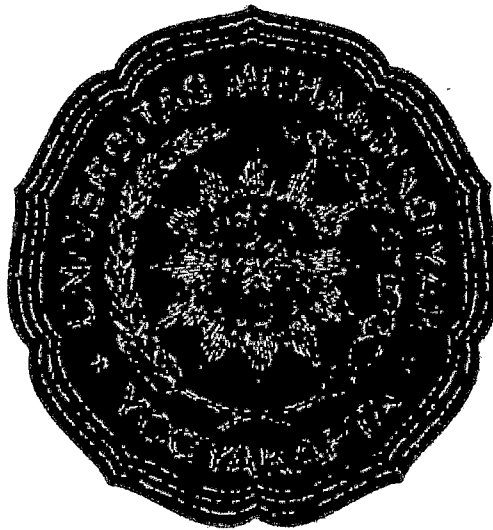


TUGAS AKHIR

ANALISIS SISTEM PROTEKSI *SETTING RELAY DIFFERENTIAL* PADA TRANSFORMATOR PEMBANGKIT 400 MW 23/500 KV UNIT 2 PLTU SURALAYA

Diajukan sebagai salah satu syarat

Tugas Akhir



Disusun Oleh:

RAHMAT AGI SAPUTRA

20140120113

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2018

HALAMAN JUDUL

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISTEM PROTEKSI *SETTING RELAY DIFFERENTIAL* PADA
TRANSFORMATOR PEMBANGKIT 400 MW 23/500 KV UNIT 2 PLTU
SURALAYA**

Diajukan sebagai salah satu syarat
Tugas Akhir



Disusun Oleh:

RAHMAT AGI SAPUTRA

20140120113

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISTEM PROTEKSI *SETTING RELAY DIFFERENTIAL* PADA
TRANSFORMATOR PEMBANGKIT 400 MW 23/500 KV UNIT 2 PLTU**

SURABAYA



Disusun Oleh
Rahmat Agi Saputra
20140120113

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Telah diperiksa dan disetujui, pada tanggal
21 Agustus 2018

Mengetahui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.

Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M. Eng

NIM 107609062005012001

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
ANALISIS SISTEM PROTEKSI SETTING RELAY DIFFERENTIAL PADA
TRANSFORMATOR PEMBANGKIT 400 MW 23/500 KV UNIT 2 PLTU SURALAYA

Disusun Oleh:

Rahmat Agi Saputra

20140120113

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

2018

Telah Dipertahankan dan Disahkan Pada Tanggal 21 Agustus 2018

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056

Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M. Eng
NIK. 197608062005012001

Penguji

Kunnu Purwanto, S.T., M. Eng
NIK. 19830919201710123103

Skripsi Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : RAHMAT AGI SAPUTRA

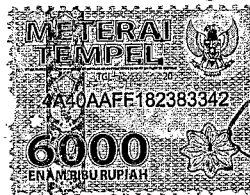
NIM : 20140120113

Jurusan : Teknik Elektro

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

Yogyakarta, 21 Agustus 2018

Yang menyatakan,



Rahmat Agi Saputra

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah Tugas Akhir dari Studi S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogya karta yang telah di selesaikan selama 4 tahun. Sebagaimana skripsi ini yaitu bukti sikap berbakti kepada orang tua sehingga dapat membuat ibunda dan ayahanda memiliki senyum yang bahagia. Dengan melihat senyuman mereka hal itu sebagai tanda menuju langkah yang lebih baik lagi demi menuntut ilmu lebih tinggi lagi agar menjadi generasi muda mendatang yang bermanfaat bagi bangsa dan agama di tanah air Indonesia.

