

Sistem Proteksi Dual Logic Trafo 1 UNINDO 60 MVA Gardu Induk Klaten

Yanda Prarestu Munawar¹, Asniar Aliyu²

^{1,2}Program Studi D3 Teknik Elektronika Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

E-mail Address: restuyanda@gmail.com

ABSTRAK

Fungsi utama sistem tenaga listrik adalah untuk memenuhi kebutuhan energi listrik setiap konsumen secara terus menerus. Suatu sistem hakekatnya adalah peranan penting bagi peralatan dan manusia itu sendiri. Pemeliharaan instalasi Gardu induk pada hakekatnya adalah untuk mendapatkan kepastian atau jaminan bahwa sistem suatu peralatan yang dipelihara akan berfungsi secara optimal untuk meningkatkan umur teknisnya dan keamanan bagi personil. Pemeliharaan instalasi gardu induk dilihat dari sifat dan jenis pemeliharaannya dibedakan dalam pemeliharaan rutin (preventif), pemeliharaan korektif dan pemeliharaan darurat (breakdown). Mengingat bidang pemeliharaan ini sangat diperlukan dalam sistem penyaluran, maka pemeliharaan memerlukan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan serta evaluasinya yang dilaksanakan baik di tingkat pusat, kesatuan, unit administrasi sampai unit terkecil.

Kata-kunci: proteksi, dual logic, trafo, gardu induk

I. PENDAHULUAN

Gardu Induk 150 kV Klaten sebagai salah satu unit kerja ULTG Yogyakarta. Gardu Induk 150 kV klaten mulai beroperasi kurang lebih pada tahun 1978 dengan satu buah transformator kapasitas 16 MVA dan pengoperasiannya dilakukan oleh PLN Sektor Tuntang. Dengan beroperasinya GI 150 Klaten maka daerah Klaten dapat terpenuhi kebutuhan listriknya. Salah satu peralatan pengaman utama yang berada di Gardu Induk Klaten adalah peralatan proteksi (peralatan). Seluruh peralatan yang berada di Gardu Induk Klaten harus dipelihara, dioperasikan dan diprotect dengan baik, karena apabila peralatan tidak dilakukan pemeliharaan dan diprotect dengan baik akan memperpendek umur peralatan tersebut selain itu juga menyebabkan gangguan pada sistem.

II. TEORI

2.1 Transformator

Transformator tenaga adalah alat yang digunakan untuk merubah tegangan bolak-balik (*Alternating Current*, AC) menginduksikan dari tegangan listrik ke tegangan rendah ataupun sebaliknya dalam keadaan yang tetap. Transformator terdiri atas dua jenis, yaitu:

1. Trafo tenaga yaitu trafo yang digunakan untuk merubah tegangan dengan daya yang besar atau beban pemakaian lebih besar.
2. Trafo penggunaan yaitu trafo yang khusus digunakan atau dibebani oleh alat ukur listrik.

Gambar di bawah ini adalah salah satu transformator tenaga yang terdapat di Gardu Induk 150 kV klaten dengan proteksi dual logic Sergi.



Gambar 1 Transformator tenaga

2.2 Proteksi

Sistem proteksi adalah perlindungan atau isolasi pada bagian yang memungkinkan akan terjadi gangguan atau bahaya. Tujuan utama proteksi adalah untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan yang telah terjadi dan melokalisirnya, dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, dengan mengisolir bagian-bagian yang terganggu tanpa mengganggu bagian-bagian yang lain. Sistem proteksi ini mendeteksi kondisi abnormal dalam suatu rangkaian listrik dengan mengukur besaran-besaran listrik yang berbeda antara kondisi normal dengan kondisi abnormal. Ada beberapa kriteria yang perlu diketahui pada pemasangan suatu sistem proteksi dalam suatu rangkaian sistem tenaga listrik yaitu: sensitifitas, selektifitas dan diskriminatif, kecepatan, keandalan, dan ekonomis.

