

**ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL PADA
TRANSFORMATOR DAYA 30 MV ADI GARDU INDUKSI SUNGAI LILIN MUSI
BANYUASIN**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang

Oleh:

JOKI ANDRIAS

1523110016

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2020**

**ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL PADA
TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA DI GARDU INDUK SUNGAI LILIN
MUSI BANYUASIN**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang

**Oleh:
JOKI ANDRIAS
1523110016**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Joki Andrias
Nomor Pokok : 1523110016
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata - 1
Judul Skripsi : Analisis Proteksi Rele Diferensial Pada Transformator Daya 30 MVA Di Gardu Induk Sungai Lilin Musi Banyuasin.

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ir. H. Herman MT



Dina Fitria ST, MT

Mengetahui :

Palembang, Oktober 2020

Ketua Program Studi,

Dekan,

Ir. H. Ishak Effendi, M.T.



Ir. H. Herman, M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Joki Andrias
Nomor Pokok : 1523110016
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata - 1
Judul Skripsi : Analisis Proteksi Rele Diferensial Pada
Transformator Daya 30 MVA Di Gardu Induk
Sungai Lilin Musi Banyuasin.

Dengan ini menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari karya skripsi orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun / atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Oktober 2020
Penulis



Joki Andrias

ABSTRAK

Transformator merupakan jantung dari jaringan distribusi listrik maka dari itu diperlukan system proteksi. Sistem proteksi yang baik didukung oleh setting yang bagus pada rele diferensial untuk menghindari kegagalan proteksi dan meningkatkan kualitas operasional sistem transmisi pada saat terjadi gangguan. Penelitian ini menggunakan data yang didapatkan dari Gardu induk sungai lilin yang kemudian dilakukan perhitungan matematis untuk menentukan rasio current transformator, error mismatch, dan parameter-parameter pada rele diferensial saat kondisi normal, serta menghitung parameter-parameter rele diferensial pada saat kondisi gangguan. Rasio CT yang dipasang pada transformator di sisi tegangan primer 150 kV adalah 300:1 A dan pada sisi tegangan sekunder 22 kV adalah 2000:5 A. Hasil tersebut diambil dengan pertimbangan hasil perhitungan arus rating yaitu sebesar 127,470A pada sisi tegangan primer 150 kV dan 866,027 A pada sisi tegangan sekunder 22 kV. Arus setting yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 0,3 A dan diharapkan dengan setting tersebut sistem proteksi transformator dapat bekerja dengan optimal.

Kata kunci : Transformator daya, proteksi, rele diferensial.

ABSTRACT

The transformer is a heart of the distribution then a system protection needed. A good protection system supported by a nice setting in order to avoid differential relay failure protection and improving the quality of the transmission system operations in the event of a disturbance. The research used data obtained from Gardu induk sungai lilin and then conducted mathematical calculations to determine the ratio of current transformer, mismatch error, and the parameters on differential relay when normal conditions, as well as calculate differential relay parameters at the time of the condition of the interference. The ratio of CT mounted on the transformer primary side voltage is 150 kV is 300:1 A and on the side of the secondary voltage of 22 kV is 2000:5 A. those results taken with consideration of the result of calculation of the current rating that is of 127,470 A on the primary side voltage of 150 kV and 866,027 A on the side of the secondary voltage of 22 kV. The current settings are obtained from the results of a calculation that is 0,3 A and expected with the setting of the protection system of the transformer can work optimally.

Keyword : Power transformer, protection, differential relay.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Proteksi Rele Diferensial Pada Transformator Daya 30 MVA Di Gardu Induk Sungai Lilin Musi Banyuasin” yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada Yth.

1. Bapak **Ir. H. Herman, MT** selaku pembimbing 1
2. Ibu **Dina Fitria, ST, MT** selaku pembimbing 2

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Bapak **Ir. H. Ishak Effendi, MT.** selaku Dekan Universitas Tridianti Palembang.
3. Ketua dan Sekretaris prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
4. Bapak **Ir. H. Herman, MT** selaku dosen pembimbing akademik.
5. Staf Dosen Dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
6. Kedua orang tua dan saudara-saudaraku yang telah banyak memberikan dukungan dan doa.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu penyempurnaan yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum warohmatullah wabarokatuh.