Selanjutnya persembahan kepada kakak dan adik tercinta. Skripsi ini sebagai bukti juga bahwa tugas seorang anak kedua memberikan contoh kepada adiknya dalam hal menuntut ilmu. Sehingga nantinya adik saya dapat lebih mendapatkan gambaran kedepannya bagaimana menjadi lebih baik dari kakak

MOTTO

***“Jadikanlah jemaat yang sukses tu batan panutan & ambiaklah hikmah dari
kegagalan kita”***

(jadikan mereka yang sukses sebagai panutan dan memetik hikmah dari setiap
kegagalan)

***“Jika kamu tidak dapat menahan lelahnya belajar, Maka kamu harus sanggup
menahan perihnya Kebodohan”***

~Imam Syafi'i~

***“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka
mengubah keadaan diri mereka sendiri”***

~QS. Ar-Ra'd ayat 11~

INTISARI

Sistem proteksi merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dalam ketenagalistrikan, sistem proteksi yang handal akan menjaga sistem kelistrikan serta menjaga alat dari kerusakan yang lebih besar akibat gangguan dalam (*internal*) dan gangguan luar (*external*). Salah satu sistem proteksi adalah *relay differential transformator*, *relay differential* merupakan proteksi utama sebuah *transformator (main protection)*, *relay differential* bekerja sangat selektip dan cepat tanpa waktu jeda (*time delay*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil analisis terhadap *differential relay*, setelah dilakukannya analisis perbandingan perhitungan *setting differential relay* berdasarkan teori dengan *setting differential relay* pada *main transformer* di PLTU Suralaya unit 2 dan juga melakukan simulasi *relay differential* dengan menggunakan *software* ETAP 12.6. Hasil analisis perbandingan *error setting relay differential* sebesar 1.4 %, dengan data aktual arus setting 0.3 A dan data manual sebesar 0.02 A dan *maximum eror* pada settingan *relay differential* sebesar 0.13 A. Adanya perbedaan data masih termasuk batas yang diperbolehkan yaitu tidak <5%, karena pada *relay differential* arus yang mengalir tidak selalu sama maka dari itu pada *transformator pembangkit* unit 2 Suralaya menggunakan setingan sebesar 0.3, agar *relay differential* tidak terlalu sensitif terhadap arus yang melewati zona *proteksi relay differential*.

ABSTRACT

Protection system is a unity that can not be separated in electricity, a reliable protection system will keep the electrical system as well as maintain the tool of greater damage due to disturbances in the (internal) and external disturbances (external). One of the protection system is a transformer differential relay, relay differential is the main protection of a transformer (main protection), differential relay works very quickly without the pause time (time delay). The purpose of this research is to know the results of the analysis of the differential relay, after he did the analysis of the comparative calculation setting differential relay based on theory with differential relay settings on main transformer on PLTU Suralaya unit 2 and also did a simulation using differential relay software ETAP 12.6. The results of the analysis of the comparison of differential relay setting error of 1.4%, with the actual data flow setting 0.3 A and manual data of 0.02 A and maximum error on setting of differential relay 0.13 A. distinction still includes data limits allowed IE not 5%, since < on differential relay current flow does not always equal thus in Suralaya power plant transformer unit 2 using default of 0.3, to relay the differential is not too sensitive to current differential relay protection zone pass.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur pada Allah SWT atas segala kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sesuai dengan waktu yang ditentukan. Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematik pembahasannya, penulis berharap Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Selama proses penelitian dan menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun secara langsung. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir (Skripsi) ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Kedua orang tuaku, yaitu ayahanda Sugino Yudiharjo, Ibunda Murwati, Kakak saya Eko Yulianto, dan adik saya tercinta Ria Octa Rahmawati yang telah memberikan doa serta dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
3. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph. D selaku Dekan Fakultas Teknik

4. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Dosen Pembimbing tugas akhir I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan membantu penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M. Eng sebagai Dosen Pembimbing tugas akhir II yang juga dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan membantu penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Rahmat, Mas Megi, Bapak Subkhan Sadzali, Mas Rafiudin, dan Mas Burhan Arifianto, selaku karyawan PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Suralaya yang turut membantu mencarikan data selama magang dan penelitian.
7. Teman sekaligus keluarga saya dijogja yaitu Rahmat Hanafi, Trimron, Dedy Boy, Muhammad Iqbal Tir, Teguh mahfiro dan teman-teman daerah Manna yang tidak dapat saya sebut satu persatu.
8. A.Beatrice terimakasih yang selalu memberikan suport dan turut membantu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman selama menjalani penelitian tugas akhir Tommy, Rendi dan Ary Sentosa terimakasih untuk do'a dan semangatnya.
10. Teman sekaligus saudara seperjuanganku Teknik Elektro Kelas C yang selama ini belajar bersama dari semester 1 hingga sekarang.

