

SKRIPSI

**PERKIRAAN SISA USIA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 100 kVA DI
PT. PLN (PERSERO) UP3 OGAN ILIR ULP PRABUMULIH**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
telah dipertahankan didepan dewan penguji
11 Maret 2023

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

Andrian Dwija Putra

132018100

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2023**

SKRIPSI
PERKIRAAN SISA USIA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 100 kVA DI
PT. PLN (PERSERO) UP3 OGAN ILIR ULP PRABUMULIH



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
telah dipertahankan didepan dewan penguji
11 Maret 2023

Dipersiapkan dan Disusun oleh
Andrian Dwija Putra
132018100

Susunan Dewan Penguji


Pembimbing 1


Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.T.
NIDN: 0002107302


Penguji 1


Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng
NIDN: 0212056402


Pembimbing 2


Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN: 0218017202

Penguji 2


Yosi Apriani, S.T., M.T.
NIDN: 0213048201

**Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik**


Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN: 0227077004

**Mengetahui, Ketua Program Studi
Teknik Elektro**


Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN: 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 10 Maret 2023



Andrian Dwija Putra

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunianya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **PERKIRAAN SISA USIA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 100 kVA DI PT. PLN (PERSERO) UP3 OGAN ILIR ULP PRABUMULIH** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik elektro fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada.

- Ibu Wiwin A Oktaviani, S.T., M.SC selaku pembimbing I
- Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, selaku pembimbing II

Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak Dr.Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku rector universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T, selaku dekan fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, selaku ketua program studi Teknik elektro fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs, selaku sekretaris program studi Teknik elektro fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan ibu staf dosen pada program studi Teknik elektro fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan ibu staf tata usaha fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang
7. Orangtuaku yang tak pernah Lelah memberikan dukungan dan do'a yang terbaik, serta adik dan keluargaku

8. Teman hidup yang selalu memberi semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini
9. Rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2018 program studi Teknik elektro fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulisan baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan pada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di program studi Teknik elektro fakultas Teknik universitas Muhammadiyah Palembang.

ABSTRAK

Kebutuhan listrik semakin memuncak seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat. Dalam operasi sistem tenaga listrik, kehandalan dan kestabilan sistem sangat penting agar dapat memberi kenyamanan dalam pelayanan kepada konsumen. Transformator distribusi memiliki peranan sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Umur transformator pada sistem tenaga listrik akan berkurang seiring berjalannya waktu. Berkurangnya umur pakai transformator disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya akibat pembebanan, pengaruh suhu sekitar (lingkungan), suhu belitan transformator dan suhu minyak transformator. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap susut umur trafo distribusi dan suhu terhadap susut umur trafo tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 tahapan, yaitu : 1). Studi Literature, 2). Pengambilan data pembebanan, 3). Analisis Perhitungan, dan 4). Evaluasi. Hasil pengolahan data yang diperoleh menyatakan bahwa perkiraan sisa usia pakai transformator dengan pengaruh sekitar dan pembebanan antara 30% - 50% yaitu 90 tahun lagi terhitung dari 2011 sesuai data pembebanan dan suhu yang didapat penulis yaitu data tahun 2022, dan perkiraan sisa usia pakai transformator paling lama dari berbagai perbandingan baik suhu lingkungan sekitar, suhu standar IEC76 yaitu 20 tahun lagi terhitung dari 2011. Temperatur hot spot tertinggi pada saat menggunakan suhu lingkungan dengan hasil 80,3°C pada jam 13.00 WIB dengan kualitas transformator tersebut masi terbilang baik atau aman untuk di operasikan karena temperature terdapat di bawah batas maksimum yang telah di tetapkan oleh publikasi IEC76 tahun 2018 yaitu suhu sebesar 98°C.

