

**ANALISIS PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI TRAFORMATOR DAYA  
DENGAN METODE TANGEN DELTA  
DI PT PLN P3B SUMATERA UPT BENGKULU**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH :  
Nugraha Yunaldi  
0613 3031 0877**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2016**

**ANALISIS PENGUJIAN TAHAHAN ISOLASI TRAFORMATOR DAYA  
DENGAN METODE TANGEN DELTA  
DI PT PLN P3B SUMATERA UPT BENGKULU**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:**

**Nugraha Yunaldi  
0613 3031 0877**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Herman Yani, S.T., M.Eng.  
NIP.19651001 1990031 006**

**Rumiasih, S.T., M.T.  
NIP.19671125 1992032 002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.  
NIP. 196705111992031003**

**Mohammad Noer, S.S.T., M.T  
NIP.196505121995021001**

*Motto :*

- *Allah SWT, tidak akan menguji hambanya di luar batas kemampuannya*
- *Man jadda wajada, man shabara zhafira, man sara ala darbi washala*
- *Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka sendiri yang akan mengubah nasibnya*
- *All is well*

*Ku persembahkan untuk :*

- *Almarhumah ibunda tercinta, semoga engkau dirahmati dan dilapangkan kuburnya oleh Allah S.w.t. doai anakmu akan selalu menyertaimu, aamiin.*
- *Ayahanda tercinta dikampung, semoga kami anak-anakmu bisa berbakti sebelum ajal memisahkan kita.*
- *Saudara-saudaraku yang senantiasa memberikan motivasi dalam menyelesaikan laporan akhir ini*
- *Pakwo dan Makwo, ibu dan ayah, dan saudara-saudara jauhku yang telah memberikan motivasi*
- *Saudara tak sedarahku di tanah perantauan*
- *Teman-teman seperjuangan jurusan Teknik Elektro khususnya Teknik Listrik*
- *Almamaterku*

## **ABSTRAK**

**ANALISA PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR DAYA  
DENGAN METODE TANGEN DELTA  
DI PT PLN P3B SUMATERA UPT BENGKULU  
(2016 : 77 Halaman + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Lampiran)**

---

**NUGRAHA YUNALDI**

**061330310877**

**TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Isolasi trafo merupakan salah satu bagian yang kritis pada trafo tenaga, pemburukan atau kegagalan isolasi dapat menyebabkan kegagalan operasi atau bahkan kerusakan trafo. Salah satu metode untuk mengetahui kondisi isolasi adalah dengan melakukan pengujian tangen delta. Pengujian tangen delta trafo dapat dilakukan dengan beberapa mode yaitu GST, UST, GSTg. Hasil pengukuran tangen delta Menurut standar IEEE 62-1995 menyatakan bahwa kondisi isolasi transformator dapat dikategorika Baik apabila nilai disipasi factor (DF) kurang dari 0,5%, dikategorikan bisa diterima apabila nilai disipasi factor (DF) diatas 0,5% tetapi masih dibawah 1% dan dikategorikan Harus diselidiki apabila disipasi factor (DF) diatas 1%. Selain itu pada laporan akhir ini akan dipaparkan beberapa hasil pengukuran tagen delta di PT PLN P3B suamtera UPT Bengkulu yang meliputi transformator daya gardu induk Muaro Bungo 1, transformator daya gardu induk Muaro Bungo 2, transformator daya gardu induk Pagar Alam 1 dan transformator daya gardu induk Pagar Alam 2.

