

ANALISIS METODE *UPRATING* TRANSFORMATOR PADA GARDU DISTRIBUSI TERHADAP *OVERLOAD* di PT.PLN ULP KUPANG

ANALYSIS OF TRANSFORMATOR *UPRATING* METHODS IN DISTRIBUTION GUARDUES ON *OVERLOAD* at PT PLN ULP KUPANG

I Made Parsa¹⁾ dan Alize Cormidiana Abel²⁾

¹⁾ Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, FKIP, Universitas Nusa Cendana

²⁾ Teknik Elektro, SMK Negeri 2 Kupang

e-mail: madeparsa@staf.undana.ac.id dan alizeabel91@guru.smk.belajar.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode *uprating* terhadap *overload* (Beban Lebih) di PT.PLN (Persero) ULP Kupang, dan untuk menganalisis besar pengaruh metode *uprating* terhadap *overload* (Beban lebih). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah, Kuantitatif Murni. Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi lapangan, yakni pengukuran secara langsung ditempat objek penelitian, dan untuk mengetahui pengaruh serta besar pengaruh dilakukan dengan membandingkan data pengukuran dan perhitungan secara matematis pada transformator distribusi sebelum dan sesudah melakukan proses *uprating*, dan melakukan analisis menggunakan IBM SPSS 29.0, untuk mendapatkan persentase pengaruh dan besar pengaruh *uprating* terhadap *overload* (Beban Lebih). Hasil penelitian dari 32 gardu yang diambil sebagai sampel, menunjukkan bahwa besar pengaruh *uprating* terhadap *overload* (Beban Lebih) sebesar 0,223 (22,3 %) dengan beban paling tinggi adalah 98,61 sebelum melakukan *uprating*, setelah melakukan *uprating* besar pengaruhnya 0,530 (53%) dengan beban paling tinggi 75,56, sisanya sebesar 47% dipengaruhi oleh variabel lain. Selisih antara nilai persentase pengaruh sebelum dan sesudah *uprating* 30,7%. Berdasarkan interval koefisien menunjukkan bahwa metode *uprating* mempunyai korelasi kuat dan arah hubungan positif, mempengaruhi *overload* (Beban Lebih), sedangkan besar pengaruhnya mempunyai korelasi sedang dan arah hubungan positif.

Kata kunci: Gardu distribusi, *Uprating*, *Beban Lebih*

Abstract

This study aims to analyze the effect of uprating method on overload in PT PLN (Persero) ULP Kupang, and to analyze the effect of uprating method on overload. The method used in this research is Pure Quantitative. Data collection was carried out by means of field studies, namely direct measurements at the object of research, and to determine the effect and magnitude of the effect carried out by comparing measurement data and mathematical calculations on distribution transformers before and after carrying out the uprating process, and analyzing using IBM SPSS 29.0, to get the percentage of influence and the magnitude of the effect of uprating on overload. The results of the research from 32 substations taken as samples, show that the effect of uprating on overload is 0.223 (22.3%) with the highest load is 98.61 before uprating, after uprating the effect is 0.530 (53%) with the highest load of 75.56, the remaining 47% is influenced by other variables. The difference between the percentage value of influence before and after uprating is 30.7%. Based on the coefficient interval, it shows that the uprating method has a strong correlation and positive relationship direction, affecting overload, while the amount of influence has a moderate correlation and positive relationship direction.

Keywords: Distribution substation, *Uprating*, *Overload*

PENDAHULUAN

Listrik sudah menjadi suatu bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia untuk saat ini. Listrik menunjang kebutuhan hidup manusia kebutuhan rumah tangga, transportasi, industri,

telekomunikasi, hiburan dan masi banyak lagi. Kemajuan teknologi yang sangat pesat pun tentunya diarenakan oleh peran listrik. Perkembangan di bidang ilmu teknik ketenagalistrikan berlangsung cepat pada

beberapa dekade terakhir. Hal ini antara lain dipicu oleh semakin pentingnya listrik di dalam kehidupan modern.

