ RB}{NP \ VCL}$$

N_p = Jumlah total harga perbandingan belitan dari CT transformator arus

VCL = Kelas keakuratan dari CT transformator arus

RB = Tahanan Beban

Misalnya Kalau digunakan tap 400/ 5 dan 600/ 5 multi rasio CT,

$$N_p = 400/600 = 0.67.$$

Kalau CT ini mempunyai tingkatan 10L200, VCL = 200 maka beban seharusnya tidak melebihi:

$$\frac{N_p \ VCL}{133} = \frac{0,67 \times 200}{133} = 1,0 \text{ ohm}$$

Dengan mengambil tahanan beban dan RB = 0,5 ohm,

Beban faktornya atau BF adalah :

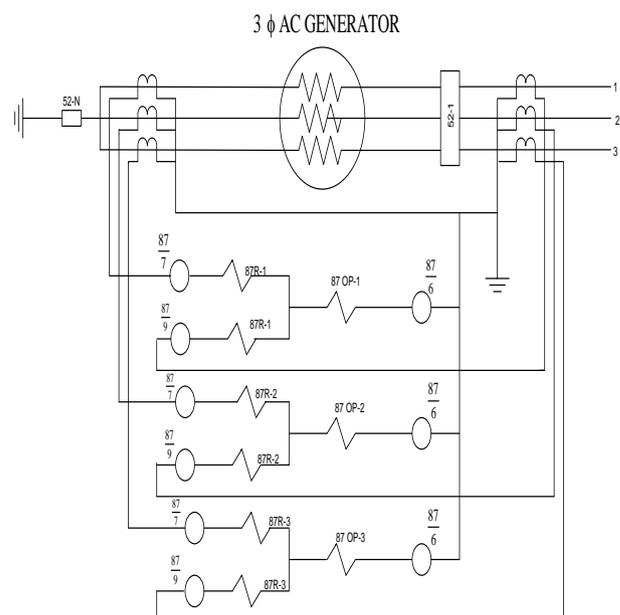
$$BF = \frac{1000 \ RB}{N_p \ VCL} = \frac{1000 \times 0,5}{0,67 \times 200} = 3,8$$

Set CT yang lain boleh memiliki BF setinggi-tingginya $2 \times 3,8 = 7,6$ atau paling rendah $0,5 \times 3,8 = 1,9$

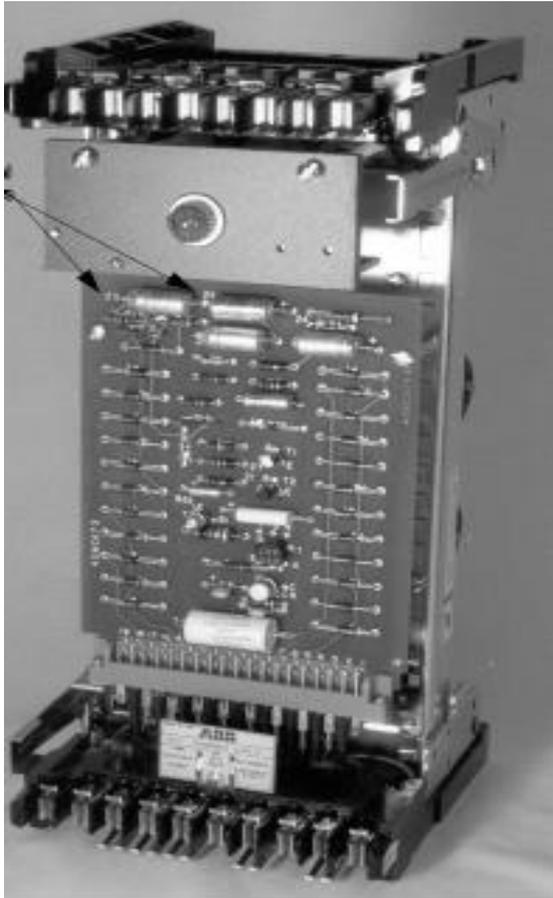
Untuk set CT yang lain yang mempunyai beban 0,5 ohm, dengan tingkatan (kelas) 10L100, 10L200 atau 10L400 mempunyai faktor beban secara berurutan adalah 7,6, 3,8 dan 1,9.

Rele differensial type SA-1 terdiri dari rangkaian penahan (restraint circuit), rangkaian operasi (operating circuit), rangkaian perasa (sensing circuit), rangkaian penguat (amplifier circuit), rangkaian pemutus (Trip circuit) dan rangkaian indikator (indicating circuit).

