# SKRIPSI

# SETTING RELAY DIFFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA (PT. PLN PERSERO) GARDU INDUK MARIANA

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
MUHAMMAD RYNALDHO SAPUTRA
132016045

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**2020**

# SKRIPSI

# SETTING RELAY DIFFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA (PT. PLN PERSERO) GARDU INDUK MARIANA

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
14 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
Muhammad Rynaldho Saputra

**Susunan Dewan Penguji**

| | |
|---|---|
| Pembimbing 1 | Penguji 1 |
| Taufik Barlian, S.T., M.Eng | Ir. Eliza, M.T |
| NIDN. 0218017202 | NIDN. 0209026201 |
| Pembimbing 2 | Penguji 2 |
| Wiwin A. Oktaviani, S.T,. M.Sc | Muhammad Hurairah, S.T., M.T |
| NIDN. 0002107302 | NIDN. 0228098702 |

| | |
|---|---|
| Menyetujui | Mengetahui |
| Dekan Fakultas Teknik | Ketua Program Studi Teknik Elektro |
| Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T | Taufik Barlian, S.T., M.Eng |
| NIDN. 0227707004 | NIDN. 0218017202 |

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 15 Agustus 2020

Membuat Pernyataan

Muhammad Rynaldho Saputra

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

**Motto**

- Every journey begins with a choice.
- Bersyukur jauh lebih baik daripada mengeluh.

**Kupersembahkan skripsi kepada :**

- ALLAH SWT atas segala nikmat, karunia dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis skripsi ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
- Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Rofa'i dan Ibu Welly Agustin yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang,
- Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng dan Pembimbing II Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc yang telah membimbing penulisan skripsi ini
- Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang
- Teman-teman satu angkatan 2016 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.
- Diriku sendiri. Terima kasih sudah mau diajak kompromi sejauh ini. Terima kasih sudah bangun pagi di waktu yang tepat setiap hari. Kudoakan diriku sehat selalu, berkah rezeki, dan selalu mencintai dan dicintai.

# KATA PENGANTAR

Alhamdulillah wasyukurilah, puji syukur kita panjatkan kepada ALLAH SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tetap selalu dilimpahkan kepada baginda Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikut-Nya hingga akhir zaman.

Penelitian yang berjudul **"SETTING RELAY DIFFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR 30 MVA PT. PLN (PERSERO) GARDU INDUK MARIANA".** Penyusunan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Strata-1 atau Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis dapat menyelesaikan penelitian ini berkat bimbingan, pengarah, dan nasehat yang tidak ternilai harganya. Untuk itu, pada kesempatan ini dan selesainya penelitian ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1
2. Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing 2

Ucapan terimakasih kepada pihak yang berperan dalam menyelesaikan penelitian, yaitu :

1. ALLAH SWT atas segala nikmat dan ridho-Nya sehingga saya bisa menulis penelitian ini, yang selalu memberi kesehatan, selalu diberi perlindungan, selalu di berikan kemudahan, diberi rezeki, dan pertolongan.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs. Selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.

6. Kepada Pembimbing Skripsi I saya Bapak Taufik Barlian, S.T, M.Eng. dan Pembimbing II Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T, M.Sc. telah membimbing penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Kepada Kedua Orang Tuaku Bapak Rofa'i dan Ibu Welly Agustin dan saudara saya Muhammad Akbar Aditya yang sangat aku cinta dan sangat aku sayang, terima kasih banyak atas perhatiannya yang selalu memberikan doa-doa, bantuan, dan semangat, ku persembahkan keberhasilan ini untuk Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberi nasihat, memotivasi untuk lebih baik.
9. Teman-teman satu angkatan 2016 yang selalu berjuang untuk menyelesaikan studi.
10. Diriku sendiri. Terima kasih sudah mau diajak kompromi sejauh ini. Terima kasih sudah bangun pagi di waktu yang tepat setiap hari. Kudoakan diriku sehat selalu, berkah rezeki, dan selalu mencintai dan dicintai.
11. Seluruh pihak yang ikut membantu dalam penulisan skripsi ini.

