

**HALAMAN JUDUL**  
**ANALISIS *SETTING RELAY* JARAK (*DISTANCE RELAY*)**  
**PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV GARDU INDUK**  
**BANTUL – WATES**  
**(STUDI KASUS PADA GARDU INDUK BANTUL 150 KV)**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Strata Satu (S1)

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

**Malik Ash Shidiqi**

NIM: 20140120205

**TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**

**2018**



## HALAMAN MOTTO

*“Maka Nikmat Tuhan Manakah Yang Kamu Dustakan”*

*Q.S. Ar-Rahman*

*“Jika salah perbaiki, jika gagal coba lagi, namun jika kamu menyerah semuanya berakhir”*

*“Menjadi baik itu harus, menjadi bermanfaat itu wajib”*

*“Pengalaman adalah guru terbaik dalam kehidupan”*

*“Talk Less do More”*

*“Bahan bakar waktu adalah manusia itu sendiri,  
so appreciate your time every seconds”*

*“Belajar Berusaha dan Berdoa”*

*“Keberuntungan lebih tinggi dari Kecerdasan”*

*“Do the Best Be the Best and God will do the Best”*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Karya tulis ini kupersembahkan untuk kedua orang tua yang penulis sayangi, kakak dan adik, keluarga, serta semua orang hebat yang senantiasa mendukung dan menyemangatiku”*

## INTISARI

Sistem proteksi tenaga listrik adalah sistem proteksi berfungsi untuk melindungi peralatan sistem tenaga listrik dari kerusakan akibat adanya gangguan atau keadaan abnormal. *Relay* jarak adalah proteksi utama pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) dan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET). *Relay* jarak bekerja dengan cara membandingkan nilai impedansi pada saat terjadi gangguan dengan nilai impedansi yang telah ditetapkan (impedansi *setting*). Menetapkan nilai *setting* pada *relay* jarak sangatlah penting karena akan mempengaruhi kinerja dari *relay* jarak tersebut. Dalam tugas akhir ini dilakukan penelitian tentang analisis *setting relay* jarak pada saluran udara tegangan tinggi 150 KV Gardu Induk Bantul – Wates. Dari hasil penelitian didapatkan hasil perbedaan nilai *setting relay* jarak yang dihitung dengan manual dan nilai *setting relay* jarak yang telah ada pada Gardu Induk Bantul. Untuk hasilnya, terdapat perbedaan yang sangat kecil pada nilai resistansi dan reaktansi induktifnya. Nilai *setting relay* jarak yang digunakan pada Gardu Induk Bantul masih dapat digunakan karena masih memenuhi standar SPLN T5.002-1: 2010.

**Kata kunci:** Proteksi sistem tenaga listrik, *relay* jarak, *setting relay* jarak,

## **ABSTRACT**

*Electric power protection system is a protection system that serves to protect electrical power system equipment from damage due to interference or abnormal conditions. Distance relay is the main protection on high voltage airways and extra high voltage airways. Distance relay works by comparing the impedance value in the event of a disturbance with a predetermined impedance value (setting impedance). Setting the setting value on the distance relay is very important because it will affect the performance of the distance relay. In this final project, a study on the setting of distance relays on 150 KV high voltage air ducts was conducted in Bantul - Wates Substation. From the results of the study, the results of the difference in distance relay settings are calculated manually and the value of the relay distance setting that is already in Bantul Substation. For the results, there is a very small difference in the amount of resistance and inductive reactance. The value of distance relay settings used in Bantul Substation can still be used because it still meets SPLN standards T5.002-1: 2010.*

***Keywords: Electric power system protection, distance relay, distance relay setting***

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah...

Segala puji hanya bagi Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena tidak ada daya dan upaya melainkan karena Allah SWT akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Setting *Relay* jarak (*Distance Relay*) pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV Gardu Induk Bantul (Studi Kasus Pada Gardu Induk Bantul 150 kV)”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada panutan dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya dan tak lupa kita selaku umatnya yang selalu taat dan patuh pada ajarannya.

Tiada suatu kesuksesan apapun didalam kehidupan ini yang dapat dicapai dengan seorang diri, melainkan terdapat campur tangan dari orang lain di dalamnya. karena tanpa usaha, keinginan, dan doa yang kuat dari dalam diri dan hati kesuksesan itu tidak akan mungkin terwujud. Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa kesuksesan tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setulusnya kepada:

1. Bapak Jazaul Ikhsan, ST.,M.T.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan sekaligus sebagai dosen pembimbing I yang dengan sabar meluangkan waktu untuk berdiskusi, membaca kata demi kata dan memberikan masukan pada tugas akhir ini.
3. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T.,M.Eng selaku dosen pembimbing II yang selalu berkenan memberikan masukan di setiap semester selama masa studi penulis di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun ketika menguji keabsahan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua, kakak dan keluarga, terima kasih atas segala cinta, doa, dan dukungan yang telah diberikan
6. Segenap dosen pengajar Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Seluruh karyawan TU Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Kepada pimpinan APP Gardu Induk Salatiga - Jawa Tengah yang telah membantu dalam proses rekomendasi dan perijinan penelitian di Gardu Induk Bantul-DIY.
10. Kepada pimpinan, karyawan, dan staf Gardu Induk Bantul-DIY yang telah membantu dalam proses pengambilan data selama penelitian.
11. Rekan-rekan Teknik Elektro 2014 yang telah memberikan kesan luar biasa selama empat tahun terakhir dan semua pihak yang telah membantu.

