

**ANALISIS PENEMPATAN JARAK IDEAL ARRESTER DAN
TRANSFORMATOR TERHADAP SAMBARAN PETIR MENGGUNAKAN
SIMULASI *SOFTWARE* ATP (*ALTERNATIVE TRANSIENTS PROGRAM*)
DI GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN**

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Program S-1 pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh

Adi Nur Ihwanto

20140120186

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Adi Nur Ihwanto**

NIM : **20140120186**

Program Studi : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**

Universitas : **Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

Dengan ini saya menyatakan yang ditulis dalam naskah skripsi “**ANALISIS PENEMPATAN JARAK IDEAL ARRESTER DAN TRANSFORMATOR TERHADAP SAMBARAN PETIR MENGGUNAKAN SIMULASI SOFTWARE ATP (ALTERNATIVE TRANSIENTS PROGRAM) DI GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN**” ini adalah asli hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Strata satu (S-1) di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 Agustus 2018

Yang menyatakan,



Adi Nur Ihwanto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk :

ALLAH, SWT

*Tuhan semesta alam, yang telah memberi rahmat, taufik, dan hidayah-Nya
dalam mengerjakan karya ini*



yang selalu memberi semangat, dukungan beserta do'anya

Diri Saya Sendiri,

Adi Nur Ihwanto

atas terselesaikannya karya ini

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”.

(Q.S Al-Insyirah 6-7)

“Sesungguhnya Allah SWT suka kepada hamba yang berkarya dan terampil (professional atau ahli). Barangsiapa bersusah payah mencari nafkah untuk keluarganya maka dia serupa dengan seseorang mujahid di jalan Allah Azza Wajalla”.

(HR.Ahmad)

“Hidup itu pilihan, maka pilihlah jalan hidup mu”.

“Unknown”



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah rabbilalamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang senantiasa rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“ANALISIS PENEMPATAN JARAK IDEAL ARRESTER DAN TRANSFORMATOR TERHADAP SAMBARAN PETIR MENGGUNAKAN SIMULASI SOFTWARE ATP (ALTERNATIVE TRANSIENTS PROGRAM) DI GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN”**

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan skripsi ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematika pembahasannya. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar. Dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada :

1. Kepada Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu dilembaga ini.
2. Kepada Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Kepada Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. Kepada Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak M. Yusvin Mustar, S.T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan membagi ilmunya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kepada Bapak Kunnu
6. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala ilmu yang telah diberikan.
7. Segenap Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman saya Aliev Mauliyana Az-Zahra yang telah mau menemani dalam susah dan senang.
9. Kepada DC UMY yang sudah saya anggap seperti rumah kedua yang telah mau dan mau menampung orang seperti saya, dan terimakasih telah memberikan banyak sekali ilmu yang bermanfaat.
10. Teman kelas D 2014, beserta seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta angkatan 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.
11. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung penulis.

Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 18 Agustus 2018

Adi Nur Ihwanto

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN II.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTI SARI	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Dasar Teori	12
2.2.1. Fenomena Petir	12
2.2.2. Poses Penyambaran Petir	13
2.2.3. Parameter Petir.....	15
2.2.4. Bahaya Sambaran Petir	16

2.2.5.	Sambaran Petir Langsung	17
2.2.6.	Sambaran Petir Tidak Langsung	20
2.2.7.	Gelombang Berjalan	20
2.2.8.	Transformator.....	22
2.2.9.	Arrester	23
2.2.10.	Prinsip Kerja Arrester	26
2.2.11.	Jenis - Jenis Arrester	28
2.2.12.	Pemilihan Arrester	33
2.2.13.	Pemeliharaan Arrester	34
2.2.14.	Pemilihan Tingkat Isolasi Dasar	34
2.2.15.	Jarak Optimum Arrester dan Transformator	39
2.2.16.	Spesifikasi Arrester Gardu Induk 150 kV Kentungan	40
2.2.17.	Software ATP Draw	41
BAB III	43
METODE PENELITIAN	43
3.1.	Alat dan Bahan Penelitian Tugas Akhir	43
3.2.	Lokasi Penelitian	43
3.3.	Metode Penelitian	44
3.4.	Diagram Alir Penelitian.....	45
BAB IV	47
HASIL DAN ANALISIS	47
4.1.	Perhitungan Tegangan Dasar Arrester.....	47
4.2.	Jarak Arrester dan Transformator Menurut IEC (1950) dan SPLN (1978).....	48
4.3.	Jarak Ideal Arrester dan Transformator di Gardu Induk 150 kV Kentungan	48
4.4.	Perhitungan Nilai Impedansi (Z) di beban	49
4.5.	Nilai Induktansi (L) dan Kapasitansi (C) kawat konduktor SUTT (antar tower 150 kV) dan <i>Switchyard</i> di Gardu Induk 150 kV Kentungan	50
4.5.1.	Nilai Induktansi (L).....	50
4.5.2.	Nilai Kapasitansi (C).....	50

