



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

**PROTEKSI GANGGUAN TANAH TERBATAS (*RESTRICTED
EARTH FAULT*) PADA TRAF0 70 MVA 150/13,8 kV PLTA
PB. SOEDIRMAN**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH :

FAISAL RAKHMAN

NIM : 2013-11-081

PROGRAM STUDI SARJANA

TEKNIK ELEKTRO

JAKARTA, 2017

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

**PROTEKSI GANGGUAN TANAH TERBATAS (*RESTRICTED EARTH FAULT*) PADA TRAFO 70 MVA 150/13,8 kV PLTA
PB. SOEDIRMAN**

Disusun oleh :

FAISAL RAKHMAN

NIM : 2013-11-081

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN

Jakarta, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Disetujui,

Nurmiati Pasra, ST., MT.

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Sigit Sukmajati, ST., MT.

Dosen Pembimbing Skripsi

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Faisal Rakhman

NIM : 2013-11-081

Jurusan : S1 Teknik Elektro

Judul Skripsi : Proteksi Gangguan Tanah Terbatas (*Restricted Earth Fault*) Pada Trafo 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. Soedirman

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Skripsi pada Program Sarjana Strata 1, Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik – PLN pada tanggal (Agustus 2017).

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Ketua Sidang	
2.	Sekretaris Sidang	
3.	Anggota Sidang	

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Nurmiati Pasra, ST., MT.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Faisal Rakhman
NIM : 2013-11-081
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Proteksi Gangguan Tanah Terbatas (*Restricted Earth Fault*) Pada Trafo 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB.
Soedirman

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya/Sarjana/Magister baik di lingkungan STT-PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan 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 dalam daftar pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 2 Agustus 2017

(Faisal Rakhman)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada yang terhormat:

Sigit Sukmajati, ST., MT. Selaku Pembimbing I

Yang telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga Proyek Skripsi ini dapat diselesaikan.

Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada :

1. Allah SWT atas ridho nya saya bisa menyelesaikan skripsi ini..
2. Kedua orang tua, kakak dan keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung saya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Renita Silviana Putri yang selalu setia memberi doa, dukungan dan semangat.
4. Prasetyo aji, Dimas Vireza, Triaji, Tyo, Hary, Nahdathul Arighy, Ahmad Rifqy Mawshulli dan teman seperjuangan lainnya yang selalu membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Jakarta, 2 Agustus 2017

FAISAL RAKHMAN
NIM : 2013-11-081

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Sekolah Tinggi Teknik – PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faisal Rakhman

NIM : 2013-11-081

Program Studi : S1

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : **Skripsi**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknik – PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif** atas skripsi saya yang berjudul :

PROTEKSI GANGGUAN TANAH TERBATAS (*RESTRICTED EARTH FAULT*) PADA TRAFO 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. SOEDIRMAN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Sekolah Tinggi Teknik – PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 2 Agustus 2017

(Faisal Rakhman)

PROTEKSI GANGGUAN TANAH TERBATAS (*RESTRICTED EARTH FAULT*) PADA TRAFO 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. SOEDIRMAN

Oleh Faisal Rakhman, 201311081

di bawah bimbingan Sigit Sukmajati, ST., MT.

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan masyarakat yang penting pada saat ini, untuk itu diperlukan kesinambungan dalam penyaluran energi listrik. Peranan transformator tenaga dalam sistem penyaluran energi listrik adalah sebagai peralatan listrik yang mengubah tegangan listrik dari tegangan tinggi ke tegangan menengah maupun sebaliknya. Pengoperasian transformator tenaga dapat terganggu, apabila terjadi gangguan diluar ataupun didalam transformator itu sendiri. Untuk itu diperlukan pengaman transformator terhadap gangguan yang mungkin terjadi. Salah satu peralatan pengaman transformator tenaga adalah relai gangguan tanah terbatas (*Restricted Earth Fault Relay*) yang digunakan sebagai pengaman terhadap gangguan hubung singkat fasa ke tanah. Setelah membandingkan setting arus relai hasil perhitungan yaitu untuk gangguan hubung singkat fasa ketanah sisi 13,8 kV didapat setting arus sebesar 0,17 A sedangkan relai yang sudah terpasang sebesar 0,4 A. Sedangkan untuk gangguan yang terjadi disisi 150 kV, dalam perhitungan arus setting didapat sebesar 0,15 A sedangkan arus setting yang terpasang sebesar 0,15 A. Maka dilihat dari data tersebut, dapat disimpulkan bahwa relai masih mampu menahan arus gangguan hubung singkat tersebut dan tidak perlu dilakukan perubahan atau penyetelan ulang.

Kata Kunci : proteksi, trafo, *restricted earth fault relay*

RESTRICTED EARTH FAULT PROTECTION ON TRANSFORMER 70 MVA 150/13,8 kV HYDROPOWER PLANT PB. SOEDIRMAN

by Faisal Rakhman, 201311081

Under the guidance of Sigit Sukmajati, ST., MT.

ABSTRAK

Electrical energy is an important human need at this time. Therefore, it requires continuity in the distribution of electrical energy. The role of power transformer in electrical energy distribution system is as electrical equipment that convert voltage from high voltage to low voltage and reverse. The operation of the power transformer may be disrupted if there is kind of outside interference or within the transformer itself. So, this requires a safety transformer againsts the interference that might happen. One of the power transformer safety equipments is called Restricted Earth Fault Relay which is used as a safety equipments againsts short-circuit phase to ground. After comparing the data of Restricted Earth Fault Relay settings installed on the transformer and the data from the result of short-circuit phase to ground. After comparing current relay setting, result of the calculation is for short circuit of the ground phase 13,8 kV, current setting of 0,17 A while the relay already installed of 0,4 A. Whereas the disruption the occurred at 150 kV, in calculation current relay setting is 0,15 A while the current setting is attached by 0,15 A. The conclusion is that the relay still able to withstand the short current circuit and no change or reset.

