



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dalam sistem tenaga listrik banyak gangguan yang sesungguhnya merupakan peristiwa hubung singkat maupun beban lebih yang dapat mengganggu sistem dan dapat merusak peralatan. Peralatan listrik harus di lindungi dari gangguan, baik itu gangguan thermis maupun dinamis, untuk menekan sekecil mungkin kerusakan material dan menjamin kelancaran dalam distribusi tenaga listrik. Dalam sistem distribusi yang sering sekali mengalami gangguan adalah transformator.

Transformator daya merupakan motor listrik statis tenaga listrik yang diharapkan dapat bekerja terus menerus untuk menyalurkan daya listrik kepada konsumen, yaitu dengan cara menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi, dimana dalam keadaan beroperasi transformator ini dapat mengalami berbagai gangguan, baik yang berasal dari dalam atau dari luar transformator yang semuanya dapat mengurangi kontinuitas penyaluran daya listrik dan dapat merusak transformator itu sendiri. Oleh karena itu perlu adanya suatu sistem pengaman yang baik pada transformator untuk dapat mengurangi akibat yang bisa ditimbulkan oleh gangguan yang kemungkinan terjadi. Sampai saat ini sistem pengamanan transformator daya yang di temui sering berbeda-beda, tidak hanya faktor kapasitas transformator yang menjadi penentu pemilihan sistem pengaman akan tetapi perlu diketahui jenis gangguan.

Rele differensial merupakan pengaman utama terhadap gangguan arus lebih, ketidak seimbangan arus masuk ke rele dan gangguan hubung singkat transformator yang bekerja menggunakan prinsip seselektif dan secepat mungkin sistem kerjanya untuk mengatasi gangguan yang terjadi di dalam transformator. Di dalam bekerjanya rele perlu penyetelan arus dan mempunyai setting rele atau faktor waktu.



Berdasarkan hal tersebut maka penulis ingin mengetahui dan mempelajari kerja rele differensial secara langsung sebagai salah satu proteksi pada transformator daya khususnya pada Gardu Induk Bukit Siguntang Tragi Boom Baru UPT Palembang PLN (Persero).

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut :

- a. Gangguan-gangguan apa yang mungkin terjadi di dalam transformator daya?
- b. Bagaimana kerja rele differensial sebagai proteksi ketidak seimbangan arus pada transformator daya?

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Studi rele differensial sebagai pengaman transformator daya pada Gardu Induk Bukit Siguntang Tragi Boom Baru UPT Palembang PT. PLN (Persero) bertujuan untuk :

- a. Untuk mengetahui sejauh mana fungsi rele differensial sebagai proteksi pada transformator daya.
- b. Untuk mengetahui sejauh mana kemampuan sistem proteksi bekerja dengan benar saat terjadi gangguan demi kehandalan dalam penyediaan tenaga listrik.

### **1.3.2. Manfaat**

Manfaat dari studi rele differensial sebagai proteksi transformator daya pada Gardu Induk Bukit Siguntang Tragi Boom Baru UPT Palembang PT. PLN (Persero) adalah :

- a. Dapat mengetahui sejauh mana kerja suatu rele dalam mendeteksi adanya gangguan.



- b. Dapat mengetahui kemungkinan terburuk bila peralatan tersebut tidak di pasang rele ataupun rele tersebut tidak dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan.

#### **1.4. Pembatasan Masalah**

Pada penulisan laporan akhir ini, adapun batasan masalah yaitu:

- a. Gangguan yang mungkin terjadi pada transformator.
- b. Kinerja rele differensial sebagai proteksi utama transformator.

#### **1.5. Metode Penelitian**

Guna mendukung di dalam laporan akhir ini, penulis mengumpulkan data-data yang diperlukan sebagai berikut :

- a. Metode Lapangan (*field research*)

- 1. Observasi

Yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan mengadakan penelitian langsung terhadap objek yang di teliti serta pencatatan data-data yang diperlukan di dalam penyusunan laporan akhir ini.

- 2. Interview

Yaitu pengumpulan data melalui proses tanya jawab baik dengan pimpinan perusahaan maupun karyawan PT. PLN Gardu Induk Bukit Siguntang Tragi Boom Baru UPT Palembang.

- b. Metode Kepustakaan (*Lybrary Research*)

Yaitu pengumpulan data-data atau informasi dengan cara membaca buku-buku, bahan-bahan kuliah, dan lain sebagainya yang ada hubungannya dengan laporan ini.

- c. Konsultasi

Yaitu menanyakan kepada dosen-dosen pembimbing apakah penyusunan dan pembahasan dari laporan sudah baik dan benar.



## **1.6. Sistematika Penulisan**

Tujuan dari sistematika penulisan adalah untuk memberikan pengarahan secara jelas dari permasalahan laporan akhir dan juga merupakan garis besar dari pembahasan dari tiap-tiap bab yang diuraikan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menerangkan secara garis besar latar belakang masalah, tujuan, pembatasan masalah, metode penulisan yang digunakan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang teori-teori dasar yang melandasi pembahasan yang akan di bahas.

