

STUDI PENGARUH PEMASANGAN SISTEM PROTEKSI RELE TERHADAP KEMUNGKINAN GANGGUAN *SYMPATHETIC* *TRIPPING* PADA PENYULANG

I Gusti Putu Arka dan Nyoman Mudiana

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, P.O. Box 1064, Badung, Bali

Abstrak: Pemasangan sistem proteksi pada sistem tenaga listrik untuk mengantisipasi kemungkinan gangguan yang muncul. Gangguan pada sistem terdiri dari gangguan temporer atau sementara dan gangguan permanent atau tetap. Rata-rata jumlah gangguan sementara lebih tinggi dibandingkan gangguan tetap. Gangguan tetap yang menyebabkan kerusakan tetap pada sistem. Seperti kegagalan isolator, kerusakan penghantar, kerusakan pada peralatan seperti transformator atau kapasitor.

Namun apabila terjadi kesalahan respon dari sistem proteksi terhadap gangguan yang terjadi, maka akan terjadi *sympathetic tripping* (tripping ikutan). Gangguan seperti ini timbul pada penyulang yang memiliki beberapa peralatan pengaman yang terhubung seri. Dengan penelitian ini dapat mengurangi kerusakan tetap yang ditimbulkan tripping ikutan pada penyulang, yaitu pemanfaatan sistem proteksi rele gangguan tanah dengan parameter waktu terbalik.

Kata Kunci: sistem proteksi, rele, tripping ikutan, penyulang

STUDY OF EFFECT RELAY PROTECTION SYSTEM INSTALLATION TO PROBABILITY OF SYMPATHETIC TRIPPING IN FEEDER

Abstract: *Installation of protection system in the power system is for anticipated probability disturbances. Disturbance in the system can be divide by temporary disturbance and permanent disturbance. Average quantity of temporary gangguan is bigger than permanent disturbance. The permanent can make permanent damage in the system. Such as isolator failure, conductor trouble, instruments troubles like in transformator or capacitor.*

But if error response from protection system to disturbance, it can make sympathetic tripping. This kind disturbances will be happened in the feeder that have some protection tools in serial relationship. By this research can be decrease permanent disturbance that caused sympathetic tripping in the feeder, by using protection system of grounded disturbance relay with inverse time parameter.

Keywords: *protection system, relay, sympathetic tripping, feeder*

I. Pendahuluan

Tenaga listrik disalurkan ke masyarakat melalui jaringan distribusi. Oleh sebab itu jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 kV, 12 kV, dan 6 KV.

Tegangan pada jaringan distribusi primer, diturunkan oleh gardu distribusi menjadi tegangan rendah yang besarnya adalah 380/220 V, dan disalurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah kepada konsumen. Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan – gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran

tenaga listrik ke konsumen. Gangguan adalah penghalang dari suatu sistem yang sedang beroperasi atau suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normal. Suatu gangguan di dalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya.

Dalam setiap sistem tenaga listrik selalu digunakan sistem proteksi atau pengaman untuk mengantisipasi apabila terjadi gangguan. Sistem proteksi dan pengaman ini diperlukan untuk memisahkan bagian yang mengalami gangguan dengan yang tidak mengami gangguan sehingga sistem dapat menjalankan operasinya. Apabila peralatan proteksi atau pengaman memberikan respon yang salah

terhadap gangguan maka terjadi Symphathetic Tripping. Symphathetic tripping atau pada umumnya disebut tripping ikutan/palsu yaitu peristiwa yang menggambarkan kejadian ketika suatu peralatan proteksi pengaman merespon secara salah atau tidak diharapkan pada suatu kondisi atau keadaan sistem tenaga listrik yang sedang mengalami gangguan. Symphathetic Tripping ini dapat terjadi pada peralatan pengaman atau proteksi yang dihubungkan seri pada penyulang yang sama, sehingga apabila terjadi gangguan pada penyulang tersebut maka dua atau lebih peralatan pengaman pada penyulang itu akan mengalami tripping. Symphathetic Tripping juga dapat terjadi pada penyulang-penyulang lainnya pada bus yang sama.

Untuk itu perlu untuk dapat meminimalkan gangguan yang terjadi pada Jaringan Tegangan Menengah distribusi yang disebabkan oleh gangguan Symphathetic Tripping dengan pemasangan sistem proteksi rele pada penyulang tersebut.

