

**ANALISIS SETTING KERJA DIFFERENTIAL RELAY 87T
PADA GENERATOR TRANSFORMER 2.2 PLTGU MENGGUNAKAN
SOFTWARE 87T BY SUMANDARI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
JATMIKO AJI NUGROHO
20160120054**

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

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Jatmiko Aji Nugroho
NIM : 20160120054
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “ANALISIS SETTING KERJA DIFFERENTIAL RELAY 87T PADA GENERATOR TRANSFORMER 2.2 PLTGU MENGGUNAKAN SOFTWARE 87T BY SUMANDARI” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepengetahuan penulis bahwa tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan ataupun ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 13 Januari 2020

Penulis



Jatmiko Aji Nugroho

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrokhmaanirrokhim

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang maha pengasih lagi maha penyayang. Yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Sholawat serta salam tidak lupa dicurahkan kepada pahlawan revolusi islam, pembawa kebenaran, serta pengikis kebodohan yaitu Muhammad SAW.

Tak lupa diucapkan terima kasih kepada orang tua Bapak Darmono dan Ibu Widayah Pangastuti, beserta kedua kakak Adistia Anjar Kusuma dan Sasmita Rahma Kusuma yang selalu memberikan do'a, dorongan, moyivasi, dan selaku penyemangat dalam melaksanakan kuliah hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Alkhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat terselesaikan penelitian tugas akhir ini PT Indonesia Power UP Semarang dengan judul **“ANALISIS SETTING KERJA DIFFERENTIAL RELAY 87T PADA GENERATOR TRANSFORMER 2.2 PLTGU MENGGUNAKAN SOFTWARE 87T BY SUMANDARI ”**.

Kelancaran dalam menyelesaikan penulisan dan pengamatan tugas akhir tidak lepas dari bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu diucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang senantiasa memberikan rahmat serta hidayah-Nya.
2. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Slamet Suripsto, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing I (Satu).
5. Bapak Ir. Agus Jamal. M. Eng. selaku Dosen Pembimbing II (Dua).
6. Bapak Agung Pikanandra Wibawa, selaku pembimbing lapangan yang selalu memberikan bimbingan dan pengalaman baik secara teknis maupun nonteknis.
7. Mas I.G.N. Meidy A.Y. dan Mas M. Yusuf Hendarto, sebagai tim retrofit yang banyak mengajari tentang sistem proteksi relay.
8. Mas Indra Yogaswara, Mas Parbinoto William, Mas Paulus Boy Candra G., Mas Denny F., dan Mas Derry Putra N., selaku teknisi listrik yang selalu membantu mengenai siklus pembangkit khususnya pada PLTGU.
9. Mas Supri dan Bapak Khabib K., selaku *helper* listrik yang juga turut membantu menjawab beberapa pertanyaan seputar pembangkitan listrik.

10. Bapak Sumandari, selaku pemilik dan pembuat *software* 87T by Sumandari yang banyak membantu dalam pengerjaan penelitian ini.
11. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu memberikan bantuan dalam hal fasilitas ilmu, serta pendidikan yang dapat menunjang dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Bapak, Ibu, dan kedua kakak tercinta yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta do'a restu dalam penyelesaian penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
13. Aisyah, Apin, Bayu, Dwi, dan Sabil yang turut serta dalam membantu dan menyemangati agar terus maju hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
14. Serta teman-teman di Program Studi Teknik Elektro angkatan 2016 UMY dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan penelitian tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan, maka saran dan kritik sangat diperlukan untuk dapat memperbaiki kedepannya. Semoga penelitian ini dapat menjadi sebuah manfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 2 Januari 2020

Penulis,

Jatmiko Aji Nugroho

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
INTISARI	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN.....	3
1.5 MANFAAT.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
2.2.1 Bagian Pendahuluan.....	4
2.2.2 Bagian Isi Tugas Akhir.....	4
2.2.3 Bagian Akhir Tugas Akhir.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Siklus Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	10