Terdapat beberapa upaya dalam mengatasi permasalahan *overload* transformator dan, yaitu dengan salah satu metode alternatif pemasangan transformator sisipan atau dengan melakukan uprating transformator. Namun dalam hal ini penulis mengambil metode uprating sebagai variabel yang akan diteliti, dari sekian banyak solusi mengatasi *overload*. Uprating transformator merupakan salah satu upaya dengan melakukan peningkatan kapasitas daya transformator 30 MVA menjadi 60 MVA pada sistem 150 kV / 20 kV. Uprating transformator pada dasarnya dilakukan untuk mencegah terjadinya *overload*, sehingga gangguan pada sistem distribusi dapat dihindari dan susut daya pada transformator dapat dikurangi. Namun jika uprating transformator dilakukan tanpa perhitungan dan perencanaan yang tepat, justru dapat meningkatkan susut daya transformator pada gardu distribusi.

Permasalahan *overload* (beban lebih) pada transformator juga sering terjadi di wilayah Penfui, yang merupakan wilayah kerja dari ULP Kupang. Di Wilayah Penfui yang sering mengalami *overload* ini mempunyai gardu dengan jumlah 100 lebih gardu. Hal ini peneliti dapatkan dari tim inspeksi gardu yang mengakses langsung dari sebuah aplikasi SIMANTRA. SIMANTRA merupakan sebuah sistem manajemen integrasi, informasi dan pertukaran data yang digunakan pada perusahaan PLN. Aplikasi tersebut berisikan sumber informasi mengenai kerusakan ataupun gangguan yang terjadi pada komponen kelistrikan di wilayah kerja tersebut. Data pada SIMANTRA ini diinput oleh tim inspeksi harian yang kemudian diakses oleh tim inspeksi gardu dalam menyelesaikan pekerjaan di lapangan. Berdasarkan data pada SIMANTRA (terdapat pada lampiran) salah satu contohnya pengukuran yang dilakukan pada tanggal 10 maret 2023 terdapat transformator yang sudah dalam peringatan kondisi *overload* dengan beban sebesar 73,41% dan beban fasa R 68, 86%. Trafo yang mengalami peringatan *overload* mempunyai nomor seri 1610444 dengan daya 200 KVA satu fasa pada gardu KT143 Penyulang Penfui.

LANDASAN TEORI

1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik. sistem

distribusi merupakan bagian penyaluran tenaga listrik yang diteruskan dari sistem transmisi Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah; Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), merupakan sub item tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat- pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir pada distribusi primer. Daya yang sama apabila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir akan semakin kecil, sehingga kerugian dayanya juga akan semakin kecil pula.

Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen melalui Saluran Rumah (SR).

2. Gardu Distribusi

Gardu merupakan salah satu komponen dalam kelistrikan yang digunakan sebagai tempat mengubah tegangan listrik dari tinggi menjadi rendah, dan sebaliknya juga untuk menjalankan beberapa fungsi lainnya. Gardu Distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi perlengkapan hubung bagi tegangan menengah (PHB-TM), transformator distribusi, dan perlengkapan hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan tegangan menengah maupun tegangan rendah.

Fungsi gardu distribusi adalah: menyalurkan tenaga listrik ke konsumen tegangan rendah, menurunkan tegangan

menengah ke tegangan rendah, dan Sebagai papan hubung bagi tegangan rendah. Konstruksi gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya yang kadangkala harus disesuaikan dengan peraturan Pemda setempat. Komponen-komponen gardu yaitu: Pengaman Trafo (FCO, Arrester), Trafo Distribusi, Kawat Penghantar, PHB-TR (Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah), dan grounding.

3. Transformator



Sumber: Dokumen Pribadi, Oktober 2023

Gambar 1. Trafo Distributor

Trafo Distribusi merupakan bagian penting dari jaringan distribusi, yaitu untuk menyesuaikan level tegangan agar sesuai dengan keperluan pelanggan. Trafo distribusi biasanya menggunakan pendingin minyak. Kumparan trafo dimasukan dalam tabung yang berisi minyak pendingin. Sesuai dengan fungsi transformator atau trafo untuk menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan, maka trafo pada sistem tenaga listrik di pasang di antara dua sistem yang mempunyai level tegangan yang berbeda. Sebagai contoh pada kedua ujung saluran transmisi. Pada ujung pengiriman atau sisi pembangkit di pasang trafo penaik tegangan, sedangkan pada sisi penerima di pasang trafo penurun tegangan. Dengan melalui trafo di harapkan besaran yang berubah adalah tegangan dan arus, tetapi daya relatif tetap.