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Jaringan Distribusi

Jaringan Distribusi Listrik Menurut nilai tegangannya, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Hage, 2008):

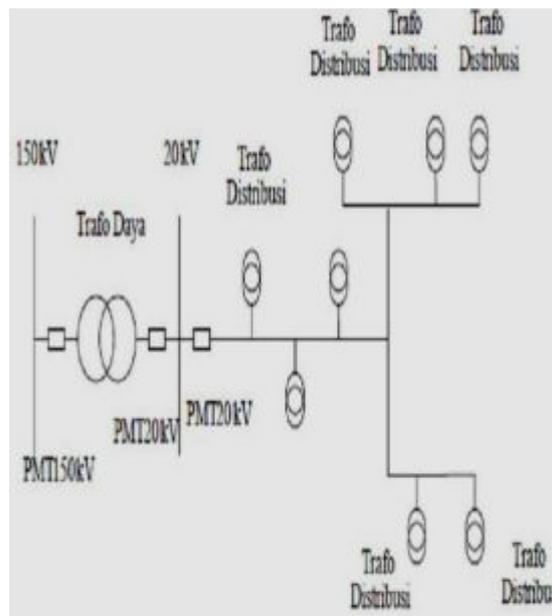
- a. Saluran distribusi primer, terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder trafo cabang (gardu induk) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20 KV.

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan kabel udara maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan.

Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan disuplai tenaga listrik sampai ke pusat beban.

- b. Saluran distribusi sekunder, terletak pada sisi sekunder trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban.

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial.



Gambar 1. Jaringan Radial

2.2. Gangguan pada Jaringan

Gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubung singkat antar fase atau hubung singkat fase ke tanah. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung langsung atau melalui impedansi.

Istilah gangguan identik dengan hubung singkat, sesuai standart ANSI/IEEE Std. 100-1992. Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal (termasuk busur api) pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda.

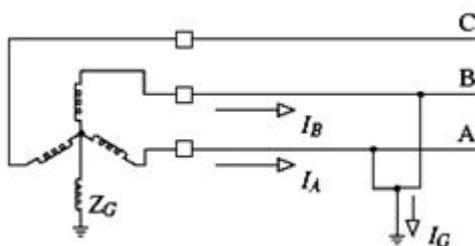
Istilah gangguan atau gangguan hubung singkat digunakan untuk menjelaskan suatu hubungan singkat.

Tabel 1. Prosentase Fase Terganggu pada Jaringan

Fault	Percentage
One phase to neutral	63%
Phase to phase	11%
Two phases to neutral	2%
Three phase	2%
One phase on the ground	15%
Two phases on the ground	2%
Three phases on the ground	1%
Other	4%

Tujuan menganalisis gangguan pada jaringan distribusi adalah :

1. Untuk menentukan arus maksimum dan minimum hubung singkat tiga fasa
2. Untuk menentukan arus gangguan tak simetris dan rangkaian terbuka.
3. Penyelidikan operasi rele-rele proteksi
4. Untuk menentukan kapasitas pemutus dari circuit breaker
5. Untuk menentukan distribusi arus gangguan dan tingkat tegangan busbar selama gangguan.



$$I_A = -j\sqrt{3} \frac{Z_0 + 3Z_G - aZ_1}{Z_1(Z_1 + 2Z_0 + 6Z_G)} V_{LN}$$

$$I_B = j\sqrt{3} \frac{Z_0 + 3Z_G - a^2Z_1}{Z_1(Z_1 + 2Z_0 + 6Z_G)} V_{LN}$$

$$I_G = \frac{-V_{LN}}{(Z_1 + 2Z_0 + 6Z_G)/3}$$

Gambar 2. Bentuk Gangguan Jaringan dan Perhitungannya

Gangguan-gangguan tersebut menyebabkan terjadinya :

1. Menginterupsi kontinuitas pelayanan daya kepada para konsumen
2. Penurunan tegangan yang cukup besar menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik
3. Pengurangan stabilitas sistim dan menyebabkan jatuhnya generator.
4. Merusak peralatan pada daerah terjadinya gangguan itu.

Gangguan terdiri dari gangguan temporer atau permanent, rata-rata jumlah gangguan temporer lebih tinggi dibandingkan gangguan permanent. Kebanyakan gangguan temporer di amankan dengan *circuit breaker* (CB) atau pengaman lainnya. Gangguan permanent adalah gangguan yang menyebabkan kerusakan permanent pada sistem. Seperti kegagalan isolator, kerusakan penghantar, kerusakan pada peralatan seperti transformator atau kapasitor. Pada saluran bawah tanah

hampir semua gangguan adalah gangguan permanen. Kebanyakan gangguan peralatan akan menyebabkan hubung singkat.