2.3 Transformer Protector Sergi

Transformer Protector (TP) SERGI adalah sistem proteksi tambahan dari transformator tenaga yang bekerja bila tangki trafo mengalami kenaikan tekanan yang diakibatkan oleh gangguan internal didalam trafo. Proses pelepasan tekanan untuk memastikan bahwa tekanan didalam tangki trafo akan kembali normal dalam waktu beberapa milidetik. Selama proses pelepasan tekanan campuran antara minyak dan gas yang berbahaya

diarahkan menuju tangki pemisah gas dan minyak (OGST-oil and gas separation tank). Seluruh gas-gas yang berbahaya disalurkan menjauh dari trafo dan peralatan lain-lain melalui pipa evakuasi gas-gas berbahaya (EGEP). Sebuah katup isolasi udara (AIS) memisahkan TP bagian dalam kontak dengan oksigen di lingkungan sekitarnya. Transformator Protection sergi mempunyai logo seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2 Proteksi Sergi

Sistem pemadam kebakaran modern yaitu dengan sistem mengurangi minyak secara otomatis sehingga terdapat ruang yang mana secara paksa gas pemisah oksigen diudara dimasukan kedalam ruang yang sudah tidak ada minyaknya sehingga tidak ada pembakaran minyak, sehingga kerusakan yang lebih parah dapat dihindarkan, walaupun kondisi trafo menjadi rusak.

Proses pembuangan minyak secara gravitasi atau dengan menggunakan motor pompa DC adalah suatu kondisi yang sangat berisiko sebab hanya menggunakan katup otomatis yang dikendalikan oleh pemicu dari saklar akibat panasnya api dan menutupnya katup otomatis pada katup pipa minyak penghubung tanki (konservator) ke dalam trafo (sebelum rele bucholz) serta adanya gas pemisah oksigen (gas nitrogen yang bertekanan tinggi) diisikan melalui pipa yang disambung pada bagian bawah trafo kemudian akan menuju ke ruang yang tidak terisi minyak. Dengan demikian mencegah terbakarnya minyak didalam trafo dapat dihindarkan.

III. CARA PENGAMATAN

3.1 Alat Pengamatan

Alat yang diamati dalam protektor sergi pada transformator 1 Gardu Induk Klaten 150 kV dua logic sergi seperti yang di tunjukan pada Gambar sebagai berikut.



Gambar 3 Transformator dengan proteksi sergi

Proteksi sergi yang terdapat di Gardu Induk 150 kV Klaten menggunakan model TPA-HDS-SOGST dan untuk pembuat dari proteksi sergi tersebut berasal

dari negara prancis pada 2016 yang tertera pada buku manual.

3.2 Jalan Pengamatan

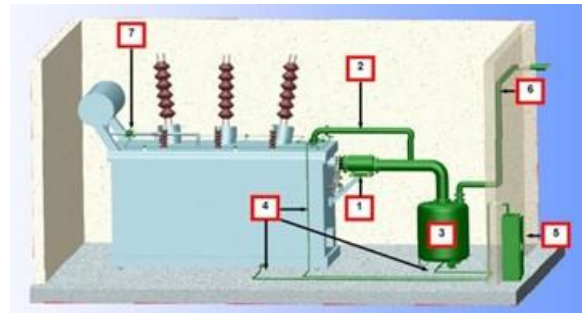
Proses pengamatan sistem proteksi Sergi pada OJT adalah sebagai berikut.

1. Pengenalan komponen-komponen proteksi sergi
2. Prinsip kerjanya
3. Pemeliharaan sistem proteksi sergi dua logic

IV. PEMBAHASAN

4.1 Sistem Protektor Sergi

Dibawah ini adalah gambar ilustrasi protektor sergi pada transformator tenaga.



Keterangan:

- 1 : Depressurization Set
- 2 : Pipa penghubung
- 3 : Oil – Gas Separator tank (OGST)
- 4 : Pipa penghubung
- 5 : Tabung gas nitrogen
- 6 : Pipa pembuangan

Gambar 4 bagian-bagian proteksi sergi trafo

4.2 Komponen-komponen yang menyusun sistem proteksi dua logic

Komponen komponen yang terdapat di sistem proteksi dua logic Sergi yaitu:

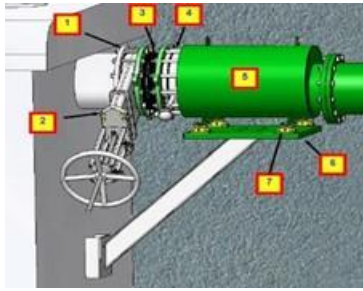
- a. Depressurization Set

Komponen utama dari proteksi trafo tersebut yaitu Depressurization Set. Komponen tersebut berfungsi sebagai indikasi jika trafo mengalami tekanan lebih yang di hasilkan dari short circuit. Saat tekanan tinggi maka komponen yang berada di dalam Depressurization Set yaitu katup piringan itu akan pecah.



Gambar 5 depressurization set

Gambar ketika depressurization set dipasangkan pada trafo.