Menurut Buku PLN Jilid 1: 2010 tentang Kriteria Desain Jaringan Distribusi mengatakan bahwa kapasitas daya transformator adalah sesuai dengan data teknik transformator pada nameplatnya. Transformator dapat dibebani terus menerus sesuai kapasitas dayanya dan dapat dibebani lebih besar dari kapasitas transformator

dengan merujuk pada standar PLN yang berlaku. Daya tersambung pada transformator adalah total daya tersambung pada suatu transformator.

Dalam menghitung presentase pembebanan suatu transformator dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$\text{KVA beban} = (I_1 \times V.R) + (I_2 \times V.S) + (I_3 \times V.T)$$

$$\%b = \frac{\frac{K}{K} \frac{b}{T}}{\frac{K}{K} \frac{b}{T}} 100\%$$

4. Pembebanan Transformator

Transformator dapat dibebani terus-menerus sesuai kapasitas dayanya dan dapat di bebani lebih besar dari kapasitas transformator dengan merujuk pada standar PLN yang berlaku. Oleh karena itu, pelayanan terhadap beban haruslah terjamin kontinuitasnya untuk menjaga kehandalan dari sistem tenaga listrik. Untuk mencapai kehandalan tersebut, suatu sistem tenaga listrik harus mampu mengatasi semua gangguan yang terjadi tanpa melakukan pemadaman terhadap bebannya. Pembebanan mengakibatkan peningkatan temperatur pada transformator. Panas yang timbul pada besi (inti) dan tembaga (kumparan) mengakibatkan terjadinya penguraian dari bahan-bahan transformator yang dapat mempercepat proses penuaan suatu transformator.

Pola pembebanan transformator distribusi hendaknya mengikuti karakteristik transformator sesuai dengan spesifikasi transformator sesuai SPLN no. 50:1997, agar didapatkan susut yang minimal yaitu pembebanan transformator sebesar 60% -70% dari kapasitas transformator. Untuk memenuhi kriteria tersebut maka perlu dicantumkan secara jelas spesifikasi transformator distribusi dalam setiap pengadaannya, dan dilaksanakan tes sampling sebelum transformator digunakan dalam operasional. Perencanaan beban optimal pada transformator dibatasi maksimal 80% dan minimal 40 % terukur dari arus nominal transformator.

5. *Overload* Transformator

Menurut Zuhail (2000) dalam bukunya yang berjudul Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, *overload* terjadi karena beban yang terpasang pada trafo melebihi kapasitas maksimum yang dapat dipikul trafo dimana arus beban melebihi arus beban penuh (*full load*) dari trafo. *Overload* akan

menyebabkan trafo menjadi panas dan kawat tidak sanggup menahan beban, sehingga timbul panas yang mengakibatkan naiknya suhu lilitan, kenaikan tersebut mengakibatkan rusaknya trafo.

6. Metode Uprating



Sumber: Dokumen Pribadi, Oktober 2023

Gambar 2. Metode Uprating Transformator

Metode uprating transformator berfungsi untuk mengatasi *overload* (beban lebih) yang dihasilkan pada transformator. Akibat semakin bertambah pelanggan listrik atau beban listrik maka pihak PLN perlu meningkatkan kualitas daya transformator agar penyaluran daya ke masyarakat dapat disalurkan dengan baik dan terhindar dari terjadinya gangguan yang berakibat fatal terhadap komponen listrik seperti trafo maupun gardu atau alat pengaman lainnya. Metode uprating paling simpel atau mudah tanpa syarat-syarat apapun untuk mengatasi transformator *overload*. Metode uprating yaitu penambahan daya transformator dari 100kVA menjadi 200kVA, 200kVA di uprating menjadi 400kVA.

Proses uprating pada transformator ini terjadi pada penyaluran beban ke konsumen yang mengalami peningkatan. Peningkatan ini bersamaan dengan permintaan daya listrik oleh konsumen yang semakin meningkat, baik rumah tangga maupun diindustri yang ada disekitar. Hal ini disebabkan karena banyaknya aktivitas pelanggan yang melibatkan daya listrik yang secara bersamaan menuntun perusahaan listrik agar semakin mengoptimalkan daya listrik yang disalurkan ke masyarakat. Adapun beberapa dampak yang diterima ketika melakukan uprating pada transformator yang mengalami *overload* (beban lebih).

Dampak dari uprating Transformator yang pertama adalah meningkatkan level tegangan.