Kata Kunci : Tahanan isolasi, tangen delta, metode pengujian, disipasi faktor.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF POWER TRANSFORMER INSULATION RESISTANCE TESTING METHOD WITH DELTA TANGEN IN SUMATRA PT PLN P3B UPT BENGKULU**

**(2016: 77 Pages + Image List + Table List + Attachment)**

---

**NUGRAHA YUNALDI**

**061330310877**

**ELECTRICAL ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING PROGRAM**

**STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA**

Isolation transformer is one of the critical sections on power transformer, insulation deterioration or failure can cause failure of the operation or even damage the transformer. One method to determine the condition of the insulation is by testing the tangent delta. Tangent delta transformer testing can be done in several modes, namely GST, UST, GSTg. The measurement results tangent delta According to the standard IEEE 62-1995 states that the condition of the isolation transformer can be categorized Good if the value desipasi factor (DF) of less than 0.5%, are categorized acceptable if the value of the dissipation factor (DF) above 0.5% but still below 1% and categorized Should be investigated when the dissipation factor (DF) above 1%. In addition to the final report will be presented several measurement results taken delta in PT PLN P3B suamtera UPT Bengkulu which includes a power transformer substation Muara Bungo 1, the power transformer substations Muara Bungo 2, the power transformer substations Pagar Alam 1 and the power transformer substation Pagar Alam 2.

Keywords: Insulation resistance, tangent delta, testing methods, dissipation factor.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan sholawat dan salam atas junjungan nabi besar Muhammad S.A.W serta ucapan ribuan terima kasih kepada ayah dan almarhumah ibu tercinta, kakak-kakak, adik-adik dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan kontribusi dalam pembuatan laporan Akhir ini baik itu materi, moril maupun semangat.

Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Adapun judul yang diangkat dalam penulis dalam laporan akhir ini adalah “Analisa pengujian tahanan isolasi transformator daya dengan metode tangen delta di PT PLN P3B Sumatera UPT Bengkulu”

Dalam penyusunan Laporan Akhir ini penulis juga banyak mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
2. Bapak Yudi Winarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Siwijaya Palembang.
4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

5. Bapak Herman Yani, S.T., M.E.ng., selaku Pembimbing I
6. Ibu Rumiasih, S.T., M.T., selaku Pembimbing II
7. Seluruh Dosen, Staff maupun karyawan yang ada di Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya di Jurusan Teknik Elektro.
8. Teman-teman di Teknik Listrik, Khususnya kelas 6 LC yang memberikan semangat.
9. Semua pihak yang terkait dalam pembuatan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Laporan Akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan baik dalam penulisan maupun isinya. Oleh karena itu penulis berterima kasih jika para pembaca mau memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Selain itu penulis juga berharap semoga Laporan Akhir ini bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Palembang, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat .....	3
1.4 Perumusan Masalah .....	3
1.5 Metode Penulisan .....	3
1.5.1 Metode Lapangan ( <i>Field Research</i> ).....	3
1.5.2 Metode Kepustakaan ( <i>Library Research</i> ) .....	4
1.5.3 Metode Konsultasi ( <i>Consultation Research</i> ).....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Transformator Tenaga .....	6
2.2 Jenis-jenis Transformator .....	8
2.3 Bagian-bagian Transformator dan Fungsinya .....	8
2.3.1 <i>Electromagnetic Circuit</i> (Inti Besi).....	8
2.3.2 <i>Current carying circuit (winding)</i> .....	9
2.3.3 <i>Bushing</i> .....	9
2.3.4 Pendingin .....	14
2.3.5 <i>Oil preservation &amp; expansion</i> (konservator) .....	14
2.3.6 Minyak isolasi transformator dan isolasi kertas .....	16
2.3.7 Kertas isolasi tranformator .....	16
2.3.8 <i>Tap charger</i> .....	17
2.3.9 NGR ( <i>Neutral Grounding Resistant</i> ).....	18
2.4 Pedoman Pemeliharaan Transformator .....	20
2.4.1 <i>In service inspection</i> .....	20
2.4.2 <i>In service measurement</i> .....	20
2.5 <i>Shutdown Fungtion Check</i> .....	49
2.5.1 Rele Bucholz.....	49
2.5.2 Rele Jansen.....	50
2.5.3 Rele <i>Sudden Pressure</i> .....	50
2.5.4 Rele <i>thermal</i> .....	51
2.5.5 <i>Oil level</i> .....	52
2.6 <i>Treatment</i> .....	52
2.6.1 <i>Purification / Filter</i> .....	52
2.6.2 Reklamasi .....	52
2.6.3 Ganti miyak .....	52
2.6.4 <i>Cleaning</i> .....	53
2.6.5 <i>Tightening</i> .....	53
2.6.6 <i>Replacing parts</i> .....	54
2.6.7 <i>Greasing</i> .....	54