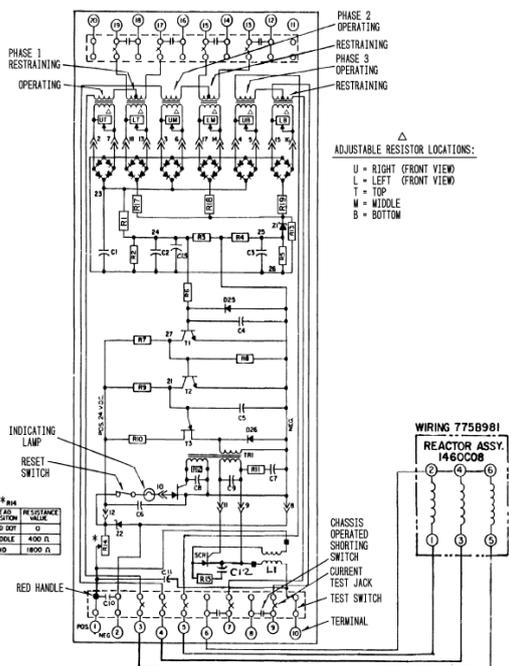
Bagian-bagian pokok rangkaian dan lokasi keterangan tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5.



Gambar 3. Diagram Pengawatan Proteksi Rele Differensial Type SA-1



Gambar 4. Rele Diferensial Generator Type SA-1 tanpa kotak (Tampak Depan)



Gambar 5. Skema dalam Rele Diferensial Type SA-1

3.3 Pengoperasian

Pada kesalahan-kesalahan luar, arus mengalir melalui belitan utama transformator penahan (restraint transformer) untuk meningkatkan tegangan pada sisi menahan dari rangkaian perasa (sensing circuit). Kalau 2 set dari arus transformator pokok memiliki penampilan yang berbeda, maka arus akan mengalir ke luar dari mid-tap transformator penahan (restraint transformer) ke transformator operasi (operating transformer). Hal ini akan meningkatkan tegangan pada sisi operasi dari rangkaian perasa (sensing circuit). Dengan rele terpasang baik tegangan penahan (voltage restraint) akan cukup untuk menghindari tegangan operasi (voltage operating) memicu penguat (amplifier).

Rele differensial type SA-1 dihubungkan generator seperti terlihat pada Gambar 4.6. Karakteristik persentase kemiringan dari rele membatasi tegangan operasi (operating voltage) terjadi kesalahan-kesalahan luar yang berat dimana penampilan (hasil kerja) 2 set transformator arus menjadi berbeda.

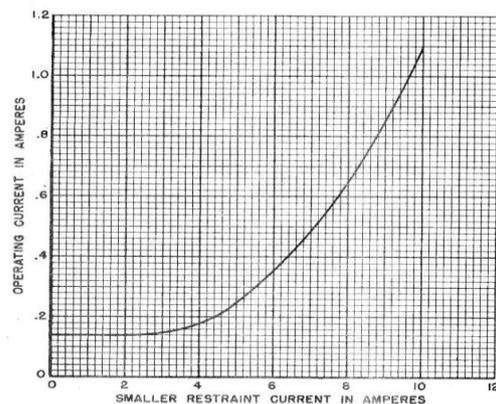
Tentang kesalahan-kesalahan dalam, arus kumparan operasi adalah jumlah arus yang mengalir pada setiap belitan-belitan transformator penahan (restraint transformer) dan tegangan operasi (Operating voltage) yang cukup mampu mengatasi tegangan penahan (restraint voltage).

3.4 Karakteristik

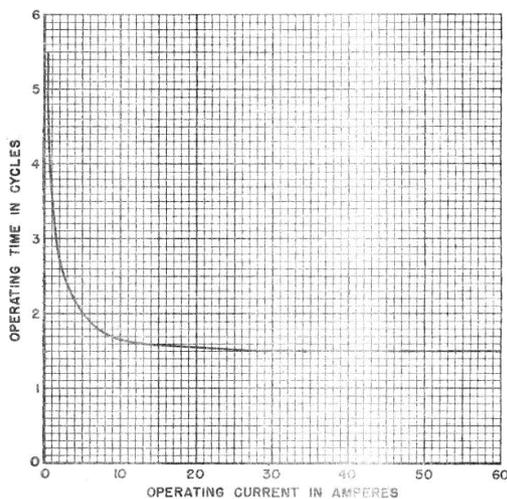
Persentase lekuk kurva diperlihatkan pada Gambar 6 dan 7 di mana dapat diperhatikan bahwa rele beroperasi pada 5% ketidakseimbangan pada arus 5 amper, untuk menyediakan sensitifitas yang tinggi kesalahan-kesalahan internal memenuhi kondisi beban penuh. Pada tahanan 60 amper arus operasi yang diperlukan untuk menjalani rele adalah 30 amper atau 50% ketidakseimbangan.

