

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DAYA
BERDASARKAN HASIL UJI INDEKS POLARISASI, TANGEN DELTA
DAN *BREAK DOWN VOLTAGE* DI GARDU INDUK 150 KV
KENTUNGAN**



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

2019

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Devianto Alif Febriari
NIM : 20150120106
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi “ANALISIS TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DAYA BERDASARKAN HASIL UJI INDEKS POLARISASI, TANGEN DELTA DAN *BREAK DOWN VOLTAGE* DI GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN” merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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 daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis.

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Penulis,



Devianto Alif Febriari

MOTTO



“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetapkanlah bekerja keras (untuk urusan orang lain). Dan hanya kepada

Tuhanmulah engkau berharap”

- QS. Al Insyirah (94:5-8) -

“Barang siapa yang menghendaki dunia wajib atasnya dengan ilmu, barang siapa menghendaki akhirat maka wajib atasnya dengan ilmu dan barang siapa yang menghendaki kedua-duanya maka wajib atasnya dengan ilmu”

(H. R Bukhari)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh”

(Confusius)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua (Bapak Suwandi dan Ibu Murtiningsih) yang selalu mendoakan saya dan membimbing saya dalam segala hal kebaikan dan semoga selalu di beri perlindungan ALLAH SWT
2. Seluruh keluarga Alm. Bapak Atmo Dimulyo yang selalu memberikan semangat dan motivasinya kepada saya
3. Teman-teman seperjuanganku Teknik Elektro C 2015 yang selama ini telah belajar bersama semenjak semester 1 hingga saat ini.
4. Teman-teman terdekat saya di Teknik Eletro C 2015 yaitu Andi, Raziv, Angga, Ibnu, Rezka, Girin, Decky, Faisal, Mbagas, Restu, Fajar, Alit, Arief dan Duanda yang telah mau berteman dengan saya selama kuliah.
5. Nanda Syamsul sebagai sahabat saya dari kecil yang telah berjuang bersama-sama dalam menggapai cita-cita
6. Teman-teman dari KKN 103 serta seluruh warga Pedukuhan Sendangsari, Terong, Dlingo, Bantul yang telah menjadi keluarga baru dan menjadi bagian cerita saya, teman hidup selama satu bulan yang memeberikan pengalaman yang tak terlupakan
7. Calon istri saya yang hingga saat ini masih dirahasiakan oleh Allah SWT.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Rabbil' Alamin puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan Skripsi dengan judul **“ANALISIS TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DAYA BERDASARKAN HASIL UJI INDEKS POLARISASI, TANGEN DELTA DAN *BREAK DOWN VOLTAGE* DI GARDU INDUK 150 KV KENTUNGAN”**, yang diajukan sebagai syarat untuk menempuh jenjang Strata Satu Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Salawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan dan panutan dalam segala tingkah dan perbuatan yang kita lakukan sehingga dapat bernilai ibadah di sisi Allah SWT, Aamiin.

Penulisan skripsi ini adalah sebuah langkah untuk memberikan sumbangsih keilmuan, dalam penulisan skripsi ini penulis memperoleh banyak sekali bantuan, bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph. D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengerahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengerahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas segala ilmu yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan studi Strata Satu penulis
6. Staff dan karyawan Tata usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu dan memberikan informasi kepada penulis.
7. PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Kentungan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian sehingga bisa mengolah data hasil penelitian menjadi bahan analisis pada Tugas Akhir ini.
8. Bapak Albert selaku SPV di Gardu Induk 150 kV Kentungan yang telah membimbing dan membagi ilmunya selama penulis melakukan penelitian di Gardu Induk 150 kV Kentungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin. Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Penulis,

Devianto Alif Febriari

INTI SARI

Isolasi pada transformator merupakan salah satu komponen yang sangat penting. Sehingga kualitas dari tahanan isolasi transformator sangat perlu diperhatikan kondisinya. Untuk mengetahui kondisi dari isolasi transformator tersebut harus melalui beberapa tahap pengujian yaitu indeks polarisasi, tangen delta dan *break down voltage*. Pada penulisan tugas akhir ini, Pengujian tersebut dilakukan pada Transformator 2 di Gardu Induk 150 kV Kentungan. Pengujian indeks polarisasi merupakan pengujian arus bocor pada isolasi transformator dengan membandingkan hasil uji selama 1 menit dengan hasil uji selama 10 menit. Tangen delta merupakan pengujian arus bocor kapasitif pada isolasi transformator. Dan *break down voltage* merupakan pengujian kemampuan tegangan tembus pada minyak isolasi transformator

Berdasarkan hasil analisis hasil pengujian isolasi transformator dapat diketahui nilai indeks polarisasi transformator pada tahun 2017 dan tahun 2019 rata-rata nilai antar belitannya sudah berada di rating 1,25-2,0 (kondisi bagus). Kemudian untuk hasil uji tangen delta nya pada tahun 2017 dan tahun 2019 nilai antar kapasitif nya sudah berada di rating 0,18%-0,37% / <0,5% (kondisi bagus). Dan untuk hasil uji *break down voltage* pada tahun 2017 dan tahun 2019 rata-rata nilai tegangan tembusnya 59,6 kV/2,5 mm - 67,7 kV/2,5 mm (kondisi bagus).