Semoga ALLAH SWT, membalas budi baik kalian yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Palembang, 15 Agustus 2020

Penulis

# ABSTRAK

Listrik sangat dibutuhkan pada kehidupan *modern* sekarang, metode distribusi tenaga listrik bermula dari generator sampai ke konsumen tidak selamanya berjalan. Namun hal ini bisa dicegah sekecil mungkin dengan skema pengaman. Penelitian ini berguna dalam bagaimana cara penentuan besar setting arus pada relay differensial. Tujuan Penelitian ini ialah untuk memahami cara penerapan relay differensial sebagai relay pengaman pada transformator dan juga untuk mengenal setting arus oleh relay differensial dalam mengamankan gangguan.

Metode yang dipakai pada pembuatan penelitian ini yaitu dengan cara menggabungkan data sekunder. Data yang dibutuhkan mencakup data trafo daya dan data standar dari relay differensial yang ada di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Mariana Palembang.

Prinsip kerja relay differensial ialah membandingkan arus sisi primer dan arus sisi sekunder. Perbandingan *current transformer* yang disetel pada trafo di bagian tegangan primer 150 kV ialah 150:5 A dan pada bagian tegangan sekunder 20 kV ialah 1000:5 A. perhitungan ini didapatkan dengan cara mempertimbangkan hasil perkiraan arus *rating* yaitu sebesar 127,017 A pada bagian tegangan primer 150 kV dan 952,627 A pada bagian tegangan sekunder 20 kV. Arus *setting* yang diperoleh dari hasil kalkulasi yaitu 0,3 A dan diharapkan dengan hasil *setting* tersebut struktur pengaman trafo bisa beroperasi dengan maksimal.


Kata Kunci : Transformator Daya, Pengaman, Relay differensial

**ABSTRAK**

*Electricity is very much needed in modern life today. The method of distributing electric power from generators to consumers does not always work. However, this can be prevented as little as possible with a safety scheme. This research is useful in how to determine the amount of current settings in differential relays. The purpose of this research is to understand how to apply differential relays as safety relays in transformers and also to recognize current settings by differential relays in securing disturbances.*

*The method used in making this research is by combining secondary data. The data required includes power transformer data and standard data from differential relays available at PT. PLN (Persero) Mariana Palembang Substation.*

*The working principle of the differential relay is to compare the primary side current and the secondary side current. The comparison of the current transformer that is set on the transformer in the primary voltage section of 150 kV is 150: 5 A and the secondary voltage section of 20 kV is 1000: 5 A. This calculation is obtained by considering the results of the estimated current rating of 127.017 A in the 150 primary voltage section. kV and 952,627 A on the secondary voltage section of 20 kV. The current setting obtained from the calculation results is 0.3 A and it is hoped that with the results of the setting the transformer safety structure can operate optimally.*

*Keywords: Power Transformer, Safety, Differential Relay*

# DAFTAR ISI


| | Halaman |
|---|---|
| **LEMBAR PENGESAHAN** | **i** |
| **PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT** | **ii** |
| **MOTTO DAN PERSEMBAHAN** | **iii** |
| **KATA PENGANTAR** | **iv** |
| **BAB 1** | **1** |
| **PENDAHULUAN1** | |
| **1.1. Latar Belakang** | **1** |
| **1.2. Tujuan Penelitian** | **2** |
| **1.3. Batasan Masalah** | **2** |
| **1.4. Sistematika Penulisan** | **2** |
| **BAB 2** | **4** |
| **KAJIAN PUSTAKA** | **4** |
| **2.1 Landasan Teori** | **4** |
| **2.2 Transformator Daya** | **6** |
| **2.3 Transformator Arus** | **6** |
| **2.3.1 Rasio Transformator Arus** | **7** |
| **2.3.2 *Error Mismatch*** | **8** |
| **2.3.3 Arus Sekunder Current Transformer (CT)** | **9** |
| **2.4 Dasar-Dasar Sistem Proteksi** | **9** |
| **2.5 Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik** | **9** |
| **2.6 Relay Pengaman** | **10** |
| **2.7 Relay Differensial** | **11** |
| **2.7.1 Prinsip Kerja Relay Differensial** | **11** |
| **2.7.2 Karakteristik Rele Diferensial** | **12** |
| **2.7.3 Arus Nominal Primer Dan Sekunder** | **13** |
| **2.7.4 Setting Kerja Relay Differensial** | **14** |
| **BAB 3** | **16** |
| **METODE PENELITIAN** | **16** |
| **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian** | **16** |
| **3.2 Peralatan Penelitian** | **16** |
| **3.3 Prosedur Penelitian** | **17** |