Keterangan:

- 1 : Katup isolasi piringan
- 2 : Katup isolasi
- 3 : Peredam tekanan
- 4 : Katup piringan
- 5 : Chamber
- 6 : Plat pendukung
- 7 : Peredam getaran

Gambar 6 Komponen Depressurization Set

b. Oil-Gas Separator tank (OGST)

Saat katup piringan yang berada di Depressurization Set pecah, maka tekanan minyak bercampur gas itu akan mengalir ke pipa aliran, tekanan itu akan ditampung pada oil-gas separator tank atau tangki pemisah antara minyak dengan gas (Gambar 7). Hal ini berfungsi untuk mencegah dan memisahkan antara gas dengan minyak, sehingga mengantisipasi agar tidak terkontaminasi dengan udara. Gas yang mudah terbakar itu dipisahkan dari tangki ke pipa yang lebih kecil. Gas tersebut di arahkan ke daerah yang aman.



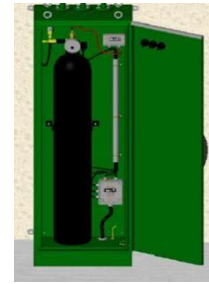
Keterangan:

- 1 : Katup pengunci
- 2 : Pipa evakuasi gas mudah terbakar ke daerah aman
- 3 : Saluran pipa dari Depressurization Set
- 4 : Saluran pipa untuk menginject nitrogen

Gambar 7 Oil -Gas Separator Tank (OGST)

c. Gas Nitrogen

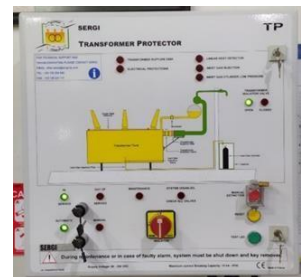
Salah satu komponen utama dari proteksi trafo yaitu gas nitrogen (Gambar 8). Gas tersebut berfungsi sebagai media pendingin saat trafo mengalami gangguan/mencegah trafo terbakar. Gas nitrogen disimpan di tempat yang kering agar kualitas gas tersebut terjaga. Gas nitrogen tersebut di simpan di dalam sebuah panel. di dalam panel itu juga terdapat heater yakni berfungsi untuk mengatur suhu dalam ruangan agar tetap kering. Kapasitas tekanan gas nitrogen tersebut yaitu 225-300 bar.



Gambar 8 Gas Nitrogen

d. Panel kontrol dua logic Trafo I

Komponen selanjutnya yaitu panel kontrol proteksi dua logic trafo (Gambar 9). Panel tersebut terhubung dengan proteksi elektrik (*Relay*), proteksi trafo di luar (*Depressurization Set*), katup piringan, alarm kebakaran. Panel control dual logic trafo I sebagai ontlol utama saat kedua logic tersebut terpenuhi. Akan tetapi jika pada saat electrical protection berlogika satu panel kontrol akan mendeteksi atau mengkonfirmasi selama 15 menit apakah sistem proteksi elektrik (relay) dalam keadaan bekerja atau tidak. Kalau selama 15 menit kondisi logika electrical protection mengalami perubahan maka logika tersebut akan mereset menjadi berlogika nol. Berarti kondisi logika electrical protection tidak terpenuhi.



Gambar 9 Panel control dua logic trafo I

4.3 Indikasi Gangguan

Dalam susatu kejadian pasti akan ada petunjuk petunjuk informasi atau ciri ciri yang akan terjadi selanjutnya. Fenomena tersebut terjadi saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Untuk mengetahui fenomena tersebut maka kita harus memahami dan paham akan gejala gejala yang akan timbul. Sebelum sistem proteksi Trafo I bekerja, terdapat beberapa fenomena yang terjadi antara lain:

- a. Isolasi di dalam trafo mengalami gangguan.
- b. Terjadinya busur api di dalam trafo.
- c. Penguapan minyak.
- d. Tekanan meningkat drastic.

4.4 Sistem Proteksi dua logic

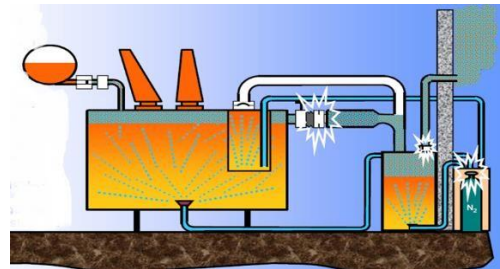
Dalam proteksi trafo I 60 MVA Gardu Induk Klaten menggunakan 2 logika, logikanya membutuhkan dua signal independen untuk memicunya. Salah satu signal datang dari peralatan

Transformer Protection (TP) seperti rupture disk atau Linier Heat Detector dan signal lainnya diambil dari salah satu perlatan panel relay proteksi trafo. logika tersebut keduanya harus terpenuhi untuk mengaktifkan proteksi pada trafo I 60 MVA. Logika tersebut diantaranya adalah Transformer Repture Disk dan Electrical Protection.