Penulis berharap semoga tugas akhir “Analisis Setting Relay jarak (Distance Relay) pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV Gardu Induk Bantul (Studi Kasus Pada Gardu Induk Bantul 150 kV)” ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dikemudian hari tak terkecuali bagi penulis pribadi dan dapat dijadikan panduan dalam penyelesaian tugas akhir ditahun berikutnya.

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 15 Agustus 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Saluran Transmisi.....	7
2.2.2 Gardu Induk.....	9
2.2.2.1 Klasifikasi Gardu Induk.....	10
2.2.2.2 Peralatan Gardu Induk.....	10
2.2.3 Proteksi Pada Saluran Transmisi.....	11
2.2.3.1 Perangkat Sistem Proteksi.....	11

2.2.3.2 <i>Relay</i> Proteksi.....	11
2.2.3.3 Fungsi <i>Relay</i> Proteksi.....	12
2.2.3.4 Syarat <i>Relay</i> Proteksi.....	13
2.2.4 <i>Relay</i> Jarak.....	14
2.2.4.1 Prinsip Kerja <i>Relay</i> Jarak.....	14
2.2.4.2 Karakteristik <i>Relay</i> Jarak.....	15
2.2.4.3 Pengukuran Impedansi Gangguan Oleh <i>Relay</i> Jarak....	18
2.2.4.4 Pola Proteksi <i>Relay</i> Jarak.....	20
2.2.4.5 Penyetelan Daerah Jangkauan <i>Relay</i> Jarak.....	23
2.2.5 Kegagalan Dalam Proteksi.....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.3 Tahap Pembuatan Tugas Akhir.....	30
<b>BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS DATA.....</b>	<b>34</b>
4.1 Data Penelitian.....	34
4.2 Perhitungan <i>Setting Relay</i> Jarak GI Bantul – GI Wates.....	38
4.2.1 Menentukan Nilai Resistivitas Kawat Penghantar.....	38
4.2.2 Menentukan Nilai Induktansi Kawat Penghantar.....	40
4.2.3 Perhitungan <i>Setting Relay</i> Jarak GI Bantul – GI Wates.....	44
4.3 Analisis Hasil Perhitungan <i>Setting Relay Jarak</i> GI Bantul – GI Wates.....	53
4.4 Simulasi letak gangguan pada <i>relay</i> jarak.....	54
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Menara transmisi.....	7
Gambar 2.2 Macam – macam isolator porselin.....	8
Gambar 2.3 Karakteristik impedansi.....	15
Gambar 2.4 Karakteristik Mho.....	16
Gambar 2.5 Karakteristik Mho $Z_1, Z_2$ parsial Cross-polarise Mho, $Z_3$ Lensa geser.....	16
Gambar 2.6 Karakteristik reaktansi.....	17
Gambar 2.7 Karakteristik quadrilateral.....	18
Gambar 2.8 Rangkaian <i>logic</i> pola dasar.....	21
Gambar 2.9 Rangkaian <i>logic</i> pola PUTT.....	21
Gambar 2.10 Rangkaian <i>logic</i> pola POTT.....	22
Gambar 2.11 Rangkaian <i>logic</i> pola <i>blocking</i> .....	23
Gambar 3.1 Lokasi <i>basecamp</i> Gardu Induk Bantul 150 kV.....	29
Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan tugas akhir.....	30
Gambar 3.3 Diagram alir pengumpulan dan pengolahan data.....	33
Gambar 4.1 <i>Single line</i> diagram GI Bantul 150 KV.....	35
Gambar 4.2 Jarak kawat penghantar 2 bundle konduktor.....	41
Gambar 4.3 Jarak antar kawat konduktor.....	42
Gambar 4.4 Zona proteksi <i>relay</i> jarak GI Bantul – GI Wates.....	44
Gambar 4.5 Gangguan pada 10% panjang saluran.....	54
Gambar 4.6 Gangguan pada 50% panjang saluran.....	55
Gambar 4.7 Gangguan pada 90% panjang saluran.....	55
Gambar 4.8 Gangguan pada 120% panjang saluran.....	56
Gambar 4.9 Gangguan pada 150% panjang saluran.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tegangan dan arus masukan relai gangguan hubung singkat satu fasa ketanah.....	19
Tabel 4.1	Resistivitas( $\rho$ ) bahan konduktor.....	38
Tabel 4.2	Harga – harga $\alpha$ untuk bahan – bahan konduktor.....	39
Tabel 4.3	Konduktivitas, resistivitas, dan temperatur pada suhu 20°C.....	39
Tabel 4.4	Faktor GMR.....	42
Tabel 4.5	Tabel jarak antar kawat penghantar.....	43
Tabel 4.6	Parameter <i>relay</i> jarak GI Bantul – GI Wates.....	45
Tabel 4.7	Hasil <i>setting</i> perhitungan manual <i>relay</i> jarak.....	52
Tabel 4.8	Perbandingan hasil <i>setting relay</i> jarak.....	53