Dampak kedua yang dihadapi adalah turunnya nilai faktor beban. Untuk mengatasinya diperlukan peningkatan promosi oleh Tim Niaga PLN agar faktor beban meningkat. Dampak ketiga dari uprating transformator adalah berubahnya nilai impedansi transformator yang berpengaruh terhadap besarnya arus hubung singkat. Dampak keempat adalah nilai SAIDI dan nilai SAIFI juga mengalami penurunan dari. Konsekuensi yang mungkin harus dialami dalam melakukan uprating diantaranya adalah perlu biaya investasi transformator. Kedua adalah melakukan resetting relai arus lebih sebagai konsekuensi dari perubahan nilai impedansi. Konsekuensi ketiga adalah diperlukan penambahan relai gangguan tanah terbatas sebagai proteksi utama transformator untuk melindungi wilayah yang belum terproteksi oleh relai differensial.

METODE PENELITIAN

Menurut Sugiyono (2018) metode survey adalah metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mendapatkan data yang terjadi pada masa lampau atau saat ini, tentang keyakinan, pendapat, karakteristik, perilaku hubungan variabel dan untuk menguji hipotesis tentang variabel sosiaologi dan psikologis dari sampel yang diambil dari populasi tertentu

1. Metode Menentukan Pembebanan sebelum dan sesudah uprating

1. Pengukuran daya transformator

Peneliti melakukan pengukuran daya pada transformator yang mengalami *overload*. Dalam hal ini, daya transformator langsung dapat diamati pada transformator. Adapun alat dan bahan yang disiapkan berupa tang ampere, alat tulis, kamera dan trafo yang mengalami *overload* tersebut.

2. Pengukuran arus beban pada transformator
Peneliti melakukan pengukuran arus beban pada transformator menggunakan Tang Ampere.

3. Pengukuran tegangan sekunder pada transformator

Peneliti mengukur tegangan sekunder pada transformator pada masing- masing fasa R, S, dan T. Pengukuran dilakukan menggunakan Tang Ampere.

4. Perhitungan presentasi pembebanan sebelum diuprating.

Peneliti melakukan perhitungan nilai pembebanan berdasarkan rumus yang digunakan.

5. Proses uprating
Melakukan penggantian trafo yang mengalami *overload* dengan trafo yang dayanya lebih besar agar bisa mengcover semua kebutuhan arus sebelumnya yang sudah melewati batas. Transformator tersebut diganti secara langsung oleh tim layanan teknik PLN ULP Kupang. Kemudian menentukan Kembali daya yang dipakai dan seberapa besar persentasi uprating tersebut.
 6. Perhitungan Persentase pembebanan sesudah di uprating
Melakukan perhitungan persentase pembebanan sesuai pada rumus yang tertera di bab kedua.
 7. Analisis
Peneliti menganalisis hasil pengukuran pembebanan sebelum dan sesudah diuprating, untuk mengetahui seberapa besar persentase pembebanan transformator. Peneliti juga perlu membandingkan data pembebanan sebelum dan sesudah si uprating untuk melihat apakah ada dampak dari uprating terhadap *overload*, peneliti juga menganalisis data yang telah di dapat dengan menggunakan IBM SPSS versi 29.0.
2. Teknik Pengumpulan Data
 1. Pengukuran
Melakukan pengukuran arus fasa R S T dan N, Juga mengukur tegangan primer dan sekunder.
 2. Pengolahan Data
Pengolahan data adalah suatu proses dalam memperoleh data ringkasan atau angka ringkasan dengan menggunakan rumus-rumus tertentu.
 3. Penyajian Data Penelitian
Data yang sudah diolah, agar muda dibaca perlu ditampilkan kedalam bentuk-bentuk tertentu. Penampilan data yang sudah diolah disebut penyajian data. Penyajian data ini memiliki kegunaan, antara lain: Menunjukkan perkembangan suatu keadaan dan sebagai perbandingan pada suatu waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskriptif Data Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN (Persero) ULP Kupang, Jl. Palapa, Kecamatan

Oebobo, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Peneliti melakukan penelitian ini di gardu milik PT. PLN ULP Kupang yang mengalami permasalahan *overload* (Beban lebih). Menurut Zuhail (2000) dalam bukunya yang berjudul Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, *overload* terjadi karena beban yang terpasang pada trafo melebihi kapasitas maksimum yang dapat dipikul trafo dimana arus beban melebihi arus beban penuh (full load) dari trafo. *Overload* akan menyebabkan trafo menjadi panas dan kawat tidak sanggup menahan beban, sehingga timbul panas yang mengakibatkan naiknya suhu lilitan, kenaikan tersebut mengakibatkan rusaknya trafo.