4.5 Sistem Kerja Proteksi Dua Logic

Transformer Protector (TP) SERGI bekerja bila tangki trafo mengalami kenaikan tekanan yang diakibatkan oleh gangguan internal didalam trafo. Proses pelepasan tekanan untuk memastikan bahwa tekanan didalam tangki trafo akan kembali normal dalam waktu beberapa milidetik. Selama proses pelepasan tekanan campuran antara minyak dan gas yang berbahaya diarahkan menuju tangki pemisah gas dan minyak (OGST-oil and gas separation tank). Seluruh gas-gas yang berbahaya disalurkan menjauh daritrafo dan peralatan lain-lain melalui pipa evakuasi gas-gas berbahaya (EGEP). Sebuah katup isotasi udara (AIS) memisahkan TP bagian dalam kontak dengan oksigen dilingkungan sekitarnya. Nitrogen disuntikan kedalam tangki trafo dan OLTC untuk menjaga supaya tetap aman. Nitrogen disuntikan logikanya membutuhkan dua signal independen untuk memicunya. Salah satu signal datang dari peralatan TP seperti rupture disk atau Linier Heat Detector dan signal lainnya diambil darisalah satu perlatan panel relay proteksi trafo. Untuk memastikan bahwa gas nitrogen tidak disuntikan kedalam tangkitidak terjadi bila trafo tidak ada gangguan, kontrol boks telah diatur waktunya jika hanya satu saja signal pemicunya (Rupture disk, atau LHD, atau elektrikal proteksi) dalam waktu 30 menit kontrol box akan out of service. Saat sistem trafo terjadi short circuit dan relay pengaman utama tidak mampu memproteksi, di dalam trafo terjadi peningkatan tekanan yang sangat tinggi. Tekanan tersebut menghasilkan gas yang mudah terbakar, maka alarm logika electrical protection di panel control proteksi dua logic akan aktif. Kemudian tekanan tinggi yang di akibatkan short circuit tersebut naik sampai kontak dengan Depressurization Set. Tekanan itu menekan katup piringan yang berada di dalam Depressurization Set, sehingga katup piringan tersebut pecah. Saat katup piringan pecah maka alarm logika Transformer repture disk di panel control proteksi dua logic akan aktif. Kondisi tersebut mengakibatkan minyak bercampur gas naik ke permukaan atas. Minyak dan gas yang mudah terbakar akan di pisahkan (filter) Minyak tersebut di alirkan ke dalam tank penyimpanan minyak (main tank) yang ada di trafo, sisanya dialirkan ke komponen proteksi lainnya yaitu Oil-Gas separator tank. Gas yang mudah terbakar di pisahkan di dalam komponen oil-gas separator tank kemudian disalurkan ke pipa kecil dan di buang ke tempat yang aman. Peristiwa diatas berlangsung dalam hitungan mili detik saat logika electrical protection dan logika

Transformer repture disk tersebut aktif Saat kedua logika aktif dalam hitungan detik panel kontrol proteksi dua logic akan mengaktifkan inject nitrogen ke dalam trafo. Untuk mencegah trafo tersebut meledak. Nitrogen tersebut sebagai pertolongan pertama dan media pendingin di dalam trafo yang sudah mengalami kerusakan. Nitrogen tersebut mencegah agar kerusakan trafo tidak meledak dan tidak merembet ke sistem perangkat lainnya di gardu induk. Tekanan yang dihasilkan inject nitrogen ke trafo tersebut yaitu 225 -300 bar dalam waktu 25-30 menit. Gambar 10 menunjukkan saat sistem proteksi dual logic sergi bekerja.



Gambar 10 Kondisi proteksi saat inject nitrogen ke trafo

Gambar di bawah ini adalah transformator tenaga yang terdapat pada pada gardu induk klaten yang terproteksi dengan Sergi.



