

**ANALISIS PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI TANGENT DELTA PADA
GENERATOR UNIT 3 PT.INDONESIA POWER UPJP KAMOJANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Pada

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Disusun Oleh:

DERY JANUARIZKI

20130120168

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dery Januarizki

NIM : 20130120168

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas Akhir “Analisis Pengujian Tahanan Isolasi Tangent Delta Pada Generator Unit 3 Pt.Indonesia Power UPJP Kamojang” ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis 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,

Penulis

Dery Januarizki

MOTTO

“Impian tidak akan terwujud dengan sendirinya, maka dari itu ayo bangkit dan bangun terus berjuang untuk terwujudnya sebuah impian”

(HUSTLE COMPANY)

“Teman sejati adalah dia yang meraih tangan anda dan menyentuh hati anda”

(Heather Pryor)

“Manusia tak selamanya benar dan selamanya salah, kecuali dia yang selalu mengoreksi diri dan membenarkan kebenaran orang lain atas keliruan diri sendiri”

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar ” (Al-Baqarah: 153)



PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk – Nya sehingga penyusunan tugas akhir ini telah terselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah Nya.
2. Ibu saya Sri Muliaty, Bapak saya Ismail Djamaluddin, Saudara kandung saya Ka Denny pahlevie dan Ka Dina Anggita Oktaryma yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan nasehat kepada saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
3. Dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan saya ilmu selama ini.
4. PT. Indonesia Power UPJP Kamojang Selaku tempat pengambilan data untuk tugas akhir saya ini.
5. Keluarga kedua saya dikota Yogyakarta Pengurus Asrama Mahasiswa KALSEL Pengeran Hidayatullah (Fikri, Hanafi, Pardi, Rasyid, Lisman, Rossi, Tahta, Arul, Azrul, Khairil (Guru), Syahrial, Ka Tahdi, Aldi, Ervan, Munir, Mang Zaky, Bu Rusli (Acil), Sadiq (kucing Asrama), dan para alumni Asrama Pahid) yang selalu setia menjadi bagian kehidupan saya dikota ini dan rumah saya selama menempuh studi di Yogyakarta.
6. Teman – teman kelas D Teknik Elektro UMY, Teman seperjuangan saya dibangku kuliah.

KATA PENGANTAR



Asalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya serta shalawat dan salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW sebagai motivasi dan inspirasi untuk terus melangkah kedepan dengan penuh optimis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"ANALISIS PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI TANGENT DELTA PADA GENERATOR UNIT 3 PT.INDONESIA POWER UPJP KAMOJANG"**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik UMY.

Terwujudnya laporan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah Nya.
2. Rasulullah Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan terang benderang.
3. Ibu saya Sri Muliaty, Bapak saya Ismail Djamaluddin, Saudara kandung saya Ka Denny pahlevie dan Ka Dina Anggita Oktaryma yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan nasehat kepada saya dalam mengerjakan tugas akhir ini. kalian selalu menjadi Inspirasi saya untuk hidup yang lebih baik.
4. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

5. Bapak Rahmat Adiprasetya Al Hasibi, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar dalam membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. sebagai dosen penguji pada saat pendadaran Tugas Akhir saya.
8. Segenap Dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala bantuan yang selama ini telah diberikan.
9. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
10. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
11. Keluarga kedua saya dikota Yogyakarta Pengurus Asrama Mahasiswa KALSEL Pengeran Hidayatullah (Fikri, Hanafi, Pardi, Rasyid, Lisman, Rossi, Tahta, Arul, Azrul, Khairil (Guru), Syahrial, Ka Tahdi, Aldi, Ervan, Munir, Zaky, Bu Rusli (Acil), Sadiq (kucing Asrama), dan para alumni Asrama Pahid) yang selalu setia menjadi bagian kehidupan saya dikota ini dan rumah saya selama menempuh studi di Yogyakarta.

12. Teman–teman mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2013, Khusus nya teman-teman kelas D.
13. Sahabat-sahabat terhebat saya David (Ahok), Shindy, Fachreza, dan Seluruh sahabat saya Kelas D Teknik Elektro UMY 2013. Terima kasih telah menemani selama saya di Yogyakarta dan menemani saat susah maupun senang serta menemani dalam proses pembuatan tugas akhir ini kalian sungguh luar biasa.
14. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung saya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penyusunan tugas akhir ini yang sangat terbatas dan dimohon masukan serta saran agar penulis dan pembaca memperoleh banyak pengetahuan.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua,amin.