Beban lebih pada transformator murni diakibatkan oleh pelanggan, menurut hasil wawancara langsung dengan petugas PLN (Admin Teknik), *Overload* terjadi diawali oleh beban yang pincang atau tidak merata di tiap fasa pada gardu distribusi. Beban yang dihasilkan tergantung pemakaian oleh pelanggan. Jika beban yang dihasilkan sudah atau hampir melewati batas kapasitas transformator maka akan menyebabkan trafo jebol, yang mengakibatkan pada rusaknya transformator. Selain itu rusaknya trafo juga mengakibatkan kerugian bagi pelanggan dan juga perusahaan (PLN). Bagi pelanggan akan terjadi rusaknya alat – alat elektronik di rumah, sedangkan bagi perusahaan akan mengakibatkan kerugian pada aset, karena harga transformator yang sangat mahal.

B. Data Hasil Penelitian

Tabel 1. Data Teknis Transformator Sebelum Uprating

No.	Penyulang	Nama Gardu	Lokasi	Daya/ Fasa	Merk
1	Oesapa	KT 261	Jl. Timor Raya	100 KVA / 3	B&D
2	Oesapa	KT 254	Jl. Timor Raya	100 KVA/3	Trafindo
3	Oebelo	KT 055	Jl. Timor Raya	100 KVA	KLTR
4	Bandara	KT 111	Kaniti	50 KVA/3	STL
5	Bismarak	KT 363	Kaniti	50 KVA/3	B&D

Tabel 2. Data Teknis Transformator Sesudah Uprating

No.	Penyulang	Nama Gardu	Lokasi	Daya/ Fasa	Merk
1	Oesapa	KT 261	Jl. Timor Raya	160 KVA / 3	STL
2	Oesapa	KT 254	Jl. Timor Raya	160 KVA/3	STL
3	Oebelo	KT 055	Jl. Timor Raya	160 KVA/3	STL
4	Bandara	KT 111	Kaniti	100 KVA/3	B&D
5	Bismarak	KT 363	Kaniti	100KVA/3	LCL

1. Data Hasil Pengukuran pada Gardu Sebelum dan Sesudah diuprating

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran pada Gardu Sebelum Upating

daya	Arus (Ampere)				Tegangan sisi sekunder (V)			Persen Beban (%)
	R	S	T	N	RN	SN	TN	
100	84 A	191 A	155 A	110 A	230 V	229 V	229 V	98,55%

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran pada Gardu Sesudah Upating

daya	Arus (Ampere)				Tegangan sisi sekunder (V)			Persen Beban (%)
	R	S	T	N	RN	SN	TN	
160	133 A	139 A	141 A	58 A	224 V	222 V	223 V	57,56%

2. Perhitungan Pembebanan

1. **KT 261**

sebelum uprattting (100 KVA)

$$\text{Beban fasa R} = IR \cdot V \cdot RN \quad \text{S} = IS \cdot V \cdot SN \quad \text{T} = IT \cdot V \cdot TN$$

$$155 \cdot 229 = 84 \cdot 230 = 191 \cdot 229 =$$

$$35 \cdot 495 = 19 \cdot 320 = 43 \cdot 739 =$$

$$\text{Beban (KVA)} = 98,554$$

$$\% \text{ Beban} = \frac{K}{K} \cdot \frac{b}{T} \cdot 100\%$$

$$= \frac{98,55}{100} \times 100 = 98,55\%$$

Persen Beban masing- masing fasa

$$\begin{aligned} R &= \text{beban fasa R} / \text{KVA Trafo} \times 100 \\ &= 19,320 / 100 \times 100 \\ &= 19,32\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \text{beban fasa S} / \text{KVA Trafo} \times 100 \\ &= 43,739 / 100 \times 100 \\ &= 43,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= \text{beban fasa R} / \text{KVA Trafo} \times 100 \\ &= 35,495 / 100 \times 100 \\ &= 35,50\% \end{aligned}$$

sesudah uprating (160 KVA)

$$\text{Beban fasa R} = IR \cdot V \cdot RN \quad \text{S} = IS \cdot V \cdot SN \quad \text{T} = IT \cdot V \cdot TN$$

$$141 \times 223 = 133 \times 224 = 139 \times 229 =$$

$$31,443 = 29,792 = 30,858 =$$

$$\text{Jumlah beban fasa RST} = 92,093$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Beban} &= \frac{K}{K} \cdot \frac{b}{T} \cdot 100\% \\ &= \frac{92,09}{160} \times 100\% \\ &= 57,56\% \end{aligned}$$

