



Manuver Trafo Distribusi Di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota Dengan Mutasi Trafo

¹Winda Puspitasari ²Arfitariah ³Hardianto

¹Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang, ²Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang, ³Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang

1nda.cilik@gmail.com, 2Fittarhia@gmail.com, 3hardi16september@gmail.com

ABSTRACT

The Power Distribution System is basically a process for delivering electricity from a 150 kV power transmission system to a consumer, either 20 kV consumer or a 380/220 V consumer. The more complex distribution system of the network is the Low Voltage distribution system (380 / 220V), because the network of low voltage distribution system has a very wide network coverage. It is important for an electric power manager to ensure the availability of electric power in sufficient quantities and the level of service quality according to standards. One of the most important assets in the electricity supply business is the distribution transformer. Overloading, low transformer efficiency and excessive temperature rise have been known as factors that affect the decrease in transformer workability. Therefore, it is necessary to carry out routine transformer management, one of which is through transformer mutations in order to optimize the performance of a distribution transformer. The purpose of this study is to improve the performance of distribution transformers at PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota which have excessive loading and low performance. By using the method of mathematical calculations and analysis, it can be seen the loading of the existing distribution transformer. Furthermore, the calculation of efficiency and determine the transformer that must be mutated. The results of this study indicate that the transformer mutation can improve the percentage of loading and transformer efficiency. As in the KSB0166 transformer which previously had a loading percentage of 93% after a transformer mutation, the load became 74,4% and there was an increase in the efficiency of the transformer which was originally 98,17% after the transformer mutation the efficiency became 98.50%.

Keywords: Distribution transformer, Power load, Efficiency, Transformer relocat

ABSTRAK

Sistem Distribusi Tenaga Listrik pada dasarnya adalah suatu proses untuk menyalurkan tenaga listrik dari sistem transmisi tenaga listrik 150 kV ke konsumen, baik konsumen 20 kV ataupun konsumen 380/220 V. Sistem distribusi yang lebih kompleks jaringannya adalah sistem distribusi Tegangan Rendah (380/220V), karena jaringan sistem distribusi tegangan rendah mempunyai cakupan jaringan yang sangat luas. Penting bagi sebuah pengelola tenaga listrik untuk memastikan ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup dan tingkat mutu pelayanan sesuai standar. Salah satu aset yang paling penting dalam bisnis penyediaan ketenaga listrikan adalah trafo distribusi. Pembebanan lebih, efisiensi trafo yang rendah serta kenaikan suhu yang berlebihan sudah dikenal sebagai faktor yang mempengaruhi turunnya kemampuan kerja trafo. Oleh karena itu, perlu dilakukan manajemen trafo secara rutin salah satunya dengan mutasi trafo agar dapat mengoptimalkan kinerja sebuah trafo distribusi. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan kinerja trafo distribusi di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota yang memiliki pembebanan berlebih dan kinerja rendah. Dengan menggunakan metode perhitungan matematis serta analisis, dapat diketahui pembebanan trafo distribusi yang ada. Selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi dan menentukan trafo yang harus di mutasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa mutasi trafo dapat memperbaiki persentase pembebanan dan efisiensi trafo. Seperti pada trafo KSB0166 yang sebelumnya memiliki persentase pembebanan 93% setelah dilakukan mutasi trafo pembebanannya menjadi 74,4% dan terdapat kenaikan efisiensi trafo yang semula 98,17% setelah di lakukan mutasi trafo efisiensi nya menjadi 98,50%.

Kata Kunci: Trafo distribusi, Pembebanan, Efisiensi, Mutasi trafo.



I. PENDAHULUAN

Ketersediaan tenaga listrik sangat penting bagi masyarakat baik untuk konsumsi rumah tangga, bisnis, industri serta sektor lainnya. Penting bagi sebuah pengelola tenaga listrik untuk memastikan ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup dan tingkat mutu pelayanan sesuai standar. Oleh karena itu, penting bagi sebuah pengelola tenaga listrik untuk menemukan pengelolaan optimal yang berfokus kepada aspek teknis dan efektivitas biaya atau manajemen asset [1].

Salah satu aset yang paling penting dan memerlukan investasi terbesar dalam bisnis penyediaan ketenaga listrik adalah trafo distribusi. Trafo distribusi adalah transformator yang bekerja untuk mentransformasikan tegangan tinggi (primer) menjadi tegangan rendah (sekunder) yang siap digunakan oleh konsumen untuk memenuhi kebutuhan listriknya. Kemampuan suatu transformator distribusi untuk melayani beban dapat kita lihat dari kapasitas transformator tersebut [2].