Wasalamu’alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta,

Yang menyatakan,

Dery Januarizki

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5

2.2	Dasar Teori	6
2.2.1	Generator Sinkron.....	6
2.2.2	<i>Satuan Dasar</i>	6
2.2.3	Konstruksi Generator Sinkron.....	8
2.2.4	Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	15
2.2.5	Generator sinkron Turbo.....	19
2.2.6	Stator Sinkron.....	20
2.2.7	Rotor Sinkron	20
2.2.8	Reaksi Jangkar.....	22
2.2.9	Rangkaian Ekuivalen	24
2.2.10	Pengaturan Tegangan Terminal	27
2.2.11	Rugi-Rugi Generator Sinkron	28
2.2.12	Sistem Eksitasi	30
2.2.13	Fungsi Dan Prinsip Kerja Peralatan Bantu Generator	32
2.2.14	Efek Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	35
2.2.15	Isolator.....	36
2.2.16	Bahan isolasi.....	37
2.2.17	Tahanan Isolasi.....	39
2.2.18	Isolasi Belitan Stator.....	39
2.2.19	Temperatur bahan isolasi dan Kenaikan.....	39
2.2.20	Klasifikasi bahan isolasi.....	42
2.2.21	Isolasi bahan listrik yang digunakan pada mesin listrik modern	45
2.2.22	Apliksi bahan isolasi	47
2.2.23	Bahan isolasi untuk laminasi.....	49

2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Generator Sinkron.....	6
2.2.2 <i>Satuan Dasar</i>	6
2.2.3 Konstruksi Generator Sinkron.....	8
2.2.4 Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	15
2.2.5 Generator sinkron Turbo.....	19
2.2.6 Stator Sinkron.....	20
2.2.7 Rotor Sinkron	20
2.2.8 Reaksi Jangkar.....	22
2.2.9 Rangkaian Ekuivalen.....	24
2.2.10 Pengaturan Tegangan Terminal	27
2.2.11 Rugi-Rugi Generator Sinkron	28
2.2.12 Sistem Eksitasi	30
2.2.13 Fungsi Dan Prinsip Kerja Peralatan Bantu Generator	32
2.2.14 Efek Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	35
2.2.15 Isolator.....	36
2.2.16 Bahan isolasi.....	37
2.2.17 Tahanan Isolasi.....	39
2.2.18 Isolasi Belitan Stator.....	39
2.2.19 Temperatur bahan isolasi dan Kenaikan.....	39
2.2.20 Klasifikasi bahan isolasi.....	42
2.2.21 Isolasi bahan listrik yang digunakan pada mesin listrik modern	45
2.2.22 Aplikasi bahan isolasi	47
2.2.23 Bahan isolasi untuk laminasi	49

2.2.24 Bahan isolasi mesin	50
2.2.25 Pengujian Tegangan Tinggi.....	53
2.2.26 Pengujian Tangent Delta.....	54
2.2.27 mode pada pengujian tangen delta	60

BAB III METODELOGI PENELITIAN.....61

3.1 Bahan Penelitian	61
3.2 Alat Penelitian	61
3.3 Cara Penelitian	61
3.4 Flowchart Pengambilan Data	63
3.5 Tempat Penelitian	66

BAB IV ANALISIS DATA DAN HASIL.....67

4.1 Hasil Penelitian	67
4.2 Data spesifikasi generator.....	67
4.3 Pemeliharaan Peralatan Listrik	69
4.4 Jenis-jenis Pemeliharaan.....	70
1. <i>Conditional Maintenance</i>	70
2. <i>Time Base Maintenance</i>	70
3. <i>Corrective Maintenance</i>	71
4. <i>Breakdown Maintenance</i>	71
4.5 <i>Remaining Life Assessment (RLA)</i>	71
4.6 <i>Tangent Delta</i>	74
4.7 <i>Derivatif Tangent Delta</i>	74
4.8 <i>Metode Pengujian Tangent Delta</i>	76