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi isolasi dari Transformator 2 di Gardu Induk 150 kV Kentungan tahun 2017 dan tahun 2019 dalam keadaan baik. Walaupun terjadi penurunan pada beberapa kondisi isolasi transformator pada tahun 2017. Namun pihak PLN sudah melakukan perbaikan dan pemeliharaan terhadap isolasi transformatornya. Ini terlihat karena adanya peningkatan kualitas isolasi transformator pada tahun 2019. Perbaikan dan pemeliharaan isolasi transformator ini dilakukan untuk memaksimalkan sistem kerja dan umur dari transformator.

Kata kunci: Transformator, Tahanan Isolasi, Indeks Polarisasi, Tangen Delta, *Break Down Voltage*.

ABSTRACT

Insulation in a transformer is a very essential component. So that the quality of prisoners a transformer insulation is worth noting the condition. To know condition of insulation a transformer has to through some testing, stage the index of polarization, tangent delta and break down voltage. At the writing of this thesis, testing would be held on a Transformer 2 at the 150 kV Substation of Kentungan. Testing index of polarization is testing the leaking in transformer with the isolation compares the results for 1 minutes with the 10 minutes diving test results. Tangent delta is a test of capacitive leakage current on the transformer insulation. And break down voltage translucent is a test of the breakdown voltage capability in transformer insulation oil.

Based on the result of the analysis transformer insulation can be seen index value of polarization a transformer in 2017 and 2019 has an average rating between 1,25-2,0 (good condition). Then to further the tangent delta test results in 2017 and 2019 capacitive parts is already at a rating of 0,18%-0,37% / <0,5% (good condition). And to further test break down voltage in 2017 and years old 2019 rata-rata value exit voltage 59,6 kV / 2,5 mm - 67,7 kV / 2,5 mm (good condition).

From the data it can be concluded that the insulation from Transformer 2 at the 150 kV Substation of Kentungan in 2017 and in 2019 are in a good condition. Although a decline in isolation in some condition transformer in 2017. But the PLN have repair and maintenance over transformer insulation. This visible as an increase in the quality insulation a transformer in 2019. Repairs and maintenance insulation a transformer was done to maximize working system and the age of a transformer.

Keyword: *Transformer, Insulation Resistance, Polarization Index, Tangen Delta, Break Down Voltage.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTI SARI.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Transformator.....	8
2.2.2 Jenis Transformator.....	9
2.2.3 Kontruksi Bagian-Bagian Transformator Daya.....	14
2.2.4 Prinsip Kerja Transformator.....	19
2.2.5 Pengujian Transformator.....	21
2.2.6 Pengujian Isolasi Transformator.....	22
2.2.7. Penuaan Isolasi Transformator.....	29
BAB III.....	32
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.3 Metode Penelitian.....	33
3.4 Langkah Penyusunan Penelitian.....	33
BAB IV.....	36
4.1 Isolasi Transformator.....	36
4.2 Proses Uji Isolasi Ttransformator.....	38
4.2.1 Proses Pengujian Indeks Polarisasi.....	38

