

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENURUNAN TAHANAN ISOLATOR 20 KV
BERDASARKAN USIA PAKAI PADA JARINGAN
DISTRIBUSI PENYULANG AIR RAJA UP3
TANJUNGPINANG**



Disusun Oleh :

ROYAN FIRDAUS
1452100030

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENURUNAN TAHANAN ISOLATOR 20 KV BERDASARKAN USIA PAKAI PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG AIR RAJA UP3 TANJUNGPINANG



Disusun Oleh :

ROYAN FIRDAUS
1452100030

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2025

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nama : Royan Firdaus
NBI : 1452100030
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS PENURUNAN TAHANAN ISOLATOR
20KV BERDASARKAN USIA PAKAI PADA
JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG AIR
RAJA UP3 TANJUNGPINANG

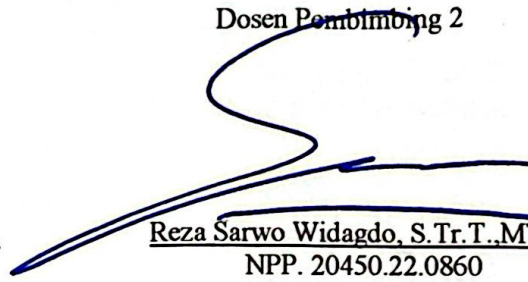
Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

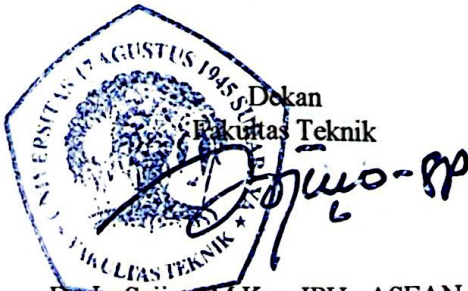


Ir. Aris Heri Andriawan, ST., MT.
NPP. 20450.03.0558



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., MT.
NPP. 20450.22.0860

Mengetahui,



Dr. Ir. Sajyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Royan Firdaus

NBI : 1452100030

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

**“ANALISIS PENURUNAN TAHANAN ISOLATOR 20 KV BERDASARKAN
USIA PAKAI PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG AIR RAJA UP3
TANJUNGPINANG”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 15 juli 2025

Yang Menyatakan



Royan Firdaus

NBI. 1452100030



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN
PERPUSTAKAAN
Jl.Semolowaru 45 Surabaya
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)
Email: perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Royan Firdaus

NBI : 1452100030

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISIS PENURUNAN TAHANAN ISOLATOR 20 KV
BERDASARKAN USIA PAKAI PADA JARINGAN DISTRIBUSI
PENYULANG AIR RAJA UP3 TANJUNGPINANG”**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 15 juli 2025



Royan Firdaus
NBI. 1452100030

ABSTRAK

Isolator memegang peranan krusial dalam jaringan distribusi listrik 20 kV, berfungsi sebagai pemisah dan penopang kabel bertegangan tinggi. Namun, isolator rentan terhadap degradasi kualitas akibat usia operasional dan paparan lingkungan yang berkelanjutan, yang dapat memicu gangguan listrik dan peningkatan biaya pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola penurunan ketahanan isolator 20 kV (polimer, kaca, dan keramik) berdasarkan parameter tahanan isolasi (IR) dan arus bocor, serta memprediksi sisa usia pakainya pada jaringan distribusi UP3 Tanjungpinang. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif, melibatkan pengukuran periodik IR menggunakan Megger dan arus bocor menggunakan Clamp Meter selama 90 hari. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode perhitungan slope untuk mengidentifikasi laju degradasi dan memproyeksikan usia pakai sisa. Hasil penelitian menunjukkan tren penurunan IR yang konsisten dan peningkatan arus bocor pada ketiga jenis isolator. Berdasarkan perhitungan dan perbandingan dengan standar PLN (IR minimum 20 Megaohm dan arus bocor maksimum 1,5 miliampere), isolator kaca menunjukkan sisa usia pakai terpanjang (sekitar 24,4 tahun), diikuti oleh isolator keramik (sekitar 19,8 tahun), dan isolator polimer memiliki sisa usia pakai terpendek (sekitar 9,7 tahun) dalam kondisi lingkungan lapangan UP3 Tanjungpinang. Studi ini mengonfirmasi efektivitas pengukuran IR dan arus bocor sebagai alat deteksi dini degradasi isolator, memberikan dasar yang kuat untuk implementasi strategi pemeliharaan berbasis kondisi guna meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem distribusi listrik.

Kata kunci : isolator, distribusi, penyulang.