Kata Kunci : Transformator, suhu lingkungan, susut umur trafo, temperatur hot spot, pembebanan

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Transformator	4
2.2 Transformator Distribusi	4
2.3 Prinsip Kerja Transformator.....	6
2.4 Perangkat Transformator	6
2.4.1. Inti Besi.....	7
2.4.2. Kumparan Trafo.....	7
2.4.3. Minyak Trafo	8
2.4.4. Bushing	8
2.4.5. Tangki pada Konservator.....	8
2.5. Susut Umur Transformator Distribusi.....	8
2.6. Perhitungan Susut Umur Transformator	9
2.7. Perhitungan Presentase Beban (%).....	9
2.8. Menentukan Faktor Pembebanan	9
2.9. Perhitungan Temperatur Belitan (θ_c)	10
2.10. Perhitungan Laju Penuaan Relatif	10
2.11. Rele Proteksi.....	11
2.12. Rele Diferensial	12
2.12.1. Prinsip kerja rele differensial.....	13
2.13. Pengaruh Pembebanan dan Suhu pada Transformator.....	13
2.13.1 Karakteristik Pembebanan dan Rugi-rugi Berbeban	14

2.13.2 Daya Semu	15
2.13.3 Persentase Pembebanan	15
2.13.4 Rugi Tembaga.....	15
2.13.5 Perbandingan rugi Transformator	16
2.13.6 Kenaikan Temperature Ultimate Minyak Atas	16
2.13.7 Kenaikan Temperature Top Oil	16
2.13.8 Kenaikan Rata-rata Temperature Pada Minyak dengan Temperature Pada Kumpulan	16
2.13.9 Kenaikan Temperature Hot Spot dengan sirkulasi Minyak alami	16
2.13.10 Kenaikan Temperature Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Paksaan	16
2.14. Suhu Lingkungan	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu	19
3.2 Jenis Penelitian	19
3.3 Tahapan Penelitian	19
3.3.1 Studi Literatur	19
3.3.2 Pengambilan Data	19
3.3.3 Analisis Data.....	19
3.3.4. Hasil	20
3.4. Flowchat Penelitian	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Data Transformator	21
4.2. Analisa Perhitungan	22
4.2.1. Daya semu	22
4.2.2. Rasio Pembebanan	23
4.2.3. Rugi Tembaga	23
4.2.4. Perbandingan Rugi Transformator	24
4.2.5. Kenaikan Temperature Minyak Atas	26
4.2.6. Kenaikan Temperatur Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Alami	28
4.2.7. Kenaikan Temperatur Hot Spot dengan Sirkulasi Minyak Paksaan ..	28
4.2.8. Selisih Temperatur Hot Spot dengan Top Oil.....	29
4.2.9. Temperatur Hot Spot.....	29

4.2.10. Laju Penuaan Thermal	30
4.2.11. Susut Umur Trafo.....	31
4.2.12. Perkiraan sisa usia umur transformator	31
4.3. Analisis Pembahasan	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan.....	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Transformator Distribusi	5
Gambar 2. 2. Prinsip Kerja Transformator.....	6
Gambar 2. 3. Inti Besi Transformator	7
Gambar 2. 4. Kumparan Tafo	7
Gambar 2. 5. Minyak dan Tangki Trafo	8
Gambar 2. 6. Prinsip Kerja Rele Proteksi	12
Gambar 2. 7. Diagram Thermal [IEC 1972]	14
Gambar 3. 1. Flowchart Penelitian.....	20

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Normal Insulation Life at the Reference Temperature of 110°C.....	9
Tabel 2. 2. Temperature Titik Panas	10
Tabel 2.3. Hubungan Antara Laju Penuaan Relatif dengan Perkiraan Umur Transformator.....	11
Tabel 4. 1. <i>Name Plate</i> Transforma.....	21
Tabel 4. 2. Data Suhu	22
Tabel 4. 3. Data Pembebanan Trafo.....	22
Tabel 4. 4. Kenaikan Temperatur ultimate Minyak Atas.....	25
Tabel 4. 5. Kenaikan Temperatur Minyak Atas	27
Tabel 4. 6. Data Temperatur pada Trafo	27
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Temperatur Hot Spot dengan Perbandingan Suhu dan Pembebanan.....	30
Tabel 4. 8. Hasil Perhitungan Laju Penuaan Thermal dengan beban Perbandingan Suhu dan Pembebanan	31
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Perkiraan Sisa Usia Transformator Dengan Perbandingan Suhu Dan Beban.....	32

