UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Limitasi Tegangan Surge Arrester Berbasis Pengujian Tegangan Impuls Petir
DHARMA ADYAN PINANDHITO, Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.; Mochammad Wahyudi, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR SINGKATAN xiii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv
BAB I Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Dasar Teori 7
2.2.1 Tegangan Lebih (*Overvoltage*) pada Sistem Tenaga Listrik 7
2.2.1.1 Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir 8
2.2.1.2 Tegangan Lebih Akibat *Switching* 9
2.2.1.3 Tegangan Lebih Temporer (TOV) 9
2.2.1.4 Dampak Tegangan Lebih terhadap Sistem Tenaga Listrik 9
2.2.2 Fenomena Petir dan Tegangan Impuls Petir 10
2.2.2.1 Fenomena Sambaran Petir 10
2.2.2.2 Gelombang Tegangan Impuls Petir 11
2.2.3 *Surge Arrester* 12
2.2.3.1 Definisi dan Fungsi *Surge Arrester* 12
2.2.3.2 Jenis-Jenis *Surge Arrester* 12
2.2.3.3 Karakteristik Kelistrikan *Surge Arrester* ZnO 16
2.2.4 Koordinasi Isolasi dan Kurva Proteksi 20
2.2.4.1 *Basic Insulation level* (BIL) 21
2.2.4.2 Konsep *Protective Level* dan Margin Koordinasi 22
2.2.4.3 Kurva Proteksi *Surge Arrester* 23

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Limitasi Tegangan Surge Arrester Berbasis Pengujian Tegangan Impuls Petir
DHARMA ADYAN PINANDHITO, Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.; Mochammad Wahyudi, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.5 Pembangkitan Tegangan Impuls 23
2.2.5.1 *Single-stage Impulse Generator* 23
2.2.5.2 Faktor Pembentuk *Front-time* dan *Tail-time* 28
2.2.5.3 Resistansi Pembentuk Gelombang 28
2.2.5.4 *Marx Generator* (*Multi-stage Impulse Generator*) 29
2.2.5.5 Metode Trigatron 31
2.2.6 Acuan Pengujian Tegangan Tinggi 32
2.2.6.1 Standar IEC 60060-1 32
2.2.6.2 Standar IEC 60099-4 32
2.2.7 Pengukuran *Residual Voltage* 33
2.2.7.1 Prinsip Pembagi Tegangan (*Voltage Divider*) 33
2.2.7.2 Faktor Skala (*Scale Factor*) pada Pengukuran Impuls ... 34
2.2.7.3 Metode Identifikasi Puncak Tegangan (*Peak Detection*) . 35
2.2.7.4 Pengaruh *Bandwidth* Osiloskop 35
2.2.8 Teori Pembentukan Kurva *Volt-Time* (*Volt-Time Curve*) 36
2.2.8.1 Penjelasan Matematis dan Konseptual *Volt-Time Curve* . 36
2.2.8.2 Mengapa *Front Time* Dominan pada *Surge Arrester* 37
2.2.8.3 Mengapa *Tail Time* Tidak Berperan Signifikan pada *Arrester* 38
2.2.8.4 Keterbatasan Penggunaan Satu *Front-Time* dalam Membentuk Kurva Lengkap *Arrester* 38
BAB III Metode Penelitian 39
3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir 39
3.1.1 Alat Tugas akhir 39
3.1.2 Bahan Tugas akhir 51
3.2 Metode yang Digunakan 54
3.3 Alur Tugas Akhir 55
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan Pengujian 57
3.3.2 Pengukuran Kondisi Lingkungan 59
3.3.3 Pengambilan Data Tegangan Uji 59
3.3.3.1 Penentuan Tegangan *Charging* Kapasitor Pembangkit .. 62
3.3.3.2 Penentuan Jarak *Spark-Gap* Pembangkit 62
3.3.4 Pengambilan Data Pengujian *Surge Arrester* 63
3.3.5 Dokumentasi Hasil Pengujian 65
3.3.6 Pengolahan Data Hasil Pengujian dengan Program Python 66
3.3.6.1 Program Python untuk *Smoothing* Data, Kalkulasi Nilai Tegangan, dan *Plotting* Gelombang 66
3.3.6.2 Program Python untuk *Plotting* Bentuk Gelombang *Surge Arrester* pada Osiloskop 67

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Limitasi Tegangan Surge Arrester Berbasis Pengujian Tegangan Impuls Petir
DHARMA ADYAN PINANDHITO, Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.; Mochammad Wahyudi, S.T., M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3.6.3 Program Python untuk *Plotting* Titik-titik *Residual Voltage* 68
3.3.6.4 Program Python untuk *Plotting* Perbandingan Kurva Karakteristik *Surge Arrester* 69
BAB IV Hasil dan Pembahasan 72
4.1 Karakteristik Tegangan Uji (*Full Lightning Impulse*) 72
4.1.1 Nilai Tegangan Uji Berdasarkan *Spark Gap* dan *Charging Voltage* 72
4.1.2 Bentuk Gelombang Tegangan Uji 74
4.1.3 Tren *Peak Voltage*, *Front Time*, dan *Tail Time* terhadap *Charging Voltage* 75
4.2 Performa *Surge Arrester* 15kV-ULT 77
4.2.1 *Residual Voltage* 15kV-ULT 77
4.2.2 Tren *Residual Voltage* 15kV-ULT 78
4.2.3 Bentuk Gelombang *Residual Voltage* 15kV-ULT 79
4.2.4 Kurva Karakteristik 15kV-ULT 80
4.3 Performa *Surge Arrester* 24kV-SWE 81
4.3.1 *Residual Voltage* 24kV-SWE 81
4.3.2 Tren *Residual Voltage* 24kV-SWE 82
4.3.3 Bentuk Gelombang *Residual Voltage* 24kV-SWE 83
4.3.4 Kurva Karakteristik 24kV-SWE 84
4.4 Perbandingan Karakteristik *Surge Arrester* 15kV-ULT dan 24kV-SWE 85
BAB V Kesimpulan dan Saran 89
5.1 Kesimpulan 89
5.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN L-1
L.1 *Source Code* Python Pengolahan Data Osiloskop L-1
L.1.1 Fungsi Utama Perhitungan Parameter dan *Plotting* Bentuk Gelombang L-1
L.1.2 Iterasi *Plotting* Grafik Bentuk Gelombang L-3
L.2 *Source Code* Python Pembentukan Kurva *Volt-time Characteristic* Limitasi Tegangan L-4
L.2.1 Iterasi *Plotting* Titik Puncak Gelombang L-4
L.2.2 *Plotting* Semua *Volt-time Characteristic* dalam Satu Grafik L-5