**3.4 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*) 18**

**BAB 4 19**

**PERHITUNGAN DAN ANALISA 19**

**4.1 Data Penelitian 19**

**4.2 Perhitungan Matematis 20**

**4.2.1 Perhitungan Nilai Rasio CT 20**

**4.2.2 Perhitungan *Error Mismatch* 21**

**4.2.3 Perhitungan Nilai Arus Sekunder CT 22**

**4.2.4 Perhitungan Nilai Arus Differensial 23**

**4.2.5 Perhitungan Nilai Arus *Restrain* (Penahan) 23**

**4.2.6 Perhitungan *Percent Slope* 24**

**4.2.7 Perhitungan Nilai Arus *Setting* (I*set*) 24**

**4.3 Analisa 25**

**4.3.1 Perhitungan Gangguan Pada Transformator Daya 25**

**BAB 5 29**

**KESIMPULAN DAN SARAN 29**

**5.1 Kesimpulan 29**

**5.2 Saran 29**

**DAFTAR PUSTAKA**

# DAFTAR GAMBAR


| | Halaman |
|---|---|
| Gambar 2.1 Transformator Arus | 7 |
| Gambar 2.2 Kurva kejenuhan untuk pengukuran dan proteksi | 7 |
| Gambar 2.3 Prinsip Kerja Rele Proteksi | 11 |
| Gambar 2.4 Karakteristik Rele Diferensial | 12 |
| Gambar 2.5 Prinsip Pengoperasian Rele Dieferensial | 13 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian | 18 |
| Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Arus Diferensal dan Arus Gangguan | 27 |

# DAFTAR TABEL


| | Halaman |
|---|---|
| Tabel 4.1 Data Transformator Daya | 19 |
| Tabel 4.2 Data Relay Differensial | 19 |
| Tabel 4.3 Hasil Hitung Rasio CT Sisi 150 kV | 25 |
| Tabel 4.4 Hasil Hitung Rasio CT Sisi 20 kV | 25 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Arus Dan *Setting* Rele Diferensial | 25 |

# BAB 1
# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Listrik sangat dibutuhkan pada kehidupan *modern* sekarang ini, metode distrribusi tenaga listrik bermula dari generator sampai ke konsumen tidak selamanya berjalan sesuai apa yang diingingkan, terkadang ada masalah yang tidak dapat dielakkan, namun hal ini bisa dicegah sekecil mungkin dengan skema pengaman.(Arka dkk., 2016) Masalah tersebut biasanya berupa masalah internal ataupun external, salah satunya masalah exsternal adalah beban lebih. Gangguan tersebut menimbulkan arus lebih yang bisa merusak perangkat listrik maka diperlukan adanya skema perawatan yang dapat melindungi dari kerusakan akibat arus berlebih. Rendahnya kapasitas tenaga listrik membuat kerja jaringan menjadi sangat kurang, jadinya sering terjadi *trip* pada jaringan listrik pada konsumen.

Transformator adalah elemen penting di dunia penyaluran tenaga elektrik didalam struktur kelistrikan, tenaga elektrik disalurkan ke konsumen melewati struktur energi listrik. Struktur energi elektrik terbagi menjadi sejumlah bagian ialah Generator, Pengiriman beserta Penyaluran. Jangka sekitar generator beserta penyaluran terdapat tidak dekat maka diperlukan trafo agar bisa meninggikan dan merendahkan voltase. Dalam kinerjanya biasa ditemukan gangguan yang dapat memperlambat pengoperasian dari transformator, sehingga diperlukan proteksi dan juga *setting* yang solid untuk menjaga kelancaran kinerja dari skema tersebut.

Pengaman ialah suatu sistem proteksi atas perangkat elektrik yang berfungsi menjauhi kerusakan perangkat dan juga menjaga kestabilan distribusi energi listrik agar tetap terjaga. Salah satu relay yang berguna dalam mengamankan perangkat elektrik adalah relay differensial. (Yuniarto dkk., 2015)

Relay Differensial ialah relay yang akan bekerja jika terdapat selisih arah oleh 2 besaran elektrik nan melewati besaran nan sudah ditetapkan.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka Penelitian ini bertujuan untuk memahami cara penerapan relay differensial sebagai relay pengaman pada transformator dan juga untuk mengenal setting arus oleh relay differensial dalam mengamankan gangguan.