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan listrik semakin memuncak seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat. Perkembangan teknologi yang sangat pesat membentuk kegunaan listrik semakin banyak baik pada rumah tangga maupun industri. Adanya perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan listrik maka dibutuhkan sistem operasi tenaga listrik yang handal dan stabil supaya energi listrik dapat disalurkan dengan berkelanjutan tanpa terputus kepada konsumen energi listrik. Sistem Tenaga Listrik terdapat beberapa bagian seperti pembangkit, saluran transmisi dan saluran distribusi.

Dalam operasi sistem tenaga listrik, kehandalan dan kestabilan sistem sangat penting agar dapat memberi kenyamanan dalam pelayanan kepada konsumen. Salah satu upaya untuk mempertahankan kehandalan dan kestabilan suatu sistem tenaga listrik yaitu dengan memperhatikan kondisi dari peralatan-peralatan tenaga listrik yang ada. Salah satu peralatan yang sangat penting dalam suatu sistem tenaga listrik adalah transformator (Gultom et al., 2017)

Transformator pada sistem tenaga listrik berfungsi mentransformasikan tegangan sesuai dengan kebutuhan beban dengan cara menaikkan tegangan maupun menurunkan tegangan. Transformator memiliki peranan penting pada pengoperasian sistem tenaga listrik dengan menyalurkan tenaga listrik. ANSI / IEEE mendefinisikan transformator sebagai perangkat listrik statis, tidak melibatkan bagian yang terus bergerak, digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk mentransfer daya antar sirkuit melalui penggunaan elektromagnetik induksi (Harlow, 2011).

Transformator distribusi mempunyai peranan penting dalam penyaluran daya listrik dalam suatu sistem distribusi. *International Electrotechnical Commission* (IEC) 354 tahun 1972 menyatakan apabila transformator dibebani stabil pada daya pengenalnya dengan kondisi suhu sekitar (*ambient temperature*) 20°C, suhu hot

spot transformator akan mencapai 98 derajat celsius dan umur transformator akan mencapai 20 tahun atau 7300 hari dengan susut umur normal 0,0137% per-hari (Kodoati et al., 2015)

Suhu sekitar Daerah Prabumulih rata-rata 30°C, maka transformator harus disesuaikan pembebanannya agar susut umur tetap normal. Perkiraan susut umur transformator yaitu dengan rumus montsinger yang digunakan untuk memperoleh kecepatan reaktif pada tiap titik panas di atas suhu normal (98°C) pada beban nominal serta suhu lingkungan acuan sertapeningkatan suhu kumparan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Gultom et al., 2017) dengan judul “Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20kV Akibat Pembebanan Lebih di PT.PLN (Persero) Kota Pontianak” dari hasil penelitian tersebut didapatkan transformator yang beroperasi di kota Pontianak tidak boleh dibebani melebihi 91% dari daya pengenal transformator, apabila dibebani diatas 91% akan membuat berkurangnya umur transformator secara drastis. Penelitian ini juga dilakukan oleh (Kodoati et al., 2015) dengan judul “Analisa Perkiraan Umur Transformator” dari hasil penelitian yang dilakukan Beban trafo yang melebihi 100 % pada beban puncak diperkirakan tidak terlalu mempengaruhi umur trafo. Pembebanan trafo masih dapat dioptima hingga 100 % pada saat kondisi beban puncak.