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat pengambilan data serta keadaan umum dari sistem proteksi pada transformator yang terdapat di Gardu Induk Bukit Siguntang.

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini merupakan bagian yang terhitung atau inti dari pembahasan laporan akhir ini, yang menjelaskan tentang analisa data hasil pengamatan dan analisa perhitungan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan kesimpulan dan saran yang di dapat dari bab sebelumnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Transformator Daya

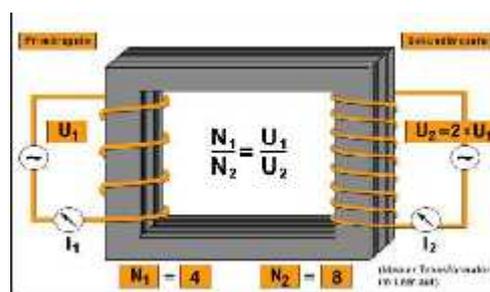
Transformator atau transformer atau trafo adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (menstransformasikan tegangan) secara umum.



Gambar 1. Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

##### 2.1.1 Hubungan primer dan sekunder



Gambar 2. Hubungan primer dan sekunder



Rumus untuk fluks magnet yang ditimbulkan lilitan primer adalah

$$\delta\phi = \epsilon \times \delta t$$

dan rumus untuk GGL induksi yang terjadi di lilitan sekunder adalah

$$\epsilon = N \frac{\delta\phi}{\delta t}$$

Karena kedua kumparan dihubungkan dengan fluks yang sama, maka

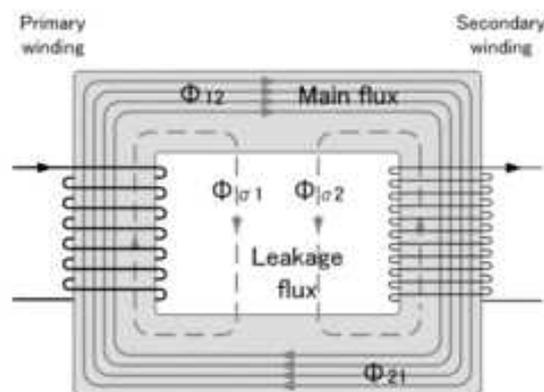
$$\frac{\delta\phi}{\delta t} = \frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s}$$

dimana dengan menyusun ulang persamaan akan didapat

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

sedemikian hingga  $V_p I_p = V_s I_s$ .

Dengan kata lain, hubungan antara tegangan primer dengan tegangan sekunder ditentukan oleh perbandingan jumlah lilitan primer dengan lilitan sekunder.



Gambar 3. Fluks pada transformator



### 2.1.2. Jenis-jenis transformator

#### a. Transformator step-up

Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.

#### b. Transformator step-down

Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.

#### c. Autotransformator

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan. Tetapi transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder.

Selain itu, autotransformator tidak dapat digunakan sebagai penaik tegangan lebih dari beberapa kali lipat (biasanya tidak lebih dari 1,5 kali).

#### d. Transformator 3 fasa

Transformator 3 fasa adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk mengubah energi listrik bolak-balik (AC) dari suatu nilai ke nilai tegangan yang lainnya. Dalam lingkup sistem 3 fasa. Trafo 3 fasa bekerja



berdasarkan hukum ampere dan hukum faraday. Yaitu arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik, merupakan proses konversi energi elektromagnet.

Pada salah satu sisi kumparan pada trafo dialiri arus AC maka akan timbul arus gaya magnet yang berubah-ubah. Kumparan sekunder yang konstruksinya 1 inti dengan kumparan primer akan dilalui garis-garis gaya magnet dari primer yang besarnya berubah-ubah pula, maka pada sekunder akan timbul beda potensial pada ujung-ujungnya.

Dalam konversi ini jumlah garis gaya yang masuk kumparan sekunder sama dengan fluksi yang keluar dari kumparan primer.



Gambar 4. Transformator 3 fasa

## **2.2. Rele**

Rele adalah sebuah peralatan listrik yang dirancang untuk mendeteksi bila terjadi gangguan atau sistem tenaga listrik tidak normal. Rele pengaman merupakan kunci kelangsungan kerja dari suatu

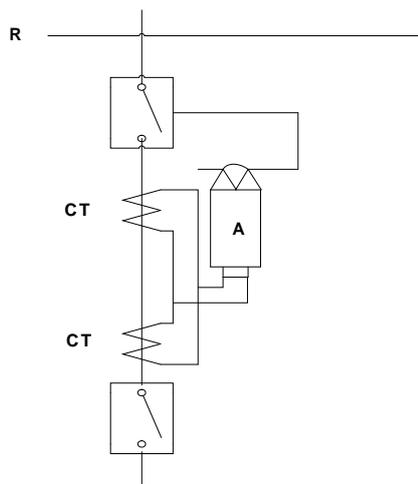


sistem tenaga listrik, dimana gangguan segera dapat dilokalisir dan dihilangkan sebelum menimbulkan akibat yang lebih luas.