4.6.	Impedansi Surja di Tower Saluran Udara Tegangan Tinggi dan <i>Switchyard</i> di Gardu Induk 150 kV Kentungan	51
4.7.	Arus Pelepasan Arrester pada Transformator II di <i>Switchyard</i> Gardu Induk 150 kV Kentungan.....	52
4.8.	Tegangan Surja.....	52
4.9.	Tegangan Sambaran Petir pada Transformator II Gardu Induk 150 kV Kentungan.....	53
4.10.	Simulasi ATP (Alternative Transients Program).....	53
4.10.1.	Simulasi ATP Tanpa Arrester MOV.....	54
4.10.2.	Simulasi ATP Menggunakan Arrester MOV.....	54
	PENUTUP	73
5.1.	Kesimpulan.....	73
5.2.	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA	75
	LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Proses terjadinya petir	13
Gambar 2. 2. Jenis-jenis menara transmisi	19
Gambar 2. 3 Spesifikasi gelombang berjalan.....	21
Gambar 2. 4. Penempatan arrester terhadap transformator	25
Gambar 2. 5. Gelombang tegangan lebih <i>Transients</i> . Kiri tanpa arrester, kanan menggunkan arrester.....	25
Gambar 2. 6. Penempatan arrester pada tiang.....	27
Gambar 2. 7. Arrester eksplusi.....	30
Gambar 2. 8. Arrester katup sela percik.....	31
Gambar 3. 1 Lokasi Gardu Induk 150 kV Kentungan	43
Gambar 3. 2. Metode penelitian.....	44
Gambar 3. 3. Diagram alir penelitian.....	46
Gambar 4. 1. <i>Trasmission line</i> 150 kV tanpa perlindungan arrester.....	54
Gambar 4. 2. Gelombang arus terhadap waktu di titik sambaran petir	55
Gambar 4. 3. Tegangan terhadap waktu pada titik sambaran	56
Gambar 4. 5. Gelombang tegangan pada arus sambaran 10 kA	58
Gambar 4. 6. Gelombang tegangan pada arus sambaran 20 kA	58
Gambar 4. 7. Gelombang tegangan pada arus sambaran 40 kA	58
Gambar 4. 8. Gelombang arus terhadap waktu pada beban	59
Gambar 4. 9. Gelombang tegangan terhadap waktu pada beban	60
Gambar 4. 10. <i>Transmission line</i> 150 kV menggunkan arrester.....	61
Gambar 4. 11. Gelombang dengan nilai tegangan tertinggi pada arus sambaran 10 kA ..	63
Gambar 4. 12. Gelombang dengan nilai tegangan terendah pada arus sambaran 10 kA ..	64
Gambar 4. 13. Gelombang dengan nilai tegangan terendah pada arus sambaran 20 kA ..	66
Gambar 4. 14. Gelombang dengan nilai tegangan tertinggi pada arus sambaran 20 kA ..	66
Gambar 4. 15. Gelombang dengan nilai tegangan terendah pada arus sambaran 40 kA ..	68
Gambar 4. 16. Gelombang dengan nilai tegangan tertinggi pada arus sambaran 40 kA ..	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik arrester.....	36
Tabel 2. 2. Penetapan tingkat isolasi transformator dan penangkal petir.....	38
Tabel 2. 4. Karakteristik arrester transformator tenaga II.....	40
Tabel 2. 5. Karakteristik transformator tenaga III.....	41
Tabel 4. 1. Tabel perbandingan tegangan masing-masing puncak	56
Tabel 4. 2. Perbandingan tegangan puncak pada masing-masing arus sambaran.....	57
Tabel 4. 3. Tabel perbandingan puncak-puncak gelombang tegangan terhadap waktu pada beban.....	60
Tabel 4. 4. Tegangan transformator saat arus sambaran 10 kA	62
Tabel 4. 5. Tegangan transformator saat arus sambaran 20 kA	65
Tabel 4. 6. Tegangan transformator saat arus sambaran 40 kA	67
Tabel 4. 7. Nilai durasi waktu gelombang (T-f) $1.2E-6$ dan nilai durasi sambaran (Tau) $5E-5$	69
Tabel 4. 8. Nilai durasi waktu gelombang (T-f) $1.2E-6$ dan nilai durasi sambaran (Tau) $11E-5$	70
Tabel 4. 9. Nilai durasi waktu gelombang (T-f) $2.4E-6$ dan nilai durasi sambaran (Tau) $5E-5$	70
Tabel 4. 10. Nilai durasi waktu gelombang (T-f) $2.4E-6$ dan nilai durasi sambaran (Tau) $11E-5$	71
Tabel 4. 11. Perbandingan tegangan puncak saat menggunakan arrester dan tanpa menggunakan arrester	72