Tujuan dari penelitian ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yaitu dengan judul “Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Transformator di PT. PLN (Persero) UP3 Ogan Ilir ULP Prabumulih” Penelitian ini menggunakan beberapa data seperti beban pemakaian pada transformator, dan data suhu sekitar (lingkungan). Hasil pengolahan data yang diperoleh digunakan untuk mengetahui pengaruh pembebanan terhadap susut umur trafo distribusi dan suhu terhadap susut umur trafo tersebut.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh besarnya pembebanan terhadap laju penuaan thermal trafo
2. Mengetahui pengaruh pembebanan terhadap suhu minyak
3. Untuk mengetahui perkiraan sisa usia trafo distribusi 100kVA di PT. PLN (persero) up3 ogan ilir ulp prabumulih

1.3. Batasan Masalah

1. Berapa besar beban yang dipakai trafo distribusi
2. berapa persen susut umur trafo distribusi yang dipengaruhi oleh suhu sekitar

1.4 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas landasan teori sebagai hasil dari studi literature yang berhubungan dengan studi analisis dan yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data, flowchart, dan jenis penelitian yang digunakan.

BAB 4 PEMBAHASAN

Penjelasan mengenai data dari hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- A.Sofwan, Tias, R. D., & N.Lubis. (2018). Analisis susut umur transformator akibat beban lebih dengan penambahan transformator distribusi sisipan. *Program Studi Teknik Elektro - ISTN*, XX(1), 24–33.
- Azis, A. I. K. F. (2019). *Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang* (Vol. 4, Issue 2).
- Gultom, P., Danial, & Rajagukguk, M. (2017). Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 kV Akibat Pembebanan Lebih di PT.PLN (Persero) Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1–7.
- Harlow, J. H. (2011). *Electric Power Transformer Engineer*. 1–5.
- Hermawan, A., Sutjipto, R., Irmadhani Hidayat, S., & Berlian Suryaningtyas, F. (2020). Studi Pengaruh Pembebanan sebagai Dasar Scheduling Maintenance untuk Meminimalisir Susut Umur Transformator 1 GI Blimbing. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 7(3), 33–38.
<https://doi.org/10.33795/elposys.v7i3.16>
- Kodoati, K. A., Lisi, F., & Pakiding, M. (2015). Analisa Perkiraan Umur Transformator. *Jurnal Teknik Elektro*, 4(3), 35–43.
- Nasution, E. S., Pasaribu, F. I., Arfianda, M., Studi, P., Elektro, T., Muhammadiyah, U., Utara, S., Studi, P., Elektro, T., Muhammadiyah, U., Utara, S., Elektro, J. T., Islam, U., Utara, S., Studi, P., Elektro, T., Muhammadiyah, U., Utara, S., Buchollz, R., ... Science, H. (2019). Rele diferensial sebagai proteksi pada transformator daya pada gardu induk. *Ready Start*, 02(1), 179–186.
- Prasetyo, G. (2021). *Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Transformator Daya PT. PJB Muara Karang dengan Menggunakan Metode Montsinger* (pp. 1–10).
- Pujiono, & Pambudi Prastyono Eko, M. (2016). Analisis Pembebanan Terhadap Usia Pakai Transformator Tenaga di Gardu Induk 150 kV. *Jurnal Elektrikal*, 3(1), 11–20.
- Putinela, Y. (2020). *Analisis Kualitas Dan Perkiraan Sisa Usia Pakai Transformator Daya Pada Plta Wonogiri Akibat Pembebanan Publikasi Ilmiah*.
- Siburian, J., Jurusan, D., Elektro, T., & Darma, U. (2019). Karakteristik transformator. *Jurnal Teknologi Energi UDA*, VIII(21), 21, 23.
- Soedjarwanto, N., & Nama, G. F. (2019). Monitoring Arus , Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of

Things. *Eeccis*, 13(3), 128–133.

Subianto. (2015). *Studi Sistem Proteksi Rele Diferensial Pada Transformator Pt. Pln (Persero) Keramasan Palembang*. 32–41.

Tambunan, J. M., Hariyanto, A., & Tindra, W. K. (2015). Kerja Pembebanan Dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 150/20 kV 60 MVA. *Sutet*, 5(2), 91–99.

Wuwung, J. O. (2010). Pengaruh Pembebanan Terhadap Kenaikan Suhu Pada Belitan Transformator Daya Jenisterendam Minyak. *Tekno*, 8(52), 29–39.