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Pengambilan Data .....	55
3.2 Data Transformator .....	55
3.2.1 Transformator daya induk Muaro Bungo 1 .....	55
3.2.2 Transformator daya induk Muaro Bungo 2 .....	56
3.2.3 Transformator daya induk Pagar Alam 1 .....	56
3.2.4 Transformator daya induk Pagar Alam 2 .....	57
3.3 <i>Flowchart</i> .....	60
3.4 Gambar Rangkaian Pengukuran Tangen Delta .....	61
3.5 Prosedur Pengukuran Tangen Delta .....	62
3.5.1 Langkah-langkah Pengukuran .....	62
3.5.2 Cara Pengukuran Tangen Delta .....	63

### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

4.1 Hasil .....	68
4.1.1 Transformator daya Muaro Bungo 1 .....	68
4.1.2 Transformator daya Muaro Bungo 2 .....	69
4.1.3 Transformator daya Pagar Alam 1 .....	70
4.1.4 Transformator daya Pagar Alam 2 .....	71
4.2 Analisa .....	72
4.2.1 Transformator daya Muaro Bungo 1 .....	72
4.2.2 Transformator daya Muaro Bungo 2 .....	73
4.2.3 Transformator daya Pagar Alam 1 .....	73
4.2.4 Transformator daya Pagar Alam 2 .....	74

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran .....	77

### **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2.1 Arus bolak balik mengelilingi inti besi .....	6
Gambar 2.2 Prinsip kerja transformator .....	7
Gambar 2.3 Inti besi .....	8
Gambar 2.4 Belitan transformator 3 fasa (R-S-T) .....	9
Gambar 2.5 <i>Bushing</i> .....	9
Gambar 2.6 Bagian-bagian dari <i>bulshing</i> .....	11
Gambar 2.7 Kertas isolasi pada bushing ( <i>oil impregnated paper bushing</i> ) .....	11
Gambar 2.8 Konduktor <i>bushing</i> dilapisi kertas isolasi .....	12
Gambar 2.9 Indikator level minyak <i>bushing</i> .....	13
Gambar 2.10 <i>Gasket/seal</i> antara <i>flagebushing</i> dengan bodi trafo .....	13
Gambar 2.11 Tap penguji .....	13
Gambar 2.12 Konservator .....	15
Gambar 2.13 <i>silica gel</i> .....	15
Gambar 2.14 Minyak isolasi trafo .....	16
Gambar 2.15 Tembaga yang dilapisi kertas isolasi .....	16
Gambar 2.16 OLTC pada Trasformator .....	18
Gambar 2.17 <i>Neutral grounding resistance</i> (NGR) .....	19
Gambar 2.18 Pentanahan Langsung dan Pentanahan melalui NGR .....	19
Gambar 2.19 Kamera thermovisi / <i>thermal image camera</i> .....	21
Gambar 2.20 <i>Stopcock</i> dan <i>syringe glass</i> 50 cc .....	23
Gambar 2.21 Proses penurunan kualitas kertas isolasi trafo akibat oksidasi di minyak isolasi .....	24
Gambar 2.22 Arus Contoh alat uji kadar uji kadar air dalam minyak dengan metode Karl Fisher (KF) .....	25
Gambar 2.23 alat pengujian tegangan tembus .....	26
Gambar 2.24 contoh alat uji kadar asam .....	27
Gambar 2.25 Contoh alat penguji tegangan antar muka .....	28
Gambar 2.26 Contoh alat pengujian warna minyak .....	28

Gambar 2.27 Contoh alat penguji titik nyala api ( <i>flash point</i> ) .....	29
Gambar 2.28 alat pengujian tangen delta minyak .....	30
Gambar 2.29 Rangkaian ekuivalen pengujian tangen delta .....	33
Gambar 2.30 Skema rangkaian pengujian tan delta auto trafo .....	34
Gambar 2.31 <i>Wiring</i> pengujian SFRA .....	35
Gambar 2.32 salah satu alat pengujian Rasio test .....	36
Gambar 2.33 alat ukur <i>micro ohmmeter</i> .....	37
Gambar 2.34 Prinsip dan rangkain pengujian <i>applied voltage test</i> .....	37
Gambar 2.35 rele jansen.....	40
Gambar 2.36 rele <i>sudden pressure</i> .....	41
Gambar 2.37 Lokasi sensor suhutop oil.....	42
Gambar 2.38 Variable <i>setting heater</i> tampak atas .....	42
Gambar 2.39 Komponen Variable <i>setting heater</i> .....	43
Gambar 2.40 Voltage slide regulator dan kabel.....	44
Gambar 2.41 Amperemeter (tang ampere) .....	45
Gambar 2.42 <i>Shutter</i> .....	46
Gambar 2.43 Contoh <i>detector Fire protection</i> .....	46
Gambar 2.44 Contoh kontrol <i>box fire protectio</i> .....	47
Gambar 2.45 Contoh kabinet <i>fire protection</i> .....	47
Gambar 2.46 rangkaian umum system fire proteksi .....	48
Gambar 2.47 <i>Fire Protection</i> .....	48
Gambar 2.48 Proses pengamanan <i>Fire Protection</i> (masuknya N2).....	49
Gambar 2.49 Bagian dalam rele jansen .....	50
Gambar 2.50 tuas rele <i>sudden pressure</i> .....	51
Gambar 2.51 Proses pembersihan NGR .....	53
Gambar 3.1 trafo daya Muaro Bungo 1 .....	58
Gambar 3.2 trafo daya Muaro Bungo 2 .....	58
Gambar 3.3 trafo daya Pagar Alam 1 .....	59
Gambar 3.4 trafo daya Pagar Alam 2 .....	59
Gambar 3.5 Diagram alir prosedur perhitungan .....	60
Gambar 3.6 Rangkaian pengujian tangen delta .....	61

Gambar 3.7 Cara mengukur $C_H+C_{HL}$ ( GST-Ground ) .....	64
Gambar 3.8 Cara mengukur $C_H$ (GSTg) .....	64
Gambar 3.9 Cara mengukur $C_{HL}$ (UST) .....	65
Gambar 3.10 Cara mengukur $C_L+C_{HL}$ (GST-Ground) .....	66
Gambar 3.11 Cara mengukur $CL$ (GSTg) .....	66
Gambar 3.12 Cara mengukur $CLH$ (UST) .....	67
Gambar 4.1 Grafik fungsi desipasi faktor terhadap isolasi tes transformator daya gardu induk Muaro Bungo 1 .....	69
Gambar 4.2 Grafik fungsi desipasi faktor terhadap isolasi tes transformator daya gardu induk Muaro Bungo 2 .....	70
Gambar 4.3 Grafik fungsi desipasi faktor terhadap isolasi tes transformator daya gardu induk Pagar Alam 1 .....	71
Gambar 4.4 Grafik fungsi desipasi faktor terhadap isolasi tes transformator daya gardu induk Pagar Alam 2 .....	72

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tangen delta trafo daya Muaro Bungo 1 .....	68
Table 4.2 Hasil pengukuran tangen delta trafo daya Muaro Bungo 2 .....	69
Tabel 4.3 Hasil pengukuran tangen delta trafo daya Pagar Alam 1 .....	70
Tabel 4.4 Hasil pengukuran tangen delta trafo daya Pagar Alam 2 .....	71