2.2.2	Siklus Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)	16
2.2.3	Sistem Proteksi	20
2.2.4	Standar Persyaratan Sistem Proteksi.....	21
2.2.5	Penyebab Gangguan pada Daerah Pengamanan.....	23
2.2.6	Sistem Proteksi pada <i>Generator Transformer</i>	25
2.2.7	Pengertian Relai Diferensial.....	30
2.2.8	Karakteristik Relai Diferensial.....	35
BAB III.....		40
METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1	Metode Penelitian.....	40
3.2	Langkah Penyusunan Penelitian Tugas Akhir	41
3.3	Objek Penelitian	45
3.4	Sumber dan Jenis Data	45
3.5	Spesifikasi Alat	46
3.6.1	Data Spesifikasi <i>Generator Transformer</i>	46
3.6.2	Data Spesifikasi Relai	46
3.6.3	Data Spesifikasi <i>Current Transformer (CT)</i>	47
3.6	Perhitungan Teori <i>Setting</i> Relai Diferensial 87T.....	47
3.6.1	Perhitungan Rasio <i>Current Transformer (CT)</i>	48
3.6.2	Perhitungan Arus Sekunder CT	48
3.6.3	Perhitungan <i>Error Mismatch</i>	49
3.6.4	Perhitungan <i>Auxillary Current Transformer</i>	49
3.6.5	Perhitungan Arus Diferensial	50
3.6.6	Perhitungan Arus <i>Restrain (Penahan)</i>	50
3.6.7	Perhitungan <i>Persen Slope</i>	51
3.6.8	Perhitungan Arus <i>Setting</i>	51
3.7	Simulasi Relai Diferensial 87T	52
3.8	Metode Analisis.....	54
3.9	Rencana Jadwal Kegiatan	54
3.10	Laporan dan Sidang Tugas Akhir	55

BAB IV	56
HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Penggunaan Relai Diferensial 87T pada <i>Generator Transformer 2.2</i> PLTGU Tambak Lorok	56
4.2 Diagram Satu Garis Daerah Pengamanan Relai Diferensial 87T	59
4.3 Kurva Karakteristik <i>Setting</i> Relai Diferensial 87T	60
4.4 Perhitungan <i>Setting</i> Relai Diferensial 87T	60
4.4.1 Perhitungan <i>Setting</i> Rasio CT	61
4.4.2 Perhitungan <i>Error Mismatch</i>	66
4.4.3 Perhitungan Arus Sekunder	71
4.4.4 Perhitungan <i>Auxillary</i>	73
4.4.5 Perhitungan Arus Diferensial	74
4.4.6 Perhitungan Arus <i>Restrain</i>	74
4.4.7 Perhitungan <i>Persen Slope</i>	76
4.4.8 Perhitungan Arus <i>Setting/ Arus Kerja Minimum</i>	78
4.5 Hasil Simulasi	80
4.5.1 Simulasi Perhitungan <i>Setting</i> Relai	80
4.5.2 Simulasi Kurva <i>Slope</i>	83
4.5.3 Simulasi <i>Tripping</i> Relai Diferensial 87T	84
4.5.4 Data Pengujian Simulasi <i>Tripping</i> Relai Diferensial 87T	88
BAB V	92
KESIMPULAN DAN SARAN	92
5.1. Kesimpulan	92
5.2. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	10
Gambar 2. 2 Kurva Diagram Kerja <i>Superheater</i>	14
Gambar 2. 3 <i>Steam Turbine</i> PLTU	15
Gambar 2. 4 Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).....	16
Gambar 2. 5 Diagram Konfigurasi PLTGU 1-1-1	18
Gambar 2. 6 Diagram Konfigurasi PLTGU 2-2-1	19
Gambar 2. 7 Diagram Konfigurasi PLTGU 3-3-1	20
Gambar 2. 8 <i>Generator Transfomer</i> PLTGU Tambak Lorok Unit 2.2	26
Gambar 2. 9 Tampilan Relai Diferensial 87T MBCH 12D.....	31
Gambar 2. 10 Relai Diferensial dalam Kondisi Normal	32
Gambar 2. 11 Gangguan Internal Relai Diferensial	34
Gambar 2. 12 Gangguan Eksternal Relai Diferensial.....	35
Gambar 2. 13 Karakteristik <i>Current Transformer</i>	36
Gambar 2. 14 Karakteristik Relai Diferensial	39
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	41
Gambar 3. 2 Tampilan Logo <i>Software</i> 87T by Sumandari	52
Gambar 3. 3 Tampilan <i>Setting</i> Awal Relai Diferensial 87T.....	53
Gambar 3. 4 Tampilan Simulasi <i>Trip</i> 87T by Sumandari	53
Gambar 4. 1 Daerah Pengamanan Relai Diferensial 87T	60
Gambar 4. 2 Simulasi CT 110 MVA dan Trafo 110 MVA.....	81
Gambar 4. 3 Simulasi CT 145 MVA dan Trafo 145 MVA.....	81
Gambar 4. 4 Simulasi CT 145 MVA dan Trafo 110 MVA.....	82
Gambar 4. 5 Simulasi <i>Slope</i> Rekomendasi <i>Software</i>	83
Gambar 4. 6 Simulasi <i>Slope</i> Sesuai Data Lapangan.....	84
Gambar 4. 7 Simulasi <i>Tripping</i> Relai Pertama.....	85
Gambar 4. 8 Simulasi <i>Tripping</i> Relai Kedua	86
Gambar 4. 9 Simulasi <i>Tripping</i> Relai Ketiga	87