12. Anak-anak kos 172 putra terimakasih yang turut membantu dan memberikan doa dan semangatnya.

13. Serta semua pihak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharpakan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini daoat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 2018

Hormat Saya,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
INTISARI	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6

2.2.2 Prinsip Dasar Transformator	6
2.2.3 Sistem Proteksi	8
2.2.4 Tipe Proteksi	9
2.2.5 <i>Relay Differential</i> pada <i>Transformator</i>	10
2.2.6 Prinsip Kerja <i>Relay Differential</i>	11
2.2.7 Gangguan Diluar Daerah yang Dilindungi	13
2.2.8 Gangguan Didalam Daerah yang Dilindungi	13
2.2.9 Karakteristik Relay Differential.....	16
2.2.10 Teori Perhitungan Matematis <i>Setting Differential Relay</i>	18
2.2.10.1 Perhitungan Rasio CT	18
2.2.10.2 <i>Error Mismatch</i>	18
2.2.10.3 Arus <i>Sekunder</i> CT	19
2.2.10.4 Arus Diferensial	19
2.2.10.5 Arus Penahan (<i>restrain</i>)	20
2.2.10.6 <i>Slope</i>	20
2.2.10.7 Arus <i>Setting</i>	21
2.2.11 Pemeliharaan <i>Transformator</i>	21
2.2.11.1 Tujuan Pemeliharaan.....	21
2.2.11.2 Pemeliharaan Jangka Pendek	22
2.2.11.3 Pemeliharaan Jangka Panjang	23
2.2.11.4 Jenis Pemeliharaan	23

BAB III METODE PENELITIAN **25**

3.1 Metodologi Penelitian

3.2 Partisipan dan Tempat Penelitian.....

3.4	Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Data yang Diperoleh	31
4.1.1	Data <i>Generator</i>	31
4.1.2	Data <i>Transformator</i>	31
4.1.3	Data <i>Setting Relay Differential</i>	32
4.2	Perhitungan Matematis	34
4.2.1	Perhitungan rasio CT	35
4.2.2	<i>Error Mismatch</i>	37
4.2.3	Arus sekunder CT	38
4.2.4	Arus Diferensial	39
4.2.5	Arus <i>restrain</i> (penahan)	40
4.2.6	Percent <i>Slope</i> (setting kecuraman).....	41
4.2.7	Arus <i>Setting</i> (Iset)	43
4.2.8	Gangguan pada Transformator daya	44
4.3	Analisis Perbandingan <i>Setting Differential Relay</i>	46
4.4	Simulasi <i>Differential Relay</i> pada <i>Main Transformer</i> di Software ETAP	49
4.4.1	Simulasi <i>short circuit</i> di luar Zona Proteksi Differential Relay.....	50
4.4.2	Simulasi <i>short circuit</i> di dalam Zona Proteksi Differential Relay.....	51
BAB V	PENUTUP	53

5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Dasar *Transformator*

Gambar 2.2 *Transformator* Unit 2

Gambar 2.3 *Relay differential*

Gambar 2.4 *Relay differential* pada *Transformator* unit 2 PLTU Suralaya

Gambar 2.5 *Relay Differensial* Saat Arus Normal

Gambar 2.6 *Relay Differential* Saat Gangguan *Eksternal*

Gambar 2.7 *Relai Differensial* Saat Gangguan *Internal*

Gambar 2.8 *Relay Differential*

Gambar 2.9 Prinsip Pengoprasian *Relay Differential*

Gambar 2.10 Karakteristik *Relay Differential*

Gambar 3.1 Peta Lokasi PLTU Suralaya

Gambar 3.2 Diagram Alir (*Flow Chart*) Metodologi Penelitian

Gambar 4.1 Rancangan *relay differential* di PLTU Suralaya Unit 2

Gambar 4.2 Simulasi *differential relay* dalam keadaan normal

Gambar 4.3 Simulasi *differential relay* diluar zona proteksi