1. <i>Schering bridge</i>	76
2. <i>Transformer ratio bridge</i>	77
3. <i>Dielectric loss analyser (DLA)</i>	77
4.9 <i>Kelebihan Tangent Delta</i>	78
4.10 <i>Interpretasi Pengujian Tangent Delta</i>	78
4.11 <i>Pengujian Tangent Delta</i>	80
4.12 <i>Pengujian Tangent Delta Pada Setiap Phasa</i>	81
4.12.1 <i>Pengujian Pada Phasa R</i>	81
4.12.2 <i>Pengujian Pada Phasa S</i>	86
4.12.3 <i>Pengujian Pada Phasa T</i>	91
4.13 <i>Hasil dan Analisa Pengujian Tangent Delta</i>	96
4.13.1 <i>Standar Isolasi Tangent Delta</i>	96
4.13.2 <i>Perbandingan Tangent Delta dengan Tegangan Uji</i>	97
4.13.3 <i>Perbandingan Charge Current dengan Tegangan Uji</i>	98
4.13.4 <i>Perbandingan Kapasitansi dengan Tegangan Uji</i>	99
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	102
5.1 <i>Kesimpulan</i>	102
5.2 <i>Saran</i>	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Konstruksi Generator Sinkron.....	9
Gambar 2.2 Bentuk Kontstruksi Stator.....	9
Gambar 2.3 Rangkaian Belitan Jangkar Stator Generator Sinkron.....	11
Gambar 2.4 Bentuk Konstruksi Rotor pada Generator Sinkron.....	12
Gambar 2.5 Bentuk Konstruksi Generator Kutup Silindris.....	14
Gambar 2.6 Kumparan Jangkar pada Rotor Berputar di Sekitar Medan Magnet..	16
Gambar 2.7 Proses terbentuknya gelombang (AC) pada generator sinkron.....	16
Gambar 2.8 Model Reaksi Jangkar.....	22
Gambar 2.9 Rangkaian ekivalen generator sinkron.....	24
Gambar 2.10 Penyederhanaan rangkaian ekivalen generator sinkron.....	25
Gambar 2.11 Rangkaian ekivalen generator sinkron 3 fasa.....	26
Gambar 2.12 Rangkaian ekivalen belitan stator generator sinkron 3 fasa.....	26
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Generator sinkron 3 fasa.....	27
Gambar 2.14 Diagram Aliran daya Generator sinkron.....	30
Gambar 2.15 Celah energi pada bahan.....	37
Gambar 2.16 kurva Kapasitansi.....	56
Gambar 2.17 Kurva Resistansi.....	57
Gambar 2.18 kurva nilai $\cos \theta$	59
Gambar 3.1 Lokasi Tempat Penelitian.....	66
Gambar 4.1 <i>Flowchart Remaining Life Assessment (RLA)</i>	72
Gambar 4.2 Grafik penyebab kegagalan isolasi.....	73

Gambar 4.3 <i>Schering bridge</i>	77
Gambar 4.4 Grafik Tan Delta.....	79
Gambar 4.5 Nilai Tan Delta vs Kurva Tegangan Pengujian.....	79
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Tangent Delta dengan Tegangan Uji Phasa R.	82
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan <i>Charge Current</i> dengan Tegangan Uji Phasa R.....	84
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Kapasitansi dengan Tegangan Uji Phasa R.....	85
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Tangent Delta dengan Tegangan Uji Phasa S..	87
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan <i>Charge Current</i> dengan Tegangan Uji Phasa S.....	89
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kapasitansi dengan Tegangan Uji Phasa S.....	90
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Tangent Delta dengan Tegangan Uji Phasa T.....	92
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan <i>Charge Current</i> dengan Tegangan Uji Phasa T.....	94
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Kapasitansi dengan Tegangan Uji Phasa T.....	95
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Tangent Delta dengan Tegangan Uji Phasa R, S, T.....	97
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan <i>Charge Current</i> dengan Tegangan Uji.....	98
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Kapasitansi dengan Tegangan Uji.....	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kecepatan Putar Sinkron dari Generator (rpm).....	8
Tabel 2.2 kelas dan temperatur bahan isolasi.....	42
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Generator Unit 3 PT.Indonesia Power UPJP Kamojang.....	68
Tabel 4.2 Data uji Tangent Delta pada Phasa R.....	81
Tabel 4.3 Hasil Rata-rata Tangent Delta Phasa R.....	83
Tabel 4.4 Data Pengujian Phasa S.....	86
Tabel 4.5 Hasil Rata-rata Tangent Delta Phasa R.....	88
Tabel 4.6 Data Pengujian Phasa T.....	91
Tabel 4.7 Hasil Rata-rata Tangent Delta Phasa S.....	93
Tabel 4.8 Nilai Standar Tangent Delta.....	96