Persen Beban masing- masing fasa

$$\begin{aligned} R &= \text{beban fasa R} / \text{KVA Trafo} \times 100 \\ &= 29,792 / 160 \times 100 \\ &= 18,62\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \text{beban fasa R} / \text{KVA Trafo} \times 100 \\ &= 30,858 / 160 \times 100 \\ &= 19,29\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= \text{beban fasa R} / \text{KVA Trafo} \times 100 \\ &= 31,443 / 160 \times 100 \\ &= 19,65\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN

1. Terdapat pengaruh uprating terhadap *overload* (beban lebih). Berdasarkan, hasil analisis regresi diperoleh nilai Berdasarkan hasil pengujian tabel diatas diperoleh nilai $t_{hit} = 5,8$. Nilai Signifikan (Sig.) Sebesar $< 0,001$, dan nilai $t_{table} = (d = 32 - 2 = 30 \text{ yaitu dua arah} / 0,025)$ maka diperoleh $t_{table} = 2,0$ sehingga $5,820 > 2,042$ dan signifikansinya sebesar $< 0,001 < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh uprating terhadap beban lebih (*overload*).
2. Besarnya pengaruh variabel uprating mempengaruhi beban lebih (*overload*) didapat nilai koefisien determinasi (R Square), sebesar 0,441. Nilai tersebut diinterpretasikan dengan presentasi nilai antara uprating mempengaruhi beban lebih (*overload*) adalah **0,530** atau **53,0 %** Uprating mempengaruhi beban lebih (*overload*) yang dihasilkan dan sisanya sebesar **47%** dipengaruhi oleh variabel lain.
3. Berdasarkan hasil analisis data yang menggunakan IBM SPSS versi 29.0 dapat diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel uprating mempengaruhi beban lebih (*overload*) sebelum dilakukan uprating sebesar **0,223** atau **22,3 %** dan setelah dilakukan uprating pengaruh meningkat sebesar **0,530** atau **53,0 %**. Nilai tersebut menunjukkan bahwa uprating mempengaruhi beban lebih (*overload*) mempunyai korelasi kuat dan arah hubungannya adalah positif. Berdasarkan data yang diperoleh dan dilihat dari hasil uji menggunakan SPSS, maka selisih pengaruh antara uprating terhadap *overload* (Beban Lebih) adalah sebesar **30,7%**.
4. Berdasarkan pada hasil penelitian diatas, bahwa pada dasarnya Pengukuran arus pada gardu selalu menggunakan Tang Ampere. Sebelum melakukan pengukuran harus terlebih dahulu memberitahukan kepada inspeksi gardu maupun yang bertugas saat itu, agar mereka bisa mendampingi peneliti dalam melakukan pengukuran. Tahap awal melakukan pengukuran arus pada gardu untuk

masing-masing fasa RST, mengukur tegangan primer dan sekunder, dan mengamati daya pada KVA trafo (untuk daya sebelum dan sesudah uprating tidak perlu menggunakan rumus dalam pengukuran, karena pada trafo sudah tertera daya yang dipakai). Setelah mendapatkan data- data pengukuran tersebut dilakukan perhitungan pembebanan trafo yaitu dengan terlebih dahulu menghitung KVA beban sesuai rumus pada bab 2, setelah mendapatkan KVA beban kemudian untuk mencari presentasi pembebanannya dicari dengan membagi total KVA beban dengan KVA trafo kemudian dikali 100 % untuk mendapatkan nilai pembebanan trafo.