Gambar 4. 10 Simulasi *Tripping* Relai Keempat 88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis Relai Beserta Fungsinya	28
Tabel 3. 1 Data pada <i>Generator Transformer</i>	46
Tabel 3. 2 Data Spesifikasi Relai	46
Tabel 3. 3 Data <i>Current Transformer</i> (CT).....	47
Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>Generator Transformer</i> GTG 2.2	57
Tabel 4. 2 Data Spesifikasi Relay Diferensial 87T GTG 2.2	58
Tabel 4. 3 Perbandingan Arus Nominal dan Arus <i>Rating</i> 110 MVA.....	62
Tabel 4. 4 Perbandingan Rasio CT 110 MVA Perhitungan dengan Lapangan.....	63
Tabel 4. 5 Perbandingan Arus Nominal dan Arus <i>Rating</i> 145 MVA.....	65
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan <i>Error Mismatch</i>	68
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan <i>Error Mismatch</i>	70
Tabel 4. 8 Perbandingan <i>Error Mismatch</i> 110 dan 145 MVA.....	70
Tabel 4. 9 Perbandingan Arus Sekunder	72
Tabel 4. 10 Perbandingan <i>Slope</i> Perhitungan Rumus dengan Lapangan	77
Tabel 4. 11 Perbandingan Arus <i>Setting</i> Perhitungan dan Lapangan	80
Tabel 4. 12 Tabel Pengujian Simulasi <i>Tripping</i> Relai Diferensial 87T	89

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

I_d	= Arus Diferensial (A)
I_p	= Arus Primer (A)
I_s	= Arus Sekunder (A)
I_o	= Arus <i>Operating</i> (A)
I_1	= Arus Kumbaran Primer (A)
I_2	= Arus Kumbaran Sekunder (A)
% <i>Slope</i>	= Besaran Nilai Kucuraman Kurva dalam satuan Persen (%)
I_r	= Arus <i>Restrain</i> atau Penahan (A)
I_n	= Arus Nominal (A)
S	= Besaran Daya yang Tersalurkan (MVA)
V_1	= Tegangan Sisi Primer Trafo GT (Kv)
V_2	= Tegangan Sisi Sekunder Trafo GT (Kv)
CT Ideal	= Transformator Arus Ideal
i_1	= Arus Sekunder CT ₁ (A)
i_2	= Arus Sekunder CT ₂ (A)
<i>Slope</i> ₁	= <i>Setting</i> Kecuraman Kurva Pertama (%)
<i>Slope</i> ₂	= <i>Setting</i> Kecuraman Kurva Kedua (%)
I_{set}	= Arus <i>Setting</i> (A)