

**ANALISIS PERKIRAAN UMUR TRANSFORMATOR 60 MVA
150/20 KV MENGGUNAKAN METODE DEGRADASI ISOLASI
DI GARDU INDUK BANDUNG UTARA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh

Ruly Nuraliman

E.5051.1501358

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

**Analisis Perkiraan Umur Transformator 60 MVA 150/20 kV
Menggunakan Metode Degradasi Isolasi di Gardu Induk
Bandung Utara**

Oleh
Ruly Nuraliman

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Ruly Nuraliman 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

RULY NURALIMAN

E.5051.1501358

Konsentrasi Teknik Tenaga Elektrik

**ANALISIS PERKIRAAN UMUR TRANSFORMATOR 60 MVA 150/20 KV
MENGUNAKAN METODE DEGRADASI ISOLASI DI GARDU INDUK
BANDUNG UTARA**

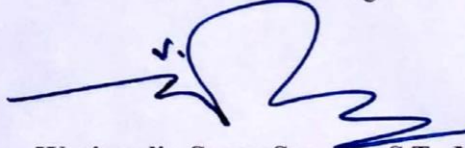
Disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I

11/7/2019


Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.
NIP. 19641007 199101 1 001

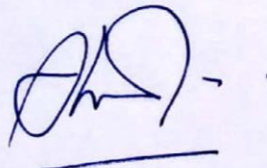
Dosen Pembimbing II



Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T.
NIP. 19700808 199702 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia



Prof. Dr. Budi Mulyanti, M.Si.
NIP. 19630109 199402 2 001

ABSTRAK

Umur suatu transformator dipengaruhi oleh beberapa keadaan yang dialami transformator pada saat mengalami pembebanan. Salah satu keadaan yang sangat mempengaruhi umur transformator yaitu tingginya suhu transformator saat bekerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh yang disebabkan oleh pembebanan terhadap suhu *real hot-spot* dan umur transformator, serta mengetahui sisa umur transformator agar dapat melakukan kinerja yang maksimal dan secara kontinyu sesuai dengan fungsinya. Alasan dilakukannya penelitian ini yaitu karena diketahui transformator memiliki peranan penting secara *realtime* dalam sistem distribusi listrik, harga sebuah transformator relatif mahal dan untuk mengganti sebuah transformator tidak bisa dilakukan sembarangan dan cepat, maka sangat penting untuk memperkirakan umur dari transformator agar dapat mengantisipasi terjadinya kegagalan transformator dan merencanakan penggantian transformator agar tidak merugikan banyak pihak. Pada penelitian kali ini digunakan metode laju penuaan (degradasi) isolasi untuk memperkirakan umur transformator, karena ketika isolasi mengalami panas berlebih akan terjadi penuaan isolasi yang lebih cepat sehingga menyebabkan umur pada transformator semakin berkurang dari umur normalnya. Penelitian dilakukan dengan mengambil studi kasus transformator 150kV/20kV pada Gardu Induk Bandung Utara. Dari hasil penelitian pada transformator diperoleh sisa umur transformator 1 di Gardu Induk Bandung Utara dapat bertahan 8 tahun 2 bulan, dengan faktor beban 0.86 pu, total suhu hot – spot 173.40°C, dan suhu lingkungan 30°C.