5. Berdasarkan teori yang sudah dirumuskan oleh peneliti sebelumnya, bahwa uprattng sangat berdampak bagi *overload* (beban lebih) dan sesuai dengan penelitian yaitu mempunyai pengaruh yang signifikan antara variabel yang satu dengan yang lain dengan arah pengaruh positif. Dan dalam melaksanakan metode penelitian, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap dan sesuai dengan instansi (PLN) sangat penting sebagai sarana K3, dan perlu bimbingan dari petugas lapangan yang berkompeten di bidang penelitian tersebut, peneliti tidak diijinkan untuk mengukur langsung melainkan hanya mengamati dan mengambil eviden (dokumentasi) sesuai kebutuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada Lembaga Prodi PTE FKIP Undana dengan SMK N 2 Kupang yang sudah membantu dalam Motivasi, Sarana dan Biaya Penelitian ini.

REFERENSI

- A. Fatoni, dkk. (2016). Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) Rayon Lumajang dengan Metode FMEA. Vol.5, no.2, pp. 1-6.
- A.N Dien, P.B. Adlan. (2020). Analisis Dampak Dan Konsekuensi Dari Uprating Transformator-1 Di Gardu Induk Bumi Semarang Baru 150 kV. 5.
- Adriyansah, dkk. (2022). Analisis Transformator Sisipan Pada Uprating Transformator Dalam Mengatasi Overload di PT. PLN ULP MATTOANGING. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, 6.
- Adriyansah, dkk. (2022). Analisis Transformator Sisipan Pada Uprating Transformator

- Dalam Mengatasi Overload Di PT. PLN ULP Mattoanging. *Jurnal Media Elektrik*, 6.
- Alimuiddin, dkk. (2014). Analisis Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi untuk Identifikasi Beban Lebih serta Estima Jatuh Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah. *Conference on Industrial Electrical and Electronics Proceedings.*, 210.
- Arismunandar. (1979). Teknik Tenaga Listrik III. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Asmi, R. N. (2011). Penentuan Umur Pemakaian Transformator Distribusi Dengan Metode Tingkat Tahunan. *Jurnal. USU*, Medan.
- B, S. (n.d.). Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT. PLN (Cabang) Pontianak. Universitas Tanjungpura, 8.
- Badaruddin, F.A. Fery. (2016). Analisa Minyak Transfromator Pada Transformator Tiga Fasa di PT X. *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana, 83.
- Benu, F. L., & Benu, A. S. (2019). Metodologi Penelitian Kuantitatif. Jakarta: KENCANA.
- Fatmawati, A. (2020). Studi Pembebanan Transformator Distribusi Tipe Voltra 100 Kva. Politeknik Bosowa, Makassar.
- Fretes, R. A. (2022). Analisis Penyebab Kerusakan Transformator Menggunakan Metode RCA Di PT.PLN (Persero) Kantor Pelayanan KIANDRAT. *ARIKS Vol.16 no. 2 Universitas Kota Ambon*, 8.
- G.A Putra Yoga. (2017). Analisis Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di Wilayah Lampung Berdasarkan Ketersediaan Daya Pada Tahun 2016. p.20.
- Harry Soekotjo, dkk. (2013). Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Penyulang Jember Kota Dan Kalisat Di PT. PLN APJ Jember. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, Universitas Brawijaya, 9.
- Irwan K.S, dkk. (2020). Pembebanan Transformator Tenaga Pada Gardu Listrik di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Politeknik Penerbangan Indonesia.
- Kadek, dkk. (2018). Analisis Penambahan Transformator Sisipan untuk Mengatasi Overload Pada Transformator DB0244 di Penyullang Sbelangga.
- Kadir, A. (1979). Transformator. Pradya Paramita, Jakarta.
- Koutsoyiannis, A. (1978). Theory Of Econometrics.