Palembang, Oktober2020

Penulis

Joki Andrias

DAFTAR ISI

	Hal
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Transformator Daya.....	6
2.1.2 Bagian-bagian Transformator.....	7
2.2 Transformator Arus	13
2.2.1 Ratio Transformator Arus.....	14
2.2.2 Error Mismatch.....	15
2.2.3 Arus Sekunder <i>Current Transformator</i> (CT)	16
2.3 Dasar-Dasar Sistem Proteksi	16
2.3.1 Klasifikasi Rele Proteksi	19
2.3.2 Prinsip Kerja Rele Proteksi.....	21
2.4 Proteksi Transformator	21

2.5	Gangguan Pada Transformator Daya	22
2.5.1	Gangguan Di Luar Daerah Pengaman	22
2.5.2	Gangguan Di Daerah Pengaman.....	23
2.6	Rele Diferensial	24
2.6.1	Jenis-jenis Rele Diferensial	24
2.6.2	Fungsi Rele Diferensial	26
2.6.3	Sifat Pengaman Rele Diferensial	27
2.6.4	Persyaratan Pada Rele Diferensial.....	27
2.6.5	Prinsip Kerja Rele Diferensial	27
2.6.6	Karakteristik Rele Diferensial	30
2.6.7	Pemasangan Rele Diferensial	31
2.6.8	Arus Nominal Primer dan Sekunder.....	31
2.6.9	Setting Kerja Rele Diferensial	32

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1	Tempat Penelitian	34
3.2	Data Penelitian.....	34
3.3	Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>)	38

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Perhitungan Matematis	39
4.1.1	Perhitungan Nilai Rasio CT.....	39
4.1.2	Perhitungan <i>Error Mismatch</i>	42
4.1.3	Perhitungan Nilai Arus Sekunder CT	43
4.1.4	Perhitungan Nilai Arus Diferensial	43
4.1.5	Perhitungan Nilai Arus <i>Restrained</i> (Penahan)	44
4.1.6	Perhitungan Percent Slope (<i>Setting</i> Kecuraman).....	44
4.1.7	Perhitungan Nilai Arus <i>Setting</i> (Iset).....	45
4.1.8	Perhitungan Gangguan Pada Transformator Daya	46
4.2	Hasil Analisis	48

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1 Elektromagnetik Pada Trafo.....	6
2.2 Kumparan Pada Transformator	7
2.3 Pentanahan Langsung dan Pentanahan melalui NGR	12
2.4 Rangkain Trafo Arus (CT)	13
2.5 Kurva kejenuhan untuk pengukuran dan proteksi	14
2.6 Prinsip Kerja Rele Proteksi	21
2.7 Rele Arus Diferensial.....	24
2.8 Rele Persentase Diferensial.....	25
2.9 Single Line Rele Diferensial	26
2.10 Rele Diferensial Dalam Keadaan Normal.....	28
2.11 Gangguan Di Luar Daerah Proteksi	29
2.12 Gangguan Di Dalam Daerah Proteksi.....	30
2.13 Karakteristik Rele Diferensial.....	30
3.1 Gardu Induk Sungai Lilin Musi Banyuasin	34
3.2 Tranformator Daya 30 MVA Gardu Induk Sungai Lilin Musi Banyuasin.....	35
3.3 Nemplate Transformator Daya Gardu Induk Sungai Lilin Musi Banyuasin.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
2.1 Macam – macam Pendingin Pada Trafo.....	9
3.1 Data Transformator Daya.....	36
3.2 Data Rasio CT	37
4.1 Hasil Hitung Rasio CT Sisi 150 kV	48
4.2 Hasil Hitung Rasio CT Sisi 22 kV	48
4.3 Hasil Perhitungan Arus Dan <i>Setting</i> Rele Diferensial.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam operasi penyaluran tenaga listrik, transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari distribusi. Pada kondisi ini, suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal. Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu maka pemeliharannya dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem dan peralatan yang tepat dan efisien. Namun, meski telah dilakukan pemeliharaan yang sedemikian rupa, tetap saja masih ada transformator yang mengalami gangguan sehingga menyebabkan terganggunya penyaluran energi listrik.

Dalam kurun waktu yang relatif singkat, adanya laporan (Laporan Region APP, 2015-2019), bahwa telah terjadi beberapa gangguan di Gardu Induk Sungai lili Musi Banyuasin khususnya pada transformator daya 30 MVA 150/22 KV yang mengakibatkan arus yang mengalir tidak seimbang dan mengakibatkan transformator tersebut tidak bekerja secara optimal. Adapun hal-hal yang menjadi analisa transformator tersebut tidak bekerja secara optimal karena adanya tegangan lebih yang dapat disebabkan oleh gangguan gangguan hubung singkat, gangguan kegagalan minyak, overload dan beban tidak seimbang.

Rele differensial merupakan pengaman utama terhadap gangguan arus lebih, ketidakseimbangan arus masuk ke rele dan gangguan hubung singkat transformator yang bekerja menggunakan prinsip selektif dan secepat mungkin sistem kerjanya untuk mengatasi gangguan yang terjadi di dalam transformator. Selain itu untuk dapat mengetahui rele

differential tersebut dapat bekerja dengan baik atau tidak, terlebih dahulu kita harus menentukan arus setting dari rele tersebut.