Gambar 11 Proteksi Dua Logic Sergi Trafo 1

4.6 Prosedur Pemeliharaan dan Pemulihan Sistem

Untuk mengoperasikan secara normal sistem TP SERGI adalah harus diperhatikan adalah signal dari setiap sensor harus tidak ada indikasi (lampu indikator tidak menyala) seperti indikasi berikut:

1. Linier Heat Detector.
2. Transformer Rupture Disk.
3. Electrical Protection.
4. Nitrogen pressure low level.

Berikut langkah untuk menormalkan ("IN SERVICE") mode TP SERGI sebagai berikut:

1. Pastikan Kunci Out of Service/In Service pada posisi "Out of Service".
2. Transfomer Isolation Valve yang terdapat pada tangki utama trafo harus terbuka penuh sehingga indikator lampu Isolation Valve posisi "OPEN" menyala pada kontrol box warna hijau.
3. Valve Nitrogen Injection yang terdapat pada tangki utama trafo dan harus dibuka.

4. Isolator Switch diputar keposisi "ON" dan atau MCB dinaikan ke posisi ON yang terdapat di dalam kontrol box TP SERGI.
5. Kunci In Service/Out of Service harus diputar ke posisi "IN SERVICE".
6. Kunci "Automatic/Manual mode harus pada posisi "OUTOMATIC".
7. TP SERGI dalam keadaan operasi normal (IN SERVICE mode) hanya lampu indikator warna hijau saja yang menyala.

Langkah yang harus dilakukan bila akan dilaksanakan pemeliharaan trafo sebagai berikut:

1. Putar kunci In Service/Out of Service ke posisi "OUT OF SERVICE".
2. Bila perlu Isolator switch yang terdapat di depan kontrol box TP SERGI dapat diputar ke "OFF" dan atau MCB yang terdapat didalam kontrol boks dapat di offkan.
3. Bila trafo sudah padam Isolation Valve TP SERGI yang terdapat pada tangki utama trafo dapat ditutup penuh sehingga pada kontrol box lampu indikator Transformer Isolation Valve posisi "CLOSED" menyala, Lampu indikasi "MAINTENANCE" menyala.

V. SIMPULAN

Berdasarkan pengamatan mengenai Sistem Proteksi Dual Logic Trafo 1 UNINDO 60 MVA Gardu Induk Klaten dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sistem dari sistem tenaga listrik. Berarti, gardu induk merupakan sub-sub Transformator tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk mentransformasikan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.
2. Transformer Protector (TP) SERGI adalah sistem proteksi tambahan dari transformator tenaga yang bekerja bila tangki trafo mengalami kenaikan tekanan yang diakibatkan oleh gangguan internal didalam trafo. Untuk mengaktifkan proteksi dua logic harus memenuhi syarat dual logic yang terpenuhi.
3. Proteksi 2 logic membutuhkan dua signal independen untuk memicunya. Salah satu signal datang dari peralatan TP seperti rupture disk atau Linier Heat Detector dan signal lainnya diambil dari salah satu perlatan panel relay proteksi trafo. Jika salah satu dari logika tidak terpenuhi maka panel control dua logic akan mereset informasi tersebut. Waktu yang dibutuhkan untuk mengaktifkan inject nitrogen saat kedua logika tersebut terpenuhi yakni dalam hitungan milidetik. Respon proteksi yang cepat saat trafo mengalami keadaan abnormal/terbakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. Sejarah Berdirinya Perusahaan Listrik Negara. https://id.wikipedia.org/wiki/Perusahaan_Listrik_Negara. di akses pada tanggal 1 Januari 2020, pukul 20.14 WIB. Klaten.
- Penyusun. 2014. Buku Pedoman Proteksi dan Kontrol Transformator. PT PLN (Persero) Jl Trunojoyo Blok M I/135. Jakarta.
- SERGI. 2015. Transformator Protector. Reference: FtTPdpc33e, November 2015. France
- SERGI., 2016. Transformator Protector. Reference FfTPpd32e, 2016. France
- Tim Penyusun. 2019. Buku Kuning Gardu Induk Klaten. PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK TRANSMISI JBT
- Tim Penyusun., 2019. Buku Petunjuk Pengoprasian Peralatan Gardu Induk 150 kV Klaten. No.: P3B.JB/APPSLT/DOK/02/OPGI
- Tim Penyusun. 2018. Profil Perusahaan. PT PLN (Persero) UIT JBT UPT Jl Diponegoro no 149. Salatiga Tim
- Tim Penyusun. 2014. Buku Pedoman Proteksi Penghantar. PT PLN (Persero) Jl Trunojoyo Blok M I/135. Jakarta.
- Tim Penyusun. 2014 Buku Pedoman Gas Insulated Substation. PT PLN (Persero) Jl Trunojoyo Blok M I/135. Jakarta.