

**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS PENGGUNAAN ARRESTER SEBAGAI  
PENGAMAN TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN  
SOFTWARE ATP (*ALTERNATIVE TRANSIENT PROGRAMME*)  
DI GARDU INDUK 150 kV PURWOREJO**

Disusun guna memenuhi persyaratan untuk mencapai jenjang S1  
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Joko Suprayitno                      20140120115

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Joko Suprayitno

NIM : 20140120115

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa isi dari Tugas Akhir yang saya tulis merupakan karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub pada isi serta tertulis di Daftar Pustaka dalam Tugas Akhir ini. Apabila di kemudian hari Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Yogyakarta, 21 Agustus 2018



**Joko Suprayitno**

## HALAMAN MOTTO

*“Maka Nikmat Tuhan Manakah Yang Kamu Dustakan”*

*Q.S. Ar-Rahman*

*“Jika anak Adam meninggal, maka amalnya terputus kecuali dari tiga perkara, shodaqoh jariyah (wakaf), ilmu yang bermanfaat, dan anak sholeh yang mendoakannya”*

*(HR Muslim)*

*“Tidak ada orang yang **pintar** dan **bodoh** didunia ini, yang ada hanya **orang yang mau berusaha dan malas**”*

*“**Hidup** diajarkan untuk membangun **relasi**, **agama** mengajarkan kita untuk **bersilaturahmi**, **ilmu jawa** mengajarkan kita untuk memiliki **srawung**, karena **keberkahan hidup** datang dari **tiga hal** tersebut”*

*“**Golek sampurnaning urip lahir lan batin lan golek kusumpurnaning pati** (Kita bertanggung jawab untuk mencari kesejahteraan hidup didunia dan akhirat)”*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*“Karya tulis ini kupersembahkan untuk Alm.Ayah, ibu, kakak-kakakku, serta semua orang hebat yang senantiasa mendukung dan menyemangatiku”*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh*

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, segala puji bagi Allah, Tuhan seru sekalian alam, senantiasa kita panjatkan puji dan syukur kita kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tema penempatan Lightning Arrester sebagai proteksi Transformator pada Gardu Induk yang dapat divariasikan nilai *surge* petir dan variasi jarak pemasangan Arrester dengan transformator yang disimulasikan pada software ATP (*Alternative Transient Programme*). Pembuatan skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selama penyusunan skripsi ini, banyak hambatan-hambatan yang ditemui namun dengan rahmat Allah SWT dan bimbingan dari dosen pembimbing serta kemauan yang keras *Alhamdulillah* semua hambatan dan permasalahan dapat teratasi dengan baik. Tidak lupa sholawat dan salamku suri tauladan manusia Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pejuang Islam yang *istiqomah* di jalanNya.

Pada kesempatan ini diucapkan syukur *Alhamdulillah* serta terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan, khususnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia serta memudahkan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Alm. Ayah, Ibu, Kakak-kakak beserta keluarga besar saya yang selalu memberikan doa dan dukungannya.
3. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budianto, MP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Jazaul Ikhsan, ST.,M.T.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Ramadhoni Syahputra, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing I yang telah sabar dalam membimbing dan membagi ilmunya dalam penyusunan skripsi ini.

6. Ibu Nur Hayati, S.ST.,M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah sabar dalam membimbing dan membagi ilmunya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, ST.,M.Eng selaku Dosen Penguji saat pelaksanaan sidang Tugas Akhir ini.
8. Rahmat Adiprasetya Al Hasbi, S.T.,M.Eng yang telah mengajari simulasi dalam penggunaan *software ATP Draw*.
9. Dr. Hans, Kr. Høidalen selaku dosen di NTNU (*Norwegian University of Science and Technhnologi*) dan Francisco J. Penaloza yang telah memberi masukan dan membantu simulasi pada *software ATP Draw*.
10. Segenap dosen pengajar dan staf laboratorium pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
11. Manajer dan seluruh staf PT. PLN (Persero) dari APP Salatiga yang telah membantu dalam proses rekomendasi dan perijinan penelitian di Gardu Induk 150 kV Purworejo.
12. Semua teman Prodi Pendidikan Teknik Elektro S1, khususnya angkatan tahun 2014.
13. Teman-teman KKN 118 Desa Jetis, Kecamatan Saptosari, Kabupaten Gunung Kidul yang telah membantu mendoakan dalam penyusunan skripsi ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah memberikan bantuan hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis sadar masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu besar harapan terhadap saran dan kritik dari para pembaca. Dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.  
*Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.*

Yogyakarta, 21 Agustus 2018

**Joko Suprayitno**

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTO</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>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori .....	10
2.2.1 Arrester .....	10
2.2.2 Transformator .....	21
2.2.3 <i>Software ATP (Alternative Transient Programme)</i> .....	22
2.2.4 Jenis Gangguan di Gardu Induk .....	24
2.2.5 Perhitungan Tegangan Arrester .....	27
2.2.6 Teori Atasi Gangguan .....	28
2.2.7 Perancangan Sistem .....	29