Keywords : protection, transformer, restricted earth fault relay

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	I
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK (INDONESIA)	vi
ABSTRACT (INGGRIS).....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan Penelitian	2
1.2.1 Identifikasi Permasalahan.....	2
1.2.2 Ruang Lingkup	2
1.2.3 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.3.1 Tujuan Penelitian	2
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Transformator Tenaga	5

2.2.1	Definisi Dan Prinsip Kerja Transformator Tenaga	5
2.2.2	Konstruksi Bagian-bagian Transformator.....	6
2.2.3	Peralatan Bantu Transformator.	7
2.2.4	Proteksi Transformator	13
2.2.5	Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban	19
2.2.6	Transformator Dalam Keadaan Berbeban	20
2.2.7	Rugi-rugi Transformator.....	23
2.3	Relai Proteksi	26
2.3.1	Pengertian Relai Proteksi	26
2.3.2	Fungsi dan Peranan Relai Proteksi.....	27
2.3.3	Persyaratan Relai Proteksi.....	28
2.4	Jenis Gangguan Pada Transformator.....	30
2.5	Kriteria Deteksi Gangguan.....	32
2.6	Gangguan Arus Hubung Singkat	35
2.6.1	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	36
2.7	Relai Gangguan Tanah Terbatas (<i>Restricted Earth Fault Relay</i>).....	38
2.7.1	Jenis Relai REF (<i>Restricted Earth Fault Relay</i>).....	39
2.7.2	Prinsip Dasar Penyetelan REF (<i>Restricted Earth Fault Relay</i>)...	39
2.8	Standar Nilai Resistansi Pembumian	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	Analisis Kebutuhan.....	42
3.2	Perancangan Penelitian.....	42
3.3	Teknik Analisis.....	44
3.3.1	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Didalam Transformator Tenaga 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. Soedirman.....	45
3.3.2	Perhitungan Setting Relai Berdasarkan Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	47

BAB IV DATA DAN HASIL PEMBAHASAN.....	48
4.1 Transformator Tenaga 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. Soedirman.....	48
4.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Didalam Transformator Tenaga 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. Soedirman	48
4.3 Pada Sisi 13,8 kV.....	49
4.3.1 Perhitungan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	50
4.3.2 Perhitungan Hubung Singkat Dua Fasa	50
4.3.3 Perhitungan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....	50
4.4 Pada Sisi 150 kV	51
4.4.1 Perhitungan Hubung Singkat Tiga Fasa	52
4.4.2 Perhitungan Hubung Singkat Dua Fasa	52
4.4.3 Perhitungan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	53
4.5 Data Setting Relai Restricted Earth Fault Relay Transformator Tenaga 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. Soedirman.	53
4.5.1 Pada Sisi 150 kV	53
4.5.2 Pada Sisi 13,8 kV.....	54
4.6 Perhitungan Setting Relai Berdasarkan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	54
4.6.1 Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah Sisi 13,8 kV	54
4.6.2 Hubunga Singkat Satu Fasa ke Tanah Sisi 150 kV.....	55
4.7 Analisa Penggunaan Relai Restricted Earth Fault Relay Pada Transformator 70 MVA 150/13,8 kV PLTA PB. Soedirman	55
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Simpulan	56
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prinsip kerja transformator	6
Gambar 2.2. Rangkaian Ekuivalen	6
Gambar 2.3. Belitan transformator	6
Gambar 2.4. Inti besi transformator daya.....	7
Gambar 2.5. Bushing dan Bagian Bushing	9
Gambar 2.6. Konservator	9
Gambar 2.7. Sistem pendinginan ONAF dan OFAF pada transformator	11
Gambar 2.8. Sistem pendinginan ONAN dan ONAF	12
Gambar 2.9. OLTC pada transformator	13
Gambar 2.10. Relay Jensen	14
Gambar 2.11. Relay Sudden Pressure	15
Gambar 2.12. Bagian – bagian dari Relay thermal	16
Gambar 2.13. Pengawatan Dasar Relay Differensial.....	17
Gambar 2.14. Sistem Pengaman Relay Differensial	18
Gambar 2.15. Relay Arus Lebih (Over Current Relay).....	18
Gambar 2.16. Rangkaian transformator tanpa beban	19
Gambar 2.17. Rangkaian primer transformator	20
Gambar 2.18. Rangkaian transformator berbeban.....	20
Gambar 2.19. Rangkaian Transformator Satu Sisi Tegangan	22
Gambar 2.20. Rangkaian Ekuivalen Transformator Berbeban.....	23
Gambar 2.21. Inti Besi Utuh Dan Inti Besi Berlapis.....	24
Gambar 2.22. Konstruksi Relai Proteksi	26
Gambar 2.23. Rangkaian Dasar Sistem Relai Proteksi.....	27

Gambar 2.24. Relai Proteksi Gangguan Tanah Terbatas	38
Gambar 2.25. Kerangka Perancangan Penelitian	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Data Teknik Transformator PLTA PB. Soedirman	A1
LAMPIRAN B Diagram Satu Garis PLTA PB. Soedirman.....	B1
LAMPIRAN C Lembar Bimbingan Skripsi.....	C1