Karena itu bilamana 60 ampere mengalir melalui kesalahan arus, hasil dari arus transformator pokok bisa beragam tanpa menimbulkan operasi yang tidak benar.

Karakteristik persentase pada arus penahan (restraint) yang rendah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Karakteristik persentase pada arus penahan (restraint) yang rendah.



Gambar 7. Karakteristik Waktu kerja Rele Differential Type SA-1

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari Pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rele Differential digunakan untuk mendeteksi gangguan yang terjadi pada belitan stator generator dan langsung mentriapkan (complete shut down) terhadap gangguan yang terjadi.
2. Rele Differential type SA-1 yang digunakan pada PLTG Paya Pasir ini cara kerjanya sangat sederhana, yang mana rele ini tidak terdapat setting waktu maupun arus. Operasi minimum rele adalah 0.14 Amper dengan waktu kerja (5,5 cycle).
3. Rele Differential digunakan untuk melindungi belitan stator dari gangguan dan juga terhadap besar arus kesalahan tanah. Dan rele differential ini digunakan untuk mendeteksi gangguan hubung singkat yang terjadi pada belitan stator generator.
4. Rele Differential type SA-1 adalah sebuah rele tiga fasa yang bekerja dengan kecepatan tinggi. dimana rele ini pada dasarnya terdiri dari kumparan penahan (restraining coil) dan kumparan operasi (operating coil) dan rangkaian perasa (sensing circuit) pada masing-masing fasa. Sehingga apabila terjadi gangguan pada belitan stator rele ini akan merasakannya dan langsung masuk ke kumparan penahan dan seterusnya mengerjakan kumparan operasi (operating coil) untuk mematikan (menshut down) mesin.
5. Selain itu Rele Differential type SA-1 ini dilengkapi dengan rele proteksi (87GT) type HU yang meliputi daerah proteksi generator dan transformator (All differential). Untuk waktu kerja rele ini adalah 8,2 cycle, sehingga ada koordinasi kerja dari rele differential Generator (87G) type SA-1 dengan Rele

differential Generator dan Transformator (87GT) type HU. Untuk rele 87 GT di stel pada tap arus TL = 5 dan TH = 3.2 masing-masing untuk belitan transformator tegangan rendah dan belitan transformator tegangan tinggi.

4.2 Saran

1. Untuk Memasang Rele Differential Type SA-1 pada Generator maka terlebih dahulu sifat dan persyaratannya harus diketahui supaya daerah yang diproteksi terhindar dari kerusakan.
2. Sebelum menggunakan Rele Differential Sebagai proteksi pada Generator 3 Fasa periksalah karakteristik dari pasangan transformator arus CT₁ dan CT₂ yang digunakan.
3. Bila pasangan transformator arus (CT₁ dan CT₂) yang akan dihubungkan dengan rele differential jauh, maka gunakanlah tahanan yang dapat diatur (adjustable resistor) untuk mendapatkan titik tengah dari pemasangan arus tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] A.R. Van C., Warrington, *Protective Relays*, Volume Two, Third Edition, A.C.G.I. Bsc. (Lond), fellow I.E.E.E, London.
- [2.] A.E.Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr. Stephen D. Umans Achyanto, Djoko, Ir. M. Sc.EE, *Mesin – Mesin Listrik*, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [3.] B.L. Theraja, “*A Text Book Of Electrical Technology*”, Revised Edition, S.Chan & Company, New Delhi, 1978.
- [4.] Hendra Marta Yudha, Ir, MSEE. 2008. Modul Perkuliahan : *Rele Proteksi Prinsip dan Aplikasi*. Fakultas Teknik UNSRI.
- [5.] M.Titarenko Noskov, *Protective Relaying Power Sistem*, Secon Printing Peace Publisher Rusia 1989
- [6.] Rao, T.S. Madhava, *Power Sistem Protection Static Relay*, 1st Edition, Tata Mc Grawhill Publishing Co.
- [7.] Stevenson, Jr. William D., 1983, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Terjemahan Ir. Kamal Idris, Penerbit Erlangga
- [8.] Sunil S. Rao, 1975, *Switchegear And Protection*, Khana Publisher Delhi, fourth Edition.
- [9.] Sutrisno, 2000, *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung Press.
- [10.] Soptiyadi, Edi, 1999, *Sistem Pengaman Tenaga Listrik*, Penerbit Adicita Karya Nusa
- [11.] R, W. Van Hoek, L Schelfunga, Bambang Warsito Kusumoyudi, 1980. *Teknik Elektro Untuk Ahli Bagian Mesin*, Bina Cipta, Bandung.
- [12.] Zuhail, 1995, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta