

**ANALISIS PENGGUNAAN *RELAY DIFFERENTIAL* SEBAGAI
PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI GARDU
INDUK BANTUL**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1

**Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun oleh :

Wilgan Arya Putra Pratama

20180120173

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wilgan Arya Putra Pratama
NIM : 20180120173
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah tugas akhir dengan judul “ANALISIS PENGGUNAAN *RELAY DIFFERENTIAL* SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI GARDU INDUK BANTUL” Merupakan hasil karya tulis saya sendiri serta tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pada tingkat perguruan tinggi. Selain itu, sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau opini yang pernah ditulis atau dipublikasi oleh orang lain, kecuali pada dasar teori yang tertulis dikutipan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Yogyakarta, Agustus 2022



Wilgan Arya Putra Pratama

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا , إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

لَا تَحْتَقِرْ مَنْ دُونَكَ فَلِكُلِّ شَيْءٍ مَزِيَّةٌ

Jangan menghina seseorang yang lebih rendah daripada kamu, karena segala sesuatu itu mempunyai kelebihan. – mahfudzot

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, alhamdulillah wasyukurillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang dan tiada hentinya memberikan nikmat dan karunia atas ilmu yang telah diberikan. *Shalawat* serta salam tak lupa kita junjungkan kepada Nabi Muhammad SAW. Sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penggunaan *Relay Differential* Sebagai Proteksi Pada Transformator Daya 60 MVA di Gardu Induk Bantul” dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Sebagai tanda terima kasih Saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Ari Kristiyanto dan Ibu Lusi Purwita Sari beserta adik-adik saya yang tak pernah lelah selalu memberikan do'a dan dukungan penuh kepada saya.
2. Vira Sonia yang telah memberikan motivasi, dukungan moral dan materi. Terima kasih juga telah memberi semangat agar tidak tertekan saat proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Kepada sahabat dan teman-teman Reihan RD, Arkan, Rahul, Jaya, Resky, Raihan, Rahmat, Jeta. Terima kasih telah memberikan dukungan dan semangatnya yang berusaha menghibur saya saat proses penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga teman-teman semuanya diberikan kesehatan dan kemudahan dalam segala urusannya dari Allah SWT.
4. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro UMY, yang telah menemani saya berproses selama di Teknik Elektro UMY.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan Penelitian Tugas akhir ini dengan judul **ANALISIS PENGGUNAAN RELAY DIFFERENTIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI GARDU INDUK BANTUL.**

Tentunya pada proses penyelesaian penelitian ini tidak dapat lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.S.T., M.T., Ph. D. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan selama penyusunan penulisan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Seluruh staff dosen dan staff laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah melayani kebutuhan administrasi selama menempuh Pendidikan di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Sidik Prasetyo Kusmiyarso selaku Manager Unit Pelaksana Transmisi Salatiga yang telah memberikan izin penelitian di Gardu Induk Bantul
5. Bapak Profit dan Adit selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis hanya bisa menyampaikan rasa terima kasih atas segala do'a dan dukungan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Mudah-mudahan segala kebaikan yang diberikan untuk penulis semuanya mendapatkan balasan

yang berlipat dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, Penulis sangat menerima kritik dan saran guna memperbaiki dan menambah ilmu kedepannya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Agustus 2022

Wilgan Arya Putra Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	II
HALAMAN PENGESAHAN II	III
HALAMAN PERNYATAAN	IV
MOTTO	V
HALAMAN PERSEMBAHAN	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR SINGKATAN	XIV
INTISARI	XV
ABSTRACT	XVI
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5

2.2	Dasar Teori.....	7
2.2.1	Sistem Proteksi	7
2.2.2	Transformator Daya	8
2.2.3	Relay Differential	9
2.2.4	Gangguan Berada Diluar Daerah yang Dilindungi	12
2.2.5	Gangguan Berada Didalam Daerah yang Dilindungi.....	12
2.2.6	Karakteristik Relay Differential	13
2.2.7	Teori Perhitungan Matematis Setting Relay Differential.....	14
BAB III.....		19
METODELOGI PENELITIAN.....		19
3.1	Alat dan Bahan.....	19
3.2	Lokasi Penelitian.....	19
3.3	Langkah Penelitian.....	20
BAB IV		23
HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Gardu 150 KV Induk Bantul.....	23
4.1.1	Data Sheet Transformator Daya Gardu Induk Bantul	27
4.1.2	Data Sheet Relay Differential.....	28
4.2	Perhitungan Matematis	30
4.2.1	Perhitungan Rasio CT.....	30
4.2.2	Error Mismatch.....	32
4.2.3	Arus Sekunder CT	33
4.2.4	Arus Diferensial	35
4.2.5	Arus Restrain (Penahan).....	36
4.2.6	Percent Slope (Arus Kecuraman)	37
4.2.7	Arus Setting (Iset).....	38

4.2.8	Menghitung Impedansi Sumber	39
4.2.9	Perhitungan Gangguan Hubung Singkat 3 Phasa	42
4.3	Gangguan Pada Transformator Daya	43
4.4	Analisis Perbandingan Setting Relay Differential	48
4.5	Simulasi Menggunakan Software ETAP 12.6.0.....	51
4.5.1	Simulasi Pada Keadaan Normal	51
4.5.2	Simulasi Gangguan Dalam Daerah Pengaman Relay Differential	55
4.5.3	Simulasi Gangguan Di luar Daerah Pengaman Relay Differential	60
BAB V.....		66
PENUTUP.....		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator gardu induk bantul	9
Gambar 2.2 Relay differential	10
Gambar 2.3 Prinsip Hk Khirchof.....	10
Gambar 2.4 Daerah Pengamanan Relay Differential.....	11
Gambar 2.5 Relay differential saat normal	11
Gambar 2.6 Relay differential saat gangguan eksternal.....	12
Gambar 2.7 Relay differential saat gangguan internal	13
Gambar 2.8 Karakteristik Operasi Dari Sebuah Relay Differensial	14
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Di Gardu Induk 150Kv Bantul.....	20
Gambar 3.2 Flowchart penelitian	21
Gambar 4.1 Sistem proteksi pada trafo gardu induk 150 kv Bantul.....	23
Gambar 4.2 Karakteristik <i>relay differential</i>	24
Gambar 4.3 <i>Single line</i> Diagram GI 150 KV.....	26
Gambar 4.4 Simulasi dalam keadaan normal TF I	52
Gambar 4.5 Simulasi dalam keadaan normal TF II.....	53
Gambar 4.6 Simulasi dalam keadaan normal TF III.....	54
Gambar 4.7 Simulasi terjadi gangguan internal TF I	55
Gambar 4.8 Simulasi terjadi gangguan internal TF II	56
Gambar 4.9 Simulasi terjadi gangguan internal TF III.....	57
Gambar 4.10 Output report simulasi gangguan internal TF I.....	59
Gambar 4.11 Output report simulasi gangguan internal TF II	59
Gambar 4.12 Output report simulasi gangguan internal TF III	60
Gambar 4.13 Simulasi terjadi gangguan eksternal TF I	61
Gambar 4.14 Simulasi terjadi gangguan eksternal TF II.....	62
Gambar 4.15 Simulasi terjadi gangguan eksternal TF III.....	63
Gambar 4.16 Output report simulasi ETAP 12.6.0 TF I	64
Gambar 4.17 Output report simulasi ETAP 12.6.0 TF II	65
Gambar 4.18 Output report simulasi ETAP 12.6.0 TF III.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tansformator I	27
Tabel 4.2 Tansformator II	27
Tabel 4.3 Tansformator III.....	27
Tabel 4.4 Data <i>Relay Differential</i> TF I	29
Tabel 4.5 Data <i>Relay Differential</i> TF II.....	29
Tabel 4.6 Data <i>Relay Differential</i> TF III.....	29
Tabel 4.7 Hasil perhitungan rasio CT	31
Tabel 4.8 Hasil perhitungan <i>Erorr Mismatch</i>	33
Tabel 4.9 Hasil perhitungan Arus Sekunder	34
Tabel 4.10 Hasil perhitungan Arus <i>Differential</i>	35
Tabel 4.11 Hasil perhitungan Arus <i>restrain</i>	36
Tabel 4.12 Hasil perhitungan <i>Percent slope</i>	38
Tabel 4.13 Hasil perhitungan Arus <i>setting</i>	39
Tabel 4.14 Hasil perhitungan TF I Gangguan 150 kV 1674 A	44
Tabel 4.15 Hasil perhitungan TF I Gangguan 20 kV 12416 A.....	45
Tabel 4.16 Hasil perhitungan TF II Gangguan 150 kV 1660 A.....	46
Tabel 4.17 Hasil perhitungan TF II Gangguan 20 kV 12193 A.....	47
Tabel 4.18 Hasil perhitungan TF III Gangguan 150 kV 1525 A	47
Tabel 4.19 Hasil perhitungan TF III Gangguan 20 kV 11432 A	48
Tabel 4.20 Data aktual <i>relay differential</i> TF I dan II.....	49
Tabel 4.21 Data aktual <i>relay differential</i> TF III.....	49
Tabel 4.22 Data manual <i>relay differential</i> TF I, II, dan III.....	49
Tabel 4.23 Data perbandingan <i>relay differential</i> TF I dan II.....	50
Tabel 4.24 Data perbandingan <i>relay differential</i> TF III.....	50
Tabel 4.25 Data simulasi dalam keadaan normal TF I, II dan III	55

DAFTAR SINGKATAN

1. TF : Transformator
2. PMT : Pemutus Tenaga
3. PT.PLN : Perseroan Terbatas Perusahaan Listrik Negara
4. KV : Kilo Volt
5. A : Ampere
6. CT : Curren Transformer
7. GI : Gardu Induk
8. MVA : Mega Volt Ampere
9. OCR : Over Current Relay