Gangguan permanen hampir semuanya menyebabkan pemutusan/gangguan pada konsumen. Untuk melindungi jaringan dari gangguan digunakan fuse, *recloser* atau CB.

2.2.1. Jenis Gangguan

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi saluran 20 kV dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem. Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi (*Hutauruk,1987:4*) adalah :

- Jenis gangguannya
- Lamanya gangguan

a. Gangguan yang bersifat temporer

Gangguan yang bersifat temporer ini apabila terjadi gangguan, maka gangguan tersebut tidak akan lama dan dapat normal kembali. Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya atau dengan memutus sesaat bagian yang terganggu dari sumber tegangannya. Kemudian disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya.

Apabila ganggguan temporer sering terjadi dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen.

b. Gangguan yang bersifat permanen

Gangguan permanen tidak akan dapat hilang sebelum penyebab gangguan dihilangkan terlebih dahulu.

Gangguan yang bersifat permanen dapat disebabkan oleh kerusakan peralatan, sehingga gangguan ini baru hilang setelah kerusakan ini diperbaiki atau karena ada sesuatu yang mengganggu secara permanen. Untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan atau menyingkirkan penyebab gangguan tersebut.

2.2.2. Penyebab Gangguan

Gangguan biasanya diakibatkan oleh kegagalan isolasi di antara penghantar fasa atau antara penghantar fasa dangan tanah. Secara nyata kegagalan isolasi dapat menghasilkan beberapa efek pada sistem yaitu menghasilkan arus yang cukup besar, atau mengakibatkan adanya impedansi diantara konduktor fasa atau antara penghantar fasa

dan tanah. Penyebab terjadinya gangguan pada jaringan distribusi disebabkan karena (Hutauruk, 1987:3):

- a. kesalahan mekanis
- b. kesalahan thermis
- c. karena tegangan lebih
- d. karena material yang cacat atau rusak
- e. gangguan hubung singkat
- f. konduktor putus

Faktor-faktor penyebab terjadinya gangguan pada jaringan distribusi adalah karena (Hutauruk, 1987 : 4):

- a. Surja petir atau surja hubung
- b. Burung atau daun-daun
- c. Polusi debu
- d. Pohon yang tumbuh di dekat jaringan
- e. Keretakan pada isolator
- f. Andongan yang terlalu kendor

Gangguan dalam peralatan yang penting dapat mempengaruhi stabilitas sistem tenaga listrik. Sebagai contoh, suatu gangguan pada daerah suatu pusat pembangkit yang dapat mempengaruhi stabilitas sistem interkoneksi. Ada beberapa penyebab terjadinya gangguan dalam suatu pembangkit listrik tertentu. Gangguan ini dapat dibuat sekecil mungkin dengan cara antara lain:

1. Memperbaiki desain sistem
2. Memperbaiki kualitas komponen
3. Mempertgunakan rele proteksi yang lebih baik
4. Pengoperasian dan pemeliharaan yang lebih baik.

2.3. Sistem Proteksi Relay

Permasalahan yang sering dijumpai pada sistem distribusi antara lain pemadaman pada penyulang 20 kV, yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat. Jika penyetelan *overcurrent relay* (OCR) dan *ground fault relay* (GFR) yang berada di *incoming* atau di *outgoing* kurang baik, dapat menyebabkan pemadaman total (*black out*) atau jika salah satu penyulang terkena gangguan, dapat mengakibatkan penyulang lain yang berada pada satu bus juga ikut trip (*sympathetic trip*), karena gangguan hubung singkat dapat mentriapkan rele yang ada pada *incoming* feeder.

Sistem pengamanan jaringan dilakukan dengan perencanaan koordinasi sebagai berikut :

- Pemutus Tenaga (PMT), dengan pengindera OCR dab GRF.
- Recloser, dengan pengindera OCR (Over Current Relay).

- Sectionaliser, dengan pengindera jumlah tegangan hilang / CTO (Count To Open)
- FCO, dengan fuse pelebur untuk pemutus rangkaian akibat hubung singkat karena gangguan atau beban lebih.