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1 Alat dan Bahan .....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
3.3 Perencanaan Pengambilan Data .....	32
3.4 Parameter Penelitian .....	32
3.5 Data yang Diambil.....	32
3.6 Pengolahan Data Survey.....	33
3.7 Perencanaan Simulasi .....	33
3.8 Perencanaan Analisis .....	33
3.9 Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....</b>	<b>35</b>
4.1 Letak Objek Penelitian .....	35
4.1.1 Proses Listrik Disalurkan .....	35
4.1.2 Gambar Instalasi Sistem tenaga Listrik pada Gardu Induk .....	36
4.1.3 Skema Penempatan Arrester .....	37
4.1.4 Pemasangan Arrester dan Transformator di Gardu Induk .....	37
4.2 Data Lapangan .....	38
4.2.1 Arrester .....	38
4.2.2 Transformator .....	39
4.3 Pembahasan .....	40
4.3.1 Penghitungan Tegangan Dasar Arrester .....	40
4.3.2 Penghitungan Jarak Arrester dengan Transformator Menurut IEC (1958) dan SPLN (1978:4) .....	40
4.3.3 Penghitungan Jarak Arrester dengan Transformator di Gardu Induk 150 kV Purworejo .....	41
4.4 Penggunaan Simulasi <i>Software ATP Draw</i> .....	43
4.4.1 Pengenalan <i>ATP Draw</i> .....	43
4.4.2 Simulasi <i>ATP Draw</i> .....	44
4.4.3 Pemodelan Rangkaian tanpa <i>Surge</i> Petir .....	49
4.4.4 Pemodelan Rangkaian dengan <i>Surge</i> Petir Tanpa Arrester .....	52
4.4.4.1 Grafik Plot XY <i>NODI</i> (line) .....	53



4.4.4.2 Grafik Plot XY <i>NOD2</i> (tanpa arrester) .....	54
4.4.4.3 Grafik Plot XY <i>NOD3</i> (transformator) .....	56
4.4.5 Pemodelan Rangkaian dengan <i>Surge</i> Petir dan Terpasang Arrester dengan jarak 8 meter (Gardu Induk) .....	60
4.4.5.1 Grafik Plot XY <i>NOD1</i> (line) .....	60
4.4.5.2 Grafik Plot XY <i>NOD2</i> (arrester 8 meter) .....	62
4.4.5.3 Grafik Plot XY <i>NOD3</i> (transformator) .....	64
4.4.6 Pemodelan Rangkaian dengan <i>Surge</i> Petir dan Terpasang Arrester dengan jarak 9,75 meter (Penghitungan) .....	68
4.4.6.1 Grafik Plot XY <i>NOD1</i> (line) .....	69
4.4.6.2 Grafik Plot XY <i>NOD2</i> (arrester 9,75 meter) .....	70
4.4.6.3 Grafik Plot XY <i>NOD3</i> (transformator) .....	72
4.4.7 Grafik Perbandingan Tegangan Lebih .....	60
4.4.7.1 <i>NOD1</i> (line) .....	76
4.4.7.2 <i>NOD2</i> (tanpa/terpasang arrester) .....	77
4.4.7.3 <i>NOD3</i> (transformator) .....	79
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>81</b>
5.1 Kesimpulan .....	81
5.2 Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Lightning Arrester</i> .....	10
Gambar 2.2 Karakteristik arus/waktu .....	11
Gambar 2.3 Konstruksi <i>Lightning Arrester</i> .....	12
Gambar 2.4 Varistor / <i>Active Part</i> .....	13
Gambar 2.5 <i>Housing Lightning Arrester</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Sealing dan Pressure Relief System</i> .....	14
Gambar 2.7 <i>Lightning Arrester</i> tegangan tinggi dengan <i>grading ring</i> .....	15
Gambar 2.8 Insulator <i>Lightning Arrester</i> .....	16
Gambar 2.9 Struktur Penyangga <i>Lightning Arrester</i> .....	16
Gambar 2.10 Arrester jenis ekspulsi ( <i>expulsion type</i> ) .....	17
Gambar 2.11 Arrester jenis katup ( <i>valve type</i> ) .....	19
Gambar 2.12 Arrester jenis <i>zinc oxide</i> dengan elemen aktif .....	20
Gambar 2.13 Transformator .....	22
Gambar 2.14 <i>Icon software ATP (Alternative Transient Programme) Draw</i> .....	23
Gambar 2.15 Sambaran Petir dari Awan ke Bumi .....	24
Gambar 2.16 Skema jarak transformator dan arester dengan jarak S .....	30
Gambar 3.1 Lokasi basecamp Gardu Induk 150 kV Purworejo .....	31
Gambar 3.2 Penyusunan Tugas Akhir .....	34
Gambar 4.1 Sistem Tenaga Listrik .....	35
Gambar 4.2 Instalasi Sistem Transmisi Gardu Induk .....	36
Gambar 4.3 Letak posisi antara arrester dengan transformator .....	37
Gambar 4.4 Penempatan arrester terhadap transformator .....	37
Gambar 4.5 Jarak penempatan antara Arrester dan Transformator .....	38
Gambar 4.6 Main Window ATP ( <i>Alternative Transient Programme</i> ).....	44
Gambar 4.7 Konfigurasi <i>ACSOURCE</i> .....	45
Gambar 4.8 Konfigurasi <i>Surge type</i> Heidler .....	46
Gambar 4.9 Inputan Karakteristik Arrester .....	46
Gambar 4.10 Grafik Kurva Karakteristik Arrester type OHIO BRASS .....	47
Gambar 4.11 Pengaturan nilai jarak antara Arrester dengan Transformator .....	48