## 1.3. Batasan Masalah

Berlandaskan permasalahan di atas, maka batasan masalah pada penelitian ini ialah untuk mengetahui cara penerapan proteksi yang dilakukan relay differensial dan untuk memahami penentuan besar setting arus pada relay differensial.

## 1.4. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas ini, tata cara penulisan akan diurutkan secara sistematis dan akan terurai dalam beberapa bab, yaitu dengan urutan sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bagian ini terdapat latar belakang , tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai dasar-dasar teori yang mendukung penelitian ini seperti, pengertian Transformator daya dan bagian-bagiannya, masalah pada skema energi listrik, rele proteksi, rele differensial, karakteristik rele differensial.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi diagram alir penelititan, tempat dan waktu penelitian, dan alat-alat yang digunakan pada saat penelitian.

BAB 4 : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membicarakan kalkulasi matematis, perkiraan perbandingan trafo arus ideal, perkiraan *error mismatch*, kalkulasi

angka dari aliran differensial beserta juga aliran seting relay differensial, dan juga perkiraan nilai *slope* relay differensial agar dapat memahami kemampuan dari relay differensial dalam mengamankan disaat adanya gangguan dengan menginput data nan didapatkan.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Di dalam bagian ini terdapat uraian tentang kesimpulan dan saran dari penulisan penelitian ini.

# DAFTAR PUSTAKA


Arka, I. G. P., Mudiana, N., & Abasana, K. (2016). Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 20 Kv Dengan Over Current Relay (OCR) Dan Ground Fault Relay (GFR) 16(1), 46–52.

Ek Bien, L., & Dita, H. (2007). Studi Penyetelan Relai Diferensial Pada Transformator Pt Chevron Pacific Indonesia. 6, 41–68.

Iswara, I. K. W., Arjana, G. D., Wijaya, W. A., & Pustaka, K. (2015). Analisa Setting Relai Pengaman Akibat Rekonfigurasi Pada Penyulang Blahbatuh. 2, 74–78.

Nasution, E. S., Pasaribu, F. I., & Arfianda, M. (2015). Rele diferensial sebagai proteksi pada transformator daya pada gardu induk. 179–186.

Rahman, W. I., Pujiantara, M., & Wahyudi, R. (2014). Setting Rele Diferensial Bus. 2(1), 1–6.

Setia Dewangga, A. (2015). Coordination Protection Studies Of Overcurrent Relay , Differential , And Ground Fault At Pt . Linde Indonesia

Setijasa, H. (2013). Pengujian relay differensial gi. 9(2), 74–79.

Wirawan, B., & Badarrudin. (2014). Setting Koordinasi Over Current Relay pada Trafo 60 MVA 150 / 20 Kv dan Penyulang 20 KV. 18(3), 134–140.

Yuniarto, Y., Subari, A., & Kusumastuti, D. H. (2015). Setting Relay Differensial Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi. Transmisi, 17(3), 147–152.

Irsyam, M. (2016). Analisa Trouble Differential Relay Terhadap Trip CB (Circuit Breaker) 150 KV Transformator 30 MVA PLTGU Panaran. *Jurnal Dimensi*, *3*(2).

Hariyono, D. (2019). Analisa Proteksi Relay Differensial Terhadap Gangguan Eksternal Transformator. *Saintek ITM*, *32*(2).

Muharam, M. R. (2018). Analisis Performa Relay Differensial Transformator Pada Gardu Induk Cilegon Lama.

Laksana, D. C., Syafriyudin, S., & Mujiman, M. (2014). Analisis Koordinasi Relai Proteksi pada Transformator Tenaga 60 MVA Menggunakan Aplikasi ETAP 7.0. 0 di PT. PLN (Persero) APP Salatiga Gardu Induk Bantul Yogyakarta. *Jurnal Elektrikal*, *1*(1), 14-24.

Primawati, E., & Umar, S. T. (2019). *Analisa Pengaturan Proteksi Rele Diferensial Pada Trafo III 60 MVA di Gardu Induk Banyudono 150KV/22KV* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

Fitriani, N. R. (2017). Analisis Penggunaan Rele Diferensial Sebagai Proteksi Pada Transformator Daya 16 MVA Di Gardu Induk Jajar.

Mashar, A., Yahya, S., & Sofian, P. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3*.

PT. PLN, (Persero). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*.