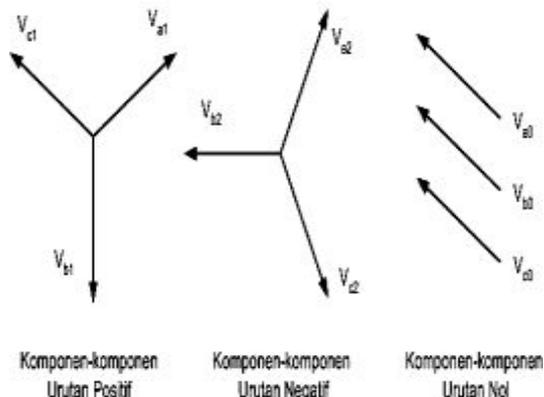
III. Hasil dan Analisa

Dari hasil analisis evaluasi koordinasi rele proteksi pada *feeder* distribusi terhadap kemungkinan gangguan *Sympathetic Tripping* pada gangguan satu saluran ke tanah dapat diperoleh beberapa hal penting berikut:

GANGGUAN	BENTUK	PROSENTASE
L-G		70 %
L-L		0.15 %
L-L-G		0.1%
L-L-L		0.5 %

Gambar 3. Tipe Gangguan dan Prosentase

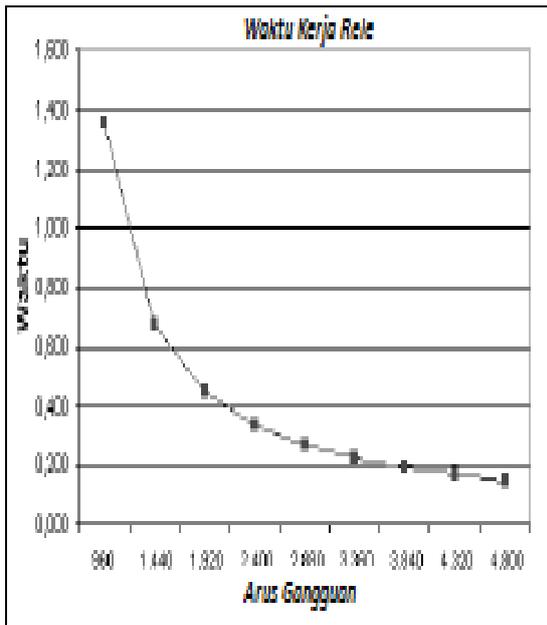
Salah satu penyebab *Sympathetic Tripping* paralel adalah adanya arus kapasitif pada masing-masing penyulang. Arus ini dipakai rele gangguan tanah dengan karakteristik waktu tertentu (*definite time relay*). Penggunaan rele *definite time* ini akan menyebabkan *Sympathetic Tripping* karena waktu kerjanya tertentu setelah rele ini *pick up* sehingga menghasilkan tripping yang serentak pada penyulang yang terganggu dan penyulang sehat yang hanya *pick up* oleh arus kapasitif.



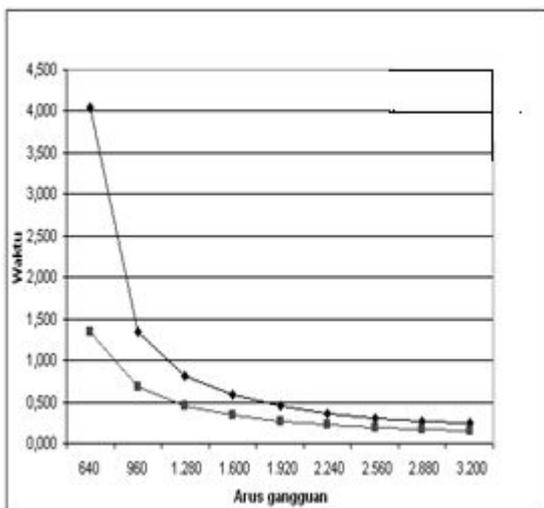
Gambar 4. Komponen Fase Gangguan

Penanggulangan masalah *Sympathetic Tripping* dapat menggunakan rele yang berlawanan terhadap rele *definite time* yaitu rele karakteristik waktu terbalik (*inverse time relay*) karena bekerja sesuai besarnya arus gangguan.

Berikut adalah bentuk perbandingan antara waktu kerja rele dengan arus gangguan. Dimana besarnya arus gangguan berbanding terbalik dengan waktu kerja seperti gambar berikut.