ABSTRACT

Isolator play a crucial role in 20 kV electrical distribution networks, serving as separators and supports for high-voltage cables. However, isolators are susceptible to quality degradation due to operational aging and continuous environmental exposure, leading to electrical disruptions and increased maintenance costs. This study aims to analyze the degradation patterns of 20 kV isolators (polymer, glass, and ceramic) based on insulation resistance (IR) and leakage current parameters, and predict their remaining service life in the UP3 Tanjungpinang distribution network. The research employs a descriptive quantitative approach, involving periodic IR measurements using a Megger and leakage current measurements using a Clamp Meter over a 90-day period. The collected data are analyzed using slope calculation methods to identify degradation rates and project remaining service life. Results indicate consistent IR decline and increased leakage current across all isolator types. Based on calculations and comparison with PLN standards (minimum IR of 20 M Ω and maximum leakage current of 1.5 mA), glass isolators exhibit the longest remaining service life (approximately 24.4 years), followed by ceramic isolators (about 19.8 years), while polymer isolators show the shortest remaining service life (around 9.7 years) under UP3 Tanjungpinang field conditions. This study confirms the effectiveness of IR and leakage current measurements as early detection tools for isolator degradation, providing a robust basis for condition-based maintenance strategies to enhance the reliability and efficiency of electrical distribution systems.

Keywords: isolator, distribution, feeder.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul: “ANALISIS PENURUNAN TAHANAN ISOLATOR 20 kV BERDASARKAN USIA PAKAI PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG AIR RAJA UP3 TANJUNGPINANG”. Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan utama dapat mencapai Gelar Sarjana. Penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dan kerja sama dari pihak lain. Oleh karena itu, kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendorong terwujudnya tugas akhir ini kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Orang Tua kami tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan semangat serta material.
3. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Ir. Aris Heri Andriawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas akhir Fakultas Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. PT. PLN UP3 TANJUNGPINANG KOTA yang telah mengizinkan saya untuk mengambil data tugas akhir di tempat wilayah kerjanya.
8. Bapak Topik hidayat, Selaku Pembimbing lapangan di PT. PLN ULP Tanjungpinang kota.
9. Segenap pegawai PT. PLN ULP tanjungpinang kota telah berbagi pengalaman sehingga dapat mengajarkan dan memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Pada anggota-anggota HALEYORA POWER yang membantu saya dalam pengambilan data tugas akhir.

11. Pada semua teman-teman yang terlibat pada pengambilan data di PLN untuk tugas akhir.
12. Juga pada teman teman elektro saya yang telah membantu saya dalam penulisan dan arahan laporan.
13. Teman kos saya yang juga membantu memberi semangat untuk saya juga dorongan kuat untuk menyusun laporan tugas akhir.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyusun tugas akhir.

Dalam penyusunan laporan, penulis menyadari bahwa laporan kerja praktek yang dibuat masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Surabaya, 15 juli 2025



Royan Firdaus
NBI.1452100030

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Kontribusi Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.2 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 State of the art	5
2.2 Distribusi tenaga listrik	12
2.3 Pengertian Isolator	13
2.4 Jenis isolator saluran udara	14
2.5 Isolator untuk tegangan tinggi.....	17
2.5.1 Isolator type pasak (pin type insulator).....	17
2.5.2 Isolator tarik (strain insulator).....	18
2.6 Kontruksi Isolator	19
2.7 Bagian bagian Isolator.....	20
2.7.1 Isolator pendukung	20
2.7.2 Isolator Gantung	20
2.7.3 Piring isolator dan batang isolator.....	21
2.7.4 Rantai isolator	22
2.8 Material Isolator	23
2.8.1 Material Porcelain (keramik).....	23
2.8.2 Material Kaca (glass).....	24
2.8.3 Material polimer (polymer)	25
2.9 Alat yang dibutuhkan dalam penelitian.....	26
2.9.1 Insulation tester megger	26
2.9.2 Clamp meter	27