2.2.3	Kontruksi Bagian-Bagian Transformator Daya	14
2.2.4	Prinsip Kerja Transformator	19
2.2.5	Pengujian Transformator.....	21
2.2.6	Pengujian Isolasi Transformator	22
2.2.7.	Penuaan Isolasi Transformator.....	29
BAB III		32
3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.3	Metode Penelitian	33
3.4	Langkah Penyusunan Penelitian	33
BAB IV		36
4.1	Isolasi Transformator	36
4.2	Proses Uji Isolasi Ttransformator	38
4.2.1	Proses Pengujian Indeks Polarisasi	38
4.2.2	Proses Pengujian Tangen Delta.....	44
4.2.3	Proses Pengujian <i>Break Down Voltage</i> (BDV).....	49
4.3	Data Hasil Pengujian Isolasi Transformator	53
4.3.1	Data Hasil Uji Indeks Polarisasi	53
4.3.2	Data Hasil Uji Tangen Delta	54
4.3.3	Data Hasil Uji <i>Break Down Voltage</i> (BDV).....	55
4.4	Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi	56
4.5	Analisis Nilai Indeks Polarisasi	59
4.6	Perhitungan Nilai Tangen Delta.....	61
4.7	Analisis Tangen Delta Pada Transformator	71
4.8	Analisis Pengaruh Arus Resistif (I_R) Terhadap Losess Daya	72
4.9	Analisis Pengaruh Arus Resistif (I_R) Tehadap Nilai Tangen Delta	75
4.10	Perhitungan Nilai <i>Break Down Voltage</i> (BDV).....	76
4.11	Analisis <i>Break Down Voltage</i> Transformator	79
BAB V		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator Daya 150 kV	8
Gambar 2.2 Prinsip kerja transformator	21
Gambar 2.3 Hubungan tangen delta dengan I_c dan I_r	24
Gambar 2.4 Ilustrasi uji tangen delta transformator	27
Gambar 3.1 PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Kentungan	32
Gambar 3.2 Flowchart metodologi penelitian	33
Gambar 4.1 Hubungan Star-Star pada Trafo 2 di Gardu Induk 150 kV Kentungan	37
Gambar 4.2 Rangkain Star-Star pada transformator	38
Gambar 4.3 High Voltage Insulation Tester (Kyoritsu 3125)	39
Gambar 4.4 Diagram pengkabelan uji indeks polarisasi	42
Gambar 4.5 Insulation Diagnostic System (Megger Delta 4000)	44
Gambar 4.6 Diagram pengkabelan uji tangen delta	48
Gambar 4.7 Laboratory Oil Dielectric Strenght Test Set (Megger - OTS 100 AF)	49
Gambar 4.8 Grafik hasil pengujian indeks polarisasi pada Trafo 2	60
Gambar 4.9 Grafik hasil pengujian tangen delta pada Trafo 2	71
Gambar 4.10 Grafik pengaruh I_R terhadap losess daya Trafo 2 Tahun 2017	74
Gambar 4.11 Grafik pengaruh I_R terhadap losess daya Trafo 2 Tahun 2019	74
Gambar 4.12 Grafik pengaruh I_R terhadap nilai tangen delta	76
Gambar 4.13 Grafik hasil pengujian Break Down Voltage pada Trafo 1	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh data hasil pengujian indeks polarisasi	23
Tabel 2.2 Contoh data hasil pengujian indeks polarisasi	26
Tabel 4.1 Data teknis Trafo 2 di Gardu Induk 150 kV Kentungan	37
Tabel 4.2 Spesifikasi high voltage insulation tester (Kyoritsu 3125)	39
Tabel 4.3 Prosedur persiapan proses pengujian indeks polarisasi	41
Tabel 4.4 Prosedur pelaksanaan proses pengujian indeks polarisasi	42
Tabel 4.5 Prosedur penyelesaian proses pengujian indeks polarisasi	43
Tabel 4.6 Spesifikasi insulation diagnostic system (Megger Delta 4000)	45
Tabel 4.7 Prosedur persiapan proses pengujian tangen delta	46
Tabel 4.8 Prosedur pelaksanaan proses pengujian tangen delta	47
Tabel 4.9 Prosedur penyelesaian proses pengujian tangen delta	48
Tabel 4.10 Spesifikasi <i>laboratory oil dielectric strenght test set</i>	50
Tabel 4.11 Prosedur persiapan proses pengujian tangen delta	51
Tabel 4.12 Prosedur pelaksanaan proses pengujian tangen delta	52
Tabel 4.13 Prosedur penyelesaian proses pengujian tangen delta	53
Tabel 4.14 Data hasil uji indeks polarisasi pada Trafo 2	54
Tabel 4.15 Data hasil uji tangen delta pada Trafo 2 tahun 2017	54
Tabel 4.16 Data hasil uji tangen delta pada Trafo 2 tahun 2019	55
Tabel 4.17 Data hasil uji <i>Break Down Voltage</i> pada Trafo 2	55
Tabel 4.18 Klasifikasi kondisi hasil uji indeks polarisasi	59
Tabel 4.19 Data nilai indeks polarisasi pada Trafo 2	59
Tabel 4.20 Klasifikasi kondisi hasil uji tangen delta	69
Tabel 4.21 Data nilai tangen delta pada Trafo 2	70
Tabel 4.22 Data nilai I_R yang dihasilkan Trafo 2 tahun 2017	73
Tabel 4.23 Data nilai I_R yang dihasilkan Trafo 2 tahun 2019	73
Tabel 4.24 Data pengaruh I_R terhadap nilai tangen delta	75
Tabel 4.25 Klasifikasi kondisi hasil uji <i>Break Down Voltage</i>	78
Tabel 4.26 Data nilai BDV pada Trafo 2	78