Kata Kunci : Transformator daya, pembebanan, Faktor Susut Umur

DAFTAR ISI

| | |
|---|----------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| PERNYATAAN..... | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| UCAPAN TERIMAKASIH..... | iv |
| ABSTRAK..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| BAB I Pendahuluan | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah Penelitian..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah Penelitian | 3 |
| 1.4 Rumusan Masalah Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.6 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II Kajian Pustaka..... | 6 |
| 2.1 Sistem Tenaga Listrik | 6 |
| 2.1.1 Pembangkit Listrik..... | 6 |
| 2.1.2 Saluran Transmisi | 8 |
| 2.1.3 Jaringan Distribusi | 10 |
| 2.1.4 Fungsi Komponen Sistem Tenaga Listrik | 12 |
| 2.1.5 Level Tegangan Pada Sistem Tenaga Listrik | 13 |
| 2.2 Transformator | 14 |
| 2.2.1 Pengertian Transformator | 14 |
| 2.2.2 Transformator Tanpa Beban..... | 15 |
| 2.2.3 Arus Penguat..... | 16 |
| 2.2.4 Keadaan Berbeban | 18 |
| 2.2.5 Rangkaian Ekvivalen | 19 |
| 2.2.6 Menentukan Parameter | 21 |
| 2.2.7 Pengaturan Tegangan..... | 22 |
| 2.2.8 Kerja Paralel | 23 |
| 2.2.9 Rugi-rugi dan Efisiensi | 25 |
| 2.2.10 Ototransformator..... | 27 |
| 2.2.11 Prinsip Dasar Transformator..... | 28 |
| 2.2.12 Transformator Tenaga | 29 |
| 2.3 Komponen Transformator..... | 32 |
| 2.4 Proteksi Transformator | 43 |
| 2.4.1 Rele Bucholz..... | 43 |
| 2.4.2 Rele Jansen | 45 |
| 2.4.3 Rele Sudden Pressure | 45 |
| 2.4.4 Rele Thermal | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5 Pengertian Daya | 46 |
| 2.5.1 Daya Aktif | 47 |
| 2.5.2 Daya Reaktif | 47 |
| 2.5.3 Daya Semu..... | 48 |
| 2.6 Dampak Suhu Minyak | 48 |
| 2.7 Suhu Lingkungan (<i>Ambient</i>) | 49 |
| 2.8 Faktor Daya..... | 50 |
| 2.8.1 Faktor Daya Terbelakang (<i>Lagging</i>) | 50 |
| 2.8.2 Faktor Daya Mendahului (<i>Leading</i>) | 50 |
| 2.9 Keuntungan Perbaikan Faktor Daya | 51 |
| BAB III Metodologi Penelitian | 54 |
| 3.1 Gambaran Kelistrikan Indonesia..... | 54 |
| 3.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik | 54 |
| 3.3 Data Pembebanan dan Data Suhu Transformator | 60 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 63 |
| 3.5 Transformator Daya di GI Bandung Utara PT PLN (Persero) | 65 |
| 3.6 Single Line Diagram GI Bandung Utara PT PLN (PERSERO) | 66 |
| BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN | 67 |
| 4.1 Temuan | 67 |
| 4.1.1 Informasi Masukan Transformator | 67 |
| 4.1.2 Pengaruh Pembebanan Transformator terhadap Suhu <i>Hot-Spot</i> dan Umur Transformator | 69 |
| 4.1.3 Perhitungan Perkiraan Umur Transformator | 71 |
| 4.2 Pembahasan..... | 75 |
| 4.2.1 Pengaruh Pembebanan Transformator terhadap Suhu <i>Hot-Spot</i> dan Umur Transformator | 75 |
| 4.2.2 Sisa Umur Transformator | 76 |
| BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI | 78 |
| 5.1 Simpulan | 78 |
| 5.2 Implikasi | 78 |
| 5.3 Rekomendasi..... | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA | 80 |
| LAMPIRAN..... | 82 |

DAFTAR PUSTAKA

- Alpani, M. (2017). *Analisis Keandalan Relay Diferensial sebagai Proteksi Utama Transformator menggunakan 87T dan Fuzzy Logic di PT. PLN (PERSERO) Area Bandung*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Arismunandar.(1991). *Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Heathcote, M. J. (1998). *Transformer Book: A Partical Technology of the Power Transformer*. (edisi kedelapan). Madras: Great Britain.
- Hermawan., Syakur, A., & Irianto, I. (2011). Analisis Gas Terlarut pada Minyak Isolasi Transformator Tenaga Akibat Pembebanan dan Penuaan, 32, (3), 203-204.
- Jamali. (2014). Analisis Perbaikan Faktor Daya Di PT. Primer Indokencana Gorontalo. (Skripsi). Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Kodoati, A.K., Lisi, F., & Pakiding, M. (2015). *Analisa Perkiraan Umur Transformator*, Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Marsudi, D. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. (edisi pertama). Yogyakarta: Graha Ilmu..
- Muda, S. (2014). *Buku Ajar Teknik Tegangan Tinggi*. Mataram: Universitas Mataram.
- Muslim, S. dkk. (2008). *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta.
- Prayoga, A. dkk. (2010). *Teknik Tenaga Listrik: Transformer*. Depok: Universitas Indonesia.
- Rachman, T. (2012). *Trafo di Gardu Induk Ujung Berung Meledak*. Diakses dari: <https://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/12/05/03/m3g2h2-trafo-di-gardu-induk-ujung-berung-meledak>
- SPLN. (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*. Jakarta: PT. PLN (PERSERO).
- Sayogi, H. (2011). *Analisis Mekanisme Kegagalan Isolasi Pada Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Berpolaritas Berbeda Pada Jarum-Bidang*. Semarang: Universitas Diponegoro.

- Sigid, P. (2009). *Analisa Pengaruh Pembebanan terhadap Susut Umur Transformator Tenaga (Studi Kasus Trafo GTG 1.3 PLTGU Tambak Lorong Semarang)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Suripto, S. (2016). *Buku Ajar Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Tampubolon, Barry. (2007). *Pengaruh Tingkat Pembebanan Transformator terhadap Karakteristik Dielektrik dan Gas Terlarut Minyak Isolasi Transformator*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Vidja, A. dkk. (2018). *Methods for Calculating the Transformer Hot-Spot Temperature and Lifetime Prediction*. India: Institute of Infrastructure Technology Research and Management.
- Wahyuni, N. D. (2013). *Trafo PLTU Suralaya yang Terbakar Berumur 30 Tahun*. Diakses dari: <https://www.liputan6.com/bisnis/read/761862/trafo-pltu-suralaya-yang-terbakar-berumur-30-tahun>
- Wiwoho, Cahyo (2008). *Studi Pengaruh Usia Pakai Dan Pembebanan terhadap Karakteristik Dielektrik, Fisik, Kimia Dan Gas Terlarut Minyak Isolasi Transformator*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wuwung, J.O. (2010). *Pengaruh Pembebanan terhadap Kenaikan Suhu pada Belitan Transformator Daya Jenis Teredam Minyak*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Zuhal. (2000). *Dasar Tenaga Listrik*. (edisi ke-enam). Bandung: Intitut Teknologi Bandung.