Manajemen trafo yang efektif memiliki tujuan untuk mencapai keseimbangan antara keandalan sistem, biaya operasi dan biaya perawatan. Kegagalan pada trafo seperti *overload*, *over voltage*, dan *black out events* menimbulkan efek yang signifikan pada proses bisnis penyediaan listrik [3]. Pembebanan lebih, efisiensi trafo yang rendah serta kenaikan suhu yang berlebihan sudah dikenal sebagai faktor yang mempengaruhi turunnya kemampuan kerja trafo. Oleh karena itu, perlu dilakukan manajemen trafo secara rutin salah satunya dengan mutasi trafo dengan perhitungan yang sesuai agar dapat mengoptimalkan kinerja sebuah trafo distribusi.

PT PLN (Persero) sebagai salah satu penyedia tenaga listrik utama di Indonesia memiliki jutaan aset trafo distribusi yang harus dijaga kualitasnya agar dapat memberikan pelayanan listrik secara kontinyu kepada pelanggan. Di PLN Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota sendiri terdapat 437 buah trafo distribusi yang digunakan untuk melistriki 78.118 pelanggan tersebar di Kota Bontang. Dengan jumlah pelanggan dan kebutuhan energi listrik yang terus bertambah setiap waktu, maka PLN Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota perlu melakukan perhitungan pembebanan trafo secara rutin dan melakukan mutasi terhadap trafo distribusi yang memiliki kinerja kurang baik. Mutasi trafo tersebut dilakukan karena dapat menekan biaya yang cukup besar dari pada membeli trafo baru. Karena pada masa pandemi ini banyak anggaran

yang dikurangi untuk pemeliharaan maupun perluasan.

Sistem Distribusi Tenaga Listrik pada dasarnya adalah suatu proses untuk menyalurkan tenaga listrik dari sistem transmisi tenaga listrik 150 kV ke konsumen, baik konsumen 20 kV ataupun konsumen 380/220 V. Sistem distribusi yang lebih kompleks jaringannya adalah sistem distribusi Tegangan Rendah (380/220V), karena jaringan sistem distribusi tegangan rendah mempunyai cakupan jaringan yang sangat luas [4]. Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. 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; 1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan). 2. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi [5].

Sebuah trafo distribusi dikatakan memiliki kinerja yang baik diantaranya apabila pembebanannya tidak melebihi standar, temperatur tidak melebihi batas maksimum dan memiliki efisiensi yang bagus. Berdasarkan hal tersebut maka penulis mengambil judul “Manuver Trafo Distribusi Di Pt Pln (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota Dengan Mutasi Trafo”

II. METODE PENELITIAN

Penelitian optimalisasi kinerja trafo distribusi di PT PLN (Persore) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota dengan metode mutasi trafo ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota di Kota Bontang Kalimantan Timur. Metode mutasi trafo ini menggunakan data pengukuran trafo distribusi yang dilakukan di PLN Bontang Kota, dan database spesifikasi trafo yang ada.

2.1 Prosedur Penelitian

Pada tahapan ini peneliti melakukan *study literatur* pada penelitian yang sudah pernah dilakukan dengan membaca beberapa jurnal dan *ebook*. Kemudian dilanjut input data pengukuran trafo distribusi dan nameplate trafo yang diperlukan di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota. Jika data sudah lengkap maka akan dilakukan pengolahan data perhitungan pembebanan dan efisiensi trafo menggunakan perhitungan matematis. Kemudian dilanjut dengan menganalisa perbandingan hasil pembebanan serta efisiensi trafo setelah

dilakukan mutasi trafo. Setelah analisa diperoleh maka didapatkan kesimpulan dari hasil penelitian tersebut

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data-data pengoperasian pengukuran gardu trafo distribusi di PLN Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota, data nameplate trafo distribusi, *study literatur*, observasi langsung dan wawancara

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui besar pembebanan pada trafo distribusi yang ada di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota, maka diperlukan data pengukuran transformator distribusi. Setelah mendapatkan data pengukuran kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui pembebanan trafo yang ada.

3.1 Pengukuran Trafo Distribusi

Pengukuran transformator yang dilakukan meliputi pengukuran tegangan masing-masing fasa dengan netral, pengukuran tegangan antar fasa, pengukuran arus pada masing-masing fasa dan juga pengukuran arus yang mengalir pada netral. Pengukuran pada transformator distribusi minimal dilakukan sebanyak 2 kali dalam setahun agar dapat di evaluasi kondisi trafo tersebut secara rutin. Pengukuran trafo distribusi dilakukan saat kondisi beban puncak. Terdapat dua kondisi beban puncak yaitu kondisi beban puncak malam dan kondisi beban puncak siang. Pengukuran trafo saat beban puncak malam dilakukan sekitar pukul 18.00 sampai 20.00 untuk lingkungan pemukiman warga dan kondisi beban puