

**ANALISIS RELAY DIFFERENCIAL SEBAGAI SISTEM PROTEKSI
PADA TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK 150KV BANTUL
TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun oleh :
ZUNAN DWI YULIARTO
20180120044**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zunan Dwi Yulianto
NIM : 20180120044
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan naskah tugas akhir dengan judul “ANALISIS RELAY DIFFERANSIAL SEBAGAI SISTEM PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK 150KV BANTUL” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan diperguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya ataupun pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Januari 2023



Zunan Dwi Yularto

MOTTO

“Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baganyakemudahan dalam urusannya” (Q.S At-Talaq: 4)

Dan janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan juga (pula) bersedih hati, sebab kamu paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang beriman. (Q.S Ali Imran: 139)

Walaupun kita hidup di dunia yang jahat, kita tidak boleh memperlakukan diri kita menjahati orang lain. (Muthe JKT48)

Usaha keras itu tak akan mengkhianati.

Bersyukur itu hal yang harus kita punya dari diri kita. Kalau kita tidak bersyukur, kita akan merasa kurang dan tidak cukup. (Azizi JKT48)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur selalu kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS RELAY DIFFERANSIAL SEBAGAI SISTEM PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DI GARDU INDUK 150KV BANTUL”**. Sholawat dan salam semoga terus tercurah kepada Nabi Muhammad SAW serta para sahabat dan pengikutnya, yang masih menemaninya di jalan. Persiapan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal, pembuatan alat sampai terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak dapat lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, MP., IPM selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.S.T.,M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.S.T.,M.T., Ph.D. dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan selama pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis sehingga dapat selesai.
5. Kepada kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan do'a dan dukungannya.
6. Kepada sahabat saya Feni Fitriyanti, Helsma Putri, dan Ridwan Rigama yang selalu memberikan semangat dan membantu selama pengerjaan skripsi saya.

7. Semua pihak yang telah mendukung penulis, semoga do'a, bantuan, bimbingan serta dukungan yang telah diberikan menjadi amal baik dan mendapatkan balasan yang berlipat dari Allah SWT.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini agar kelak dapat bermanfaat. Semoga hasil tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk para akademisi, praktisi ataupun untuk penelitian - penelitian selanjutnya. Akhir kata penulis mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan yang ada pada penyusunan tugas akhir ini. Semoga ini dapat bermanfaat bagi kita semua

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Yogyakarta, 4 Januari 2023



Zunan Dwi Yularto

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	vix
INTISARI	xiv
ABSTRAK	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori	5
2.2.1 Transformator	5
2.2.2 Transformator Daya	6
2.2.3 Transformator Arus	8
2.2.4 Prinsip Kerja Transformator	9
2.2.5 Gangguan Pada Transformator Daya	10
2.2.6 Sistem Proteksi Pada Transformator	11
2.2.7 Rele Differensial	13
2.2.8 Karakteristik Rele Differensial	15
2.2.9 Circuit Breaker	16

2.2.10	Potential Tranformer	17
2.2.11	Current Tranformer	18
2.2.12	Perhitungan Matematis Rele Differensial	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		23
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2.	Alur Penelitian	24
3.3.	Instrumen Penelitian	25
3.4.	Pengumpulan Data	26
3.5.	Analisis Data.....	26
3.6.	Hasil dan Kesimpulan	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1.	Hasil Penelitian	27
4.1.1	Data Sheet Transformator	27
4.1.2	Data Rele Differensial	29
4.2.	Perhitungan Matematis	30
4.2.1.	Perhitungan Rasio CT (<i>Current Transformer</i>)	30
4.2.2.	Menghitung <i>Error Mismatch</i>	31
4.2.3.	Perhitungan Arus Sekunder CT (<i>Current Transformer</i>)	32
4.2.4.	Menghitung Arus Differensial	33
4.2.5.	Menghitung Arus <i>Restrain</i>	33
4.2.6.	Menghitung Persentase <i>Slope</i>	34
4.2.7.	Menghitung Arus <i>Setting</i>	34
4.2.8.	Menghitung Impedansi.....	34
4.2.9.	Perhitungan Gangguan Hubung Singkat 3 Phasa	38
4.2.10.	Menghitung Arus Gangguan Pada Transformator	39
4.3.	Perbandingan Rele Differensial	43
4.4.	Simulasi <i>Software</i> ETAP 12.6.0.....	45
4.4.1	Simulasi dalam keadaan normal.....	45
4.4.2	Simulasi gangguan diluar daerah proteksi	48
4.4.3	Simulasi pada gangguan didalam sistem proteksi	52