Gambar 4.12 Simulasi Terpasang Arrester .....	49
Gambar 4.13 Gambar Simulasi tanpa Surge Petir .....	50
Gambar 4.14 Grafik sumber tegangan Transmisi 150 kV pada Transformator ...	50
Gambar 4.15 Grafik sumber tegangan Transmisi 20 kV pada Transformator .....	51
Gambar 4.16 Grafik Simulasi dengan <i>Surge</i> Petir dan Tanpa Arrester .....	52
Gambar 4.17 Grafik Tegangan lebih <i>NOD1A</i> & <i>NOD1B</i> .....	53
Gambar 4.18 Grafik Tegangan lebih <i>NOD1C</i> .....	54
Gambar 4.19 Grafik Tegangan lebih <i>NOD2A</i> & <i>NOD2B</i> .....	55
Gambar 4.20 Grafik Tegangan lebih <i>NOD2C</i> .....	56
Gambar 4.21 Grafik Tegangan lebih <i>NOD3A</i> & <i>NOD3B</i> .....	57
Gambar 4.22 Grafik Tegangan lebih <i>NOD3C</i> .....	58
Gambar 4.23 Grafik Tegangan lebih titik <i>NOD1</i> (line), <i>NOD2</i> (tanpa arrester) dan <i>NOD3</i> (transformator) .....	59
Gambar 4.24 Grafik Simulasi dengan <i>Surge</i> Petir dan Dilegkapi Arrester jarak 8 meter .....	60
Gambar 4.25 Grafik Tegangan lebih <i>NOD1A</i> & <i>NOD1B</i> .....	61
Gambar 4.26 Grafik Tegangan lebih <i>NOD1C</i> .....	62
Gambar 4.27 Grafik Tegangan lebih <i>NOD2A</i> & <i>NOD2B</i> .....	63
Gambar 4.28 Grafik Tegangan lebih <i>NOD2C</i> .....	64
Gambar 4.29 Grafik Tegangan lebih <i>NOD3A</i> & <i>NOD3B</i> .....	65
Gambar 4.30 Grafik Tegangan lebih <i>NOD3C</i> .....	66
Gambar 4.31 Grafik Tegangan lebih titik <i>NOD1</i> (line), <i>NOD2</i> (arrester 8 meter) dan <i>NOD3</i> (transformator) .....	67
Gambar 4.32 Grafik Simulasi dengan <i>Surge</i> Petir dan Dilegkapi Arrester jarak 9,75 meter .....	68
Gambar 4.33 Grafik Tegangan lebih <i>NOD1A</i> & <i>NOD1B</i> .....	69
Gambar 4.34 Grafik Tegangan lebih <i>NOD1C</i> .....	70
Gambar 4.35 Grafik Tegangan lebih <i>NOD2A</i> & <i>NOD2B</i> .....	71
Gambar 4.36 Grafik Tegangan lebih <i>NOD2C</i> .....	72
Gambar 4.37 Grafik Tegangan lebih <i>NOD3A</i> & <i>NOD3B</i> .....	73
Gambar 4.38 Grafik Tegangan lebih <i>NOD3C</i> .....	74

Gambar 4.39 Grafik Tegangan lebih titik <i>NOD1</i> (line), <i>NOD2</i> (arrester 9,75 meter) dan <i>NOD3</i> (transformator) .....	75
Gambar 4.40 Grafik Perbandingan <i>NOD1</i> tanpa arrester, terpasang arrester 8 meter 9,75 meter .....	77
Gambar 4.41 Grafik Perbandingan <i>NOD2</i> tanpa arrester, terpasang arrester 8 meter 9,75 meter .....	78
Gambar 4.42 Grafik Perbandingan <i>NOD3</i> tanpa arrester, terpasang arrester 8 meter 9,75 meter .....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Isolasi tahanan tegangan akibat sambaran petir .....	23
Tabel 4.1 Karakteristik Arrester OHIO BRASS .....	39
Tabel 4.2 Keterangan titik simpul program .....	39
Tabel 4.3 Karakteristik Arrester OHIO BRASS .....	47
Tabel 4.4 Perbandingan tegangan lebih disetiap titik tanpa arrester .....	58
Tabel 4.5 Perbandingan tegangan lebih disetiap titik arrester jarak 8 meter .....	67
Tabel 4.6 Perbandingan tegangan lebih disetiap titik arrester jarak 9,75 meter ...	75