- L. Latupeirissa., H. (n.d.). Analisis UMur Pakai Transformator Distribusi 20 KV di PT.PLN Cabang Ambon. Politeknik Negeri Ambon Vol.8 No.2.
- M. Andi. (2020). Analisis Penambahan Transformator Sisipan Pada Penyulang ULP Mattoanging. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, 76.
- Marsudi, D. (2011). Pembangkit Energi Listrik Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Mertasana, P. A. (2015). Upaya Mengatasi Beban Lebih Pada Gardu Distribusi 160 Kva pada Penyulang Kelan Tuban. Universitas Udayana. Bali.
- Mohamad T.N & Fauziah D. (2021). Penanggulangan Overload Transformator Distribusi dengan Metode Uprating di Gardu PNBS 20 kV ULP Pangandaran. Mohtrian edititor. Prosiding Seminar Nnasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi 293, 12.
- Muhammad, R. (2021). Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya di PT. PLN (Persero) Ulp Langkep; Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Najmul, dkk. (2017). Analisis Pemasangan Transformator Sisipan Pada Saluran Transformator Distribusi Penyulang Pugutan.
- Nikmah, D. A. (2020). TRANSFORMATOR-1 DI GARDU INDUK BUMI SEMARANG BARU 150 KV.
- Panjaitan, S. I. (n.d.). Studi Pengaruh Beban Lebih Terhadap Kinerja Relay Arus Lebih Pada Transformator Daya. Universitas Maritim Raja Ali Haji, 13.
- Pebrisasvian AT, Dkk. (n.d.). Analisis Sisip Transformator DIstribusi Terhadap Perbaikan Overload Dan Tegangan Ujung Gardu BNS-0126 Di PT. PLN (Persero) UP3 Barabai. Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin Kalimantan Selatan, 7.
- Primadani, R. (2014). Prototype Monitoring Overload Transformator Distribusi Menggunakan Mikrokontroler. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- PT PLN (Persero). (2007). SPLN D3.002-1:2007. Spesifikasi Transformator Distribusi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- PT.PLN (Persero). (2009). Himpinan Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik, Transformator Tenaga. Jakarta Selatan: No. Dokumen 1-22/Harlur-PST.
- PT.PLN (Persero). (2010). Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta: Universitas Indonesia.
- PT.PLN. (2010). Kriteria Desain Jaringan Distribusi Jilid 1.
- Samsurizal, Benyamin Hadinoto. (2020). Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya di PT. PLN (Persero) UP3 Pondok Gede. Vol.9 No.1. Redaksi ssKilat, 139.
- Seran, F. F. (2022). Analisis Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Penggunaan Pompa Air DC Yang Disuplay oleh Tenaga Surya. Universitas Nusa Cendana, 109.
- Sigid, P. (2009). Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&B. Bandung: CV ALFABETA.
- Suhadi, dkk. (2008). Teknik Distribusi Tenaga Listrik untuk SMK jilid II. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah menengah Kejuruan.
- Sumanto. (1996). Teori Transformtor. Yogyakarta: Andia Offset.
- Supardi. (2013). Aplikasi Statistika Dalam Penelitian Konsep Statistika yang Lebih Komperhensif. Jakarta: Change Publication.
- Susanto M.R.W. (2020). Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN (Persero) ULP Pangkep. Universitas Muhammadiyah Makassar, 61.
- Suswanto, D. (2009). Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang.
- Sutawinajaya, dkk. (2014). Studi Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk menopang Beban Lebih dan Drop Tegangan Pada Trafo Distribusi Ka 1516 Penyulang Budk Menggunakan Simulasi ETAB.
- Syufrijal & Readysan Monantum. (n.d.). Buku Ajar Sistem Distribusi Tenaga Listrik. 2014.
- T.A. Bondan Laksono. (2015). Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Di PT. PLN (Persero) UPJ Bantul. 7-36.

- Tanjung A & Atmam. (2016). Analisis Kinerja Transformator Distribusi Rusunawa. ISSN., 34-40.
- Utomo, P. (2019). Studi Analisis Kualitas Transformator Daya Induk 150 KV Siantan. 11.
- W.A. I Made, dkk. (2017). Analisis Perbandingan Antara Penggunaan Transformator Sisipan Dan Uprating Transformator Dalam Menanggulangi Drop Tegangan Pada Gardu Distribusi KA 0819 Penyulang Mumbul. *Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 159.
- Widyastuti L.N. (2014). Analisis Gangguan Transmisi Listrik Listrik Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA). *Jurnal Elektrikal*, 30.
- Wijaya, A. (n.d.). slideplayeri.info/amp. Retrieved from <https://slideplayer.info/amp/12747585/>
- Yuliara, I. M. (2016). Regresi Linier Sederhana. Bali.
- Yusuf Mapeasse, M. (2007). Studi Sistem Proteksi Transformator Daya Gardu Induk 150 kV Tello PT. PLN (Persero) Wilayah Sulsestrabar. *Jurnal Media Elektrik* Volume 2, Nomor 2, Desember.
- Zuhal. (1995). Dasar Tenaga Listrik. Penerbit ITB, Bandung. Politeknik Negeri Sriwijaya, Kota Palembang, 15.
- Zuhal. (2000). Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.