Kesalahan dalam menentukan arus setting dari rele dapat menyebabkan kesalahan kerja dari rele tersebut, misalnya ketikaterjadi suatu gangguan rele tidak akan bekerja, tetapi sebaliknya jika tidak terjadi gangguan maka rele akan bekerja. Kesalahan kerja dari rele tersebut yang akan mengakibatkan kerusakan pada peralatan yang diamankan. Sehingga dapat menyebabkan banyaknya kerugian. Dari latarbelakangpermasalahan yang terjadimaka penulistertarikuntuk mengetahui dan menganalisa kerja rele differential secara langsung dan membuat skripsidengan judul “*Analisis Proteksi relediferensialpadaTransformatorDaya 30 MVA Di Gardu Induk Sungai LilinMusiBanyuasin*”.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana prinsip kerja dan pengamanan yang dilakukan rele differential pada transformator daya 30 MVA di gardu induksungaililin?
2. Bagaimana menentukan arus Error Mismatch pada transformator daya 30 MVA di gardu induksungaililin?
3. Bagaimana penentuan besar arus setting reledifferential pada transformator daya 30 MVA di gardu induksungaililin?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pembahasan hanya menganalisa prinsip kerja dan pengamanan yang dilakukan relediferensial.

2. Pembahasan hanya menganalisa arus *setting* dari rele diferensial dalam memproteksi gangguan.
3. Pembahasan hanya mengena langkah-langkah dalam menentukan arus Gangguan Error Mismatch pada transformator.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini agar pada saat terjadi gangguan pada transformator rele diferensial dapat berfungsi secara optimal dan kontinyu.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan laporan akhir ini yaitu :

1. Dapat menjelaskan prinsip kerja rele differensial sebagai rele proteksi pada transformator.
2. Dapat menjelaskan Error Mismatch yang terjadi pada saat gangguan di transformator daya 30 MVA di gardu induksiungaililin.
3. Dapat menjelaskan cara menghitung arus gangguan hubung singkat tiga fasa pada transformator daya 30 MVA di gardu induksiungaililin.

1.6 Metode penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur/Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan pendalaman materi untuk menyelesaikan masalah yang dirumuskan, selain itu juga dilakukan studi literatur dan jurnal yang mendukung

penelitian. Studi literatur dilakukan agar dapat digunakan sebagai panduan informasi untuk mendukung penyelesaian pengolahan data penelitian, informasi, studi literatur juga sangat di perlukan untuk pelaksanaan penelitian.

2. Riset

Riset/ Pengambilan data dilakukan penulis guna untuk melengkapi berbagai macam data-data dari tulisan yang akan diselesaikan oleh penulis agar lebih akurat dan dapat dipertanggung jawabkan.

3. Bimbingan

Bimbingan merupakan komunikasi antara penulis terhadap dosen pembimbing guna untuk memperbaiki tulisan penulis bila ada kekurangan maupun kesalahan di dalam penulisan.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk mempermudah penulisan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang gambaran umum mengenai tugas akhir yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang gambaran umum teori transformator, serta landasan teori proteksi rele diferensial pada transformator daya.

BAB III METODE PENELITIAN

Melakukan riset di Gardu Induk Paya Pasir yang berkaitan dengan data, membahas tentang prinsip kerja rele diferensial, dan membahas arus *setting* rele diferensial terhadap gangguan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang perhitungan matematis, perhitungan ratio CT ideal, perhitungan *error mismatch*, perhitungan nilai arus diferensial dan arus *setting* rele diferensial, dan perhitungan nilai *slope* rele diferensial untuk mengetahui kinerja rele diferensial dalam memproteksi gangguan dengan memasukkan data-data yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kadir, Abdul. 2010. *Transformator*. Universitas Indonesia

- [2]. Bonggas L. 2012. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Erlangga

- [3]. Bien, L. E., & Helna, D. (2007). Studi Penyetelan Relai Diferensial Pada Transformator PT Chevron Pacific Indonesia, 6, 41–68.

- [4]. Di, K. V, & Induk, G. (2012). Setting Relai Diferensial Pada Transformator Daya.

- [5]. Muhammad Arfianda,(2019) “Analisa Penggunaan Rele Diferensial Sebagai Proteksi Pada Transformator Daya Gardu Induk Paya Pasir (PT. PLN PERSERO) “ Tugas Akhir,Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

- [6]. Samaulah ,Hazairin. 2004. *Dasar-dasar sistem proteksi tenaga listrik*. UNSRI.

- [7]. Subari, A., Kusumastuti, D. H., & Yuniarto. (2015). Setting Relay Diferensial Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi. *Transmisi*, 3.

- [8]. PT. PLN (Persero). *Buku Petunjuk Transformator Tenaga*.