2.10 Data yang dibutuhkan	27
2.10.1 Insulation resistance (IR)	27
2.10.2 Arus bocor.....	28
2.11 Standart PLN.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Metode Penelitian.....	29
3.2 Studi literatur.....	30
3.3 Jadwal kegiatan	30
3.4 Alat yang dibutuhkan	31
3.5 Data tabel dan rumus yang dibutuhkan	31
3.5.1 data IR (insulation resistance) dan arus bocor	31
3.5.2 Analisis nilai slope	32
3.5.3 Degradasi IR dan kenaikan arus bocor.....	32
3.5.4 Prediksi sisa usia pakai pada isolator	33
3.6 Data yang dibutuhkan.....	33
3.7 Analisis Data	33
3.8 Hasil.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Data spesifikasi isolator 20kv	35
4.1.1 spesifikasi isolator polimer	35
4.1.2 spesifikasi kaca 20kv.....	35
4.1.3 spesifikasi keramik 20kv.....	36
4.2 Hasil pengujian isolator	36
4.2.1 Hasil pengujian isolator polimer 20kv	36
4.3 Penentuan slope pada isolator polimer.....	42
4.4 Degradasi dan peningkatan arus bocor isolator polimer	42
4.5 Prediksi sisa usia pakai isolator polimer	43
4.6 Hasil pengujian isolator kaca 20kv	43
4.7 Penentuan slope pada isolator kaca.....	50
4.8 Degradasi dan peningkatan arus bocor isolator kaca	50
4.9 Prediksi sisa usia pakai isolator kaca	50
4.10 Hasil pengujian isolator keramik 20kv	51
4.11 Penentuan slope pada isolator keramik	57
4.12 Degradasi dan peningkatan arus bocor isolator keramik	57
4.13 Prediksi sisa usia pakai isolator keramik.....	58
4.14 Remaining useful life (RUL) isolator 20kv	58
BAB V PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan	63

5.2 Saran.....	63
<i>DAFTAR PUSTAKA</i>	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standart parameter PLN.....	28
Tabel 3.1 Tabel kegiatan.....	31
Tabel 4.1 Data isolator polimer bulan 1.....	37
Tabel 4.2 Data isolator polimer bulan 2.....	38
Tabel 4.3 Data isolator polimer bulan 3.....	40
Tabel 4.4 Data isolator kaca bulan 1.....	44
Tabel 4.5 Data isolator kaca bulan 2.....	45
Tabel 4.6 Data isolator kaca bulan 3.....	48
Tabel 4.7 Data isolator keramik bulan 1.....	51
Tabel 4.8 Data isolator keramik bulan 2.....	53
Tabel 4.9 Data isolator keramik bulan 3.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 sistem distribusi tenaga listrik sederhana.....	13
Gambar 2.2 Jenis isolator pendukung.....	15
Gambar 2.3 Letak isolator pin	15
Gambar 2.4 Jenis isolator.....	16
Gambar 2.5 Lokasi letak isolator piring.....	16
Gambar 2.6 Isolator porselin type pasak.....	17
Gambar 2.7 Kontruksi isolator pasak.....	18
Gambar 2.8 Kontruksi isolator.....	19
Gambar 2.9 Jenis isolator pin, isolator post, dan isolator pin-post.....	20
Gambar 2.10 Isolator gantung pemasangan vertikal dan horizontal.....	21
Gambar 2.11 Piring isolator dan batang isolator.....	22
Gambar 2.12 Rantai isolator.....	23
Gambar 2.13 Isolator keramik.....	24
Gambar 2.14 Isolator kaca.....	25
Gambar 2.15 Isolator polimer.....	26
Gambar 2.16 Insulation tester megger digital.....	27
Gambar 2.17 Clamp meter.....	27
Gambar 4.1 Grafik IR isolator polimer bulan 1	38
Gambar 4.2 Grafik arus bocor isolator polimer bulan 1.....	38
Gambar 4.3 Grafik IR isolator polimer bulan 2.....	40
Gambar 4.4 Grafik arus bocor isolator polimer bulan 2.....	40
Gambar 4.5 Grafik IR isolator polimer bulan 3.....	41
Gambar 4.6 Grafik arus bocor isolator polimer bulan 3.....	42
Gambar 4.7 Grafik IR isolator kaca bulan 1.....	45
Gambar 4.8 Grafik arus bocor isolator kaca bulan 1.....	45
Gambar 4.9 Grafik IR isolator kaca bulan 2.....	47
Gambar 4.10 Grafik arus bocor isolator kaca bulan 2.....	47
Gambar 4.11 Grafik IR isolator kaca bulan 3.....	49
Gambar 4.12 Grafik arus bocor isolator kaca bulan 3.....	49
Gambar 4.13 Grafik IR isolator keramik bulan 1.....	52
Gambar 4.14 Grafik arus bocor isolator keramik bulan 1.....	53
Gambar 4.15 Grafik IR isolator keramik bulan 2.....	54
Gambar 4.16 Grafik arus bocor isolator keramik bulan 2.....	55
Gambar 4.17 Grafik IR isolator keramik bulan 3.....	56
Gambar 4.18 Grafik arus bocor isolator keramik bulan 3.....	57
Gambar 4.19 Grafik hasil pengolahan data isolator polimer.....	59

Gambar 4.20 Grafik hasil pengolahan data isolator kaca.....	60
Gambar 4.21 Grafik hasil pengolahan data isolator keramik.....	61
Gambar 4.22 Grafik hasil RUL isolator polimer, kaca, dan keramik.....	62