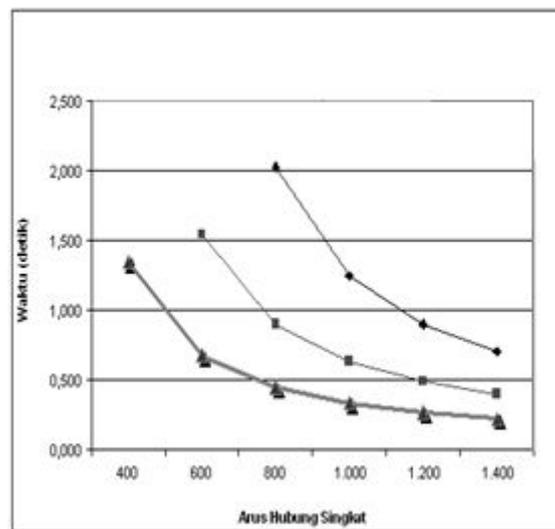
Gambar 4. Perbandingan Waktu Kerja Rele dengan Arus Gangguan



Gambar 5. Karakteristik waktu kerja Rele terhadap Arus Gangguan

Besarnya arus gangguan berbanding terbalik dengan letak gangguan seperti pada gambar 5. Disini tampak bahwa waktu kerja pada kondisi gangguan rele *inverse time* perlu untuk memperhitungkan arus kapasitif penyulang sehat yang mengalir melalui konduktor penyulang terganggu.

Waktu kerja pada penyulang sehat pada kondisi gangguan pada penyulang lain dipengaruhi oleh besarnya arus kapasitif pada penyulang tersebut. Koordinasi antara komponen-komponen sistem proteksi rele terhadap besarnya arus hubung singkat ditunjukkan pada kurva berikut.



Gambar 6. Koordinasi Sistem Proteksi Rele

Apabila waktu kerja tetap pada kondisi normal dan pada saat gangguan membuktikan selektivitas terpenuhi. Hal ini dapat mengantisipasi terjadinya *sympathetic tripping* pada jaringan.

Apabila perbedaan waktu kerja antara penyulang sehat dengan penyulang yang mengalami gangguan 0,4 detik maka dapat dikatakan selektivitas terpenuhi.

Jangkauan relay sangat dipengaruhi besar kecilnya arus hubung singkat, sedangkan besar arus hubung singkat dipengaruhi :

- a. Jumlah pembangkit yang masuk ke sistem jaringan.
- b. Kapasitas dan impedansi trafo
- c. Titik gangguan atau panjang jaringan.

Berdasarkan analisa hasil penelitian ini, bahwa besarnya arus kapasitif sangat berpengaruh dalam menentukan waktu kerja rele. Hal ini bisa berakibat terjadinya gangguan *Sympathetic Tripping* walaupun sudah digunakan rele *inverse time* maupun IDMT. Oleh karena itu hal tersebut di atas perlu diperhatikan.

4. Simpulan

Dari kajian analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan rele *definite time* akan menyebabkan *Sympathetic Tripping* karena waktu kerjanya tertentu setelah rele ini *pick up* sehingga menghasilkan tripping yang serentak pada penyulang yang terganggu dan penyulang sehat yang hanya *pick up* oleh arus kapasitif.
2. Penanggulangan masalah *Sympathetic Tripping* dapat menggunakan rele karakteristik waktu terbalik (*inverse time relay*) karena bekerja sesuai besarnya arus gangguan

Daftar Pustaka

- [1]. Blackburn, JL. Applied Protective Relaying. Westinghouse Electric Corporation, 1976.
- [2]. Brunet. MV Network Protection System Adjustment of Protection Devices. SOFRELEC, 30 September 1974, Jakarta.
- [3]. Diklat Kuliah Perencanaan Sistem Tenaga. Jurusan Teknik Elektro, UNDIP, Semarang.
- [4]. Djiteng Marsudi. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta, 8 Juni 1990.
- [5]. GEC Measurement. Protective Relays Application Guide. Building+Mansell UK Limited, London & Wishect.
- [6]. Gonen, Turen. Modern Power System Analysis. California State University, Sacramento, California.
- [7]. Hutauruk. Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan. Erlangga, 1991.
- [8]. IEEE Power Engineering Society, Application and coordination of recloser, sectionalizer and fuse, New york, 1980.
- [9]. PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali. 2005c. "Modul Pelatihan Relai OCR". Badan Penerbit PLN. Jakarta.
- [10] Stevenson, William D. Jr. 1984. "Analisa Sistem Tenaga Listrik". McGraw-Hill. Inc New York.