Gambar 5. Rele

Rele berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal pada sistem yang diamankan dan melepas bagian yang terganggu sehingga bagian sistem yang tidak terganggu masih dapat terus beroperasi.



Gambar 6. Single line rele

### 2.2.1 Rele Differensial

Relay differensial merupakan suatu relay yang prinsip kerjanya berdasarkan keseimbangan (*balance*), yang membandingkan arus-arus sekunder transformator arus (CT) terpasang pada terminal-terminal



peralatan atau instalasi listrik yang diamankan. Penggunaan relay differensial sebagai relay pengaman, antara lain pada generator, transformator daya, bus bar, dan saluran transmisi. Relay differensial digunakan sebagai pengaman utama (*main protection*) pada transformator daya yang berguna untuk mengamankan belitan transformator bila terjadi suatu gangguan. Relay ini sangat selektif dan sistem kerjanya sangat cepat.



Gambar 7. Rele differensial

### 2.2.2 Prinsip Kerja Rele Differensial

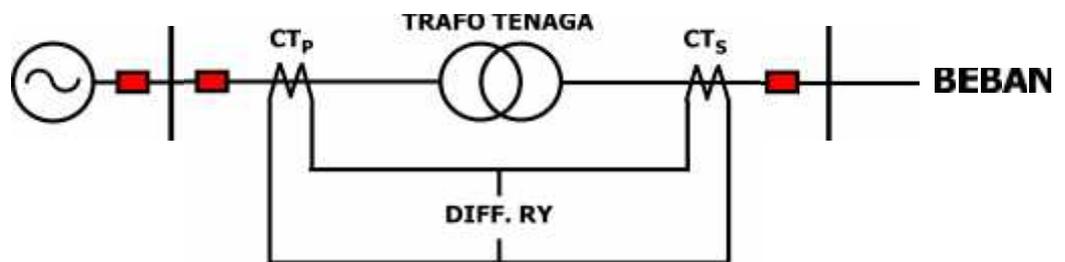
Prinsip kerja Relay Diferensial adalah membandingkan vektor arus  $I_1$  dan  $I_2$ . Pada waktu tidak terjadi gangguan/keadaan normal atau gangguan berada diluar daerah pengamanan  $I_1$  dan  $I_2$  sama atau mempunyai perbandingan serta sudut fasa tertentu, dalam hal ini relay tidak bekerja. Pada waktu terjadi gangguan di daerah pengaman  $I_1$  dan  $I_2$  tidak sama perbandingan serta sudut fasanya berubah dari keadaan normal disini relay akan bekerja.

Sifat dari relay diferensial adalah sangat selektif dan cepat, tidak perlu dikoordinasi dengan rele lain sebagai pengaman peralatan (equipment), tidak dapat digunakan sebagai pengaman cadangan untuk seksi atau daerah berikutnya, daerah pengamannya dibatasi oleh pasangan trafo atau dimana relay diferensial dipasang. Adapun penggunaan rele diferensial adalah



sebagai pengaman generator, pengaman trafo daya, pengaman motor-motor dan pengaman saluran transmisi.

Daerah pengamanan relay differensial dibatasi oleh pasangan trafo arus, dimana relay differensial dipasang sehingga relay differensial tidak dapat dijadikan sebagai pengaman cadangan untuk daerah berikutnya. Proteksi relay differensial bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan arus (*current balance*).



Gambar 8. Prinsip kerja rele differensial pada transformator daya

Pengaman diferensial adalah jenis pengaman yang sangat penting yang berguna untuk mengamankan arus gangguan. Pengaman differensial umumnya digunakan sebagai pengaman transformator yang mempunyai kapasitas tinggi. Setiap pergeseran dari intensitas arus normal ratio pada titik input dan output yang bisa menyebabkan kesalahan pada daerah yang diamankan, sehingga arus ambalance (arus tidak normal) dapat menyebabkan rele differensial bekerja mentrip Circuit Breaker (CB) untuk mengamankan peralatan.

Pengaman diferensial dari transformator dikenal juga sebagai Merz price proteksi dari transformator. Pada transformator start-delta arus beban didalam kedua gulungan tidak berlawanan fasa secara langsung, tetapi digeser 30<sup>0</sup> untuk mengizinkan CT pada sisi sekunder untuk transformator dihubungkan secara delta dan sisi primer dihubungkan secara start.

Syarat utama pemasangan CT (*Current Transformer*) pada transformator untuk koordinasi relay differensial yaitu, jika transformator memiliki gulungan yang terhubung secara delta-star, maka pemasangan



## *Politeknik Negeri Sriwijaya*

---

CT (*Current Transformer*) untuk transformator tersebut harus dengan star-delta, tujuan dilakukan demikian agar pengaman differensial pada transformator tersebut dapat menyeimbangkan arus untuk sistem proteksinya agar arus tersebut dinyatakan seimbang.