BAB 5	Penutup	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	60
	Daftar Pustaka	61
	Lampiran	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penempatan Transformator daya pada sistem tenaga listrik	6
Gambar 2.2 Transformator Daya.....	7
Gambar 2.3 Konstruksi Transformator Arus	8
Gambar 2.4 Transformator Arus	9
Gambar 2.5 Bagian utama Trafo.....	10
Gambar 2.6 Prinsip kerja Rele Proteksi	12
Gambar 2.7 Rele Differensial dalam keadaan normal	13
Gambar 2.8 Rele Differensial keadaan gangguan eksternal	14
Gambar 2.9 Rele differensial keadaan gangguan internal.....	14
Gambar 2.10 Karakteristik Rele Differensial.....	16
Gambar 2.11 Circuit Breaker	17
Gambar 2.12 Potential Transformer	18
Gambar 2.13 Current Transformer	18
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram alur Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Simulasi keadaan normal Transformator 1	45
Gambar 4.2 Simulasi keadaan normal Transformator 2	46
Gambar 4.3 Simulasi keadaan normal Transformator 3	47
Gambar 4.4 Simulasi keadaan gangguan diluar daerah Proteksi Transformator 1 ..	48
Gambar 4.5 Simulasi keadaan gangguan diluar daerah Proteksi Transformator 2 ..	49
Gambar 4.6 Simulasi keadaan gangguan diluar daerah roteksi Transformator 3.....	50
Gambar 4.7 Report simulasi gangguan diluar daerah Proteksi Transformator 1	51
Gambar 4.8 Report simulasi gangguan diluar daerah Proteksi Transformator 2	51
Gambar 4.9 Report simulasi gangguan diluar daerah Proteksi Transformator 3	52
Gambar 4.10 Simulasi keadaan gangguan di daerah Proteksi Transformator 1	53

Gambar 4.11 Simulasi keadaan gangguan di daerah Proteksi Transformator 2	54
Gambar 4.12 Simulasi keadaan gangguan di daerah Proteksi Transformator 3	55
Gambar 4.13 Report keadaan gangguan di daerah Proteksi Transformator 1	57
Gambar 4.14 Report keadaan gangguan di daerah Proteksi Transformator 2	57
Gambar 4.15 Report keadaan gangguan di daerah Proteksi Transformator 3	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data sheet transformator 1.....	27
Tabel 4.2 Data sheet transformator 2.....	28
Tabel 4.3 Data sheet transformator 3.....	28
Tabel 4.4 Data sheet rele differensial trafo 1	29
Tabel 4.5 Data sheet rele differensial trafo 2	29
Tabel 4.6 Data sheet rele differensial trafo 3	29
Tabel 4.7 Hasil perhitungan rasio CT	31
Tabel 4.8 Hasil perhitungan error mismatch	32
Tabel 4.9 Hasil perhitungan arus differensial.....	33
Tabel 4.10 Hasil perhitungan arus restrain	33
Tabel 4.11 Hasil perhitungan persentase slope	34
Tabel 4.12 Hasil perhitungan arus setting slope.....	34
Tabel 4.13 Hasil perhitungan arus gangguan 1658 A sisi 150 KV transformator 1 ...	40
Tabel 4.14 Hasil perhitungan arus gangguan 12.421 A sisi 20 KV transformator 1 ..	41
Tabel 4.15 Hasil perhitungan arus gangguan 1772 A sisi 150 KV transformator 2 ...	41
Tabel 4.16 Hasil perhitungan arus gangguan 12.903 A sisi 20 KV transformator 2 ..	42
Tabel 4.17 Hasil perhitungan arus gangguan 1662 A sisi 150 KV transformator 3 ...	42
Tabel 4.18 Hasil perhitungan arus gangguan 12.153 A sisi 20 KV transformator 3 ..	43
Tabel 4.19 Data aktual rele differensial transformator 1 dan 2	43
Tabel 4.20 Data aktual rele differensial transformator 2.....	43
Tabel 4.21 Data perhitungan rele differensial	44
Tabel 4.22 Data perbandingan rele differensial transformator 1 dan 3	44
Tabel 4.23 Data perbandingan rele differensial transformator 2.....	44
Tabel 4.24 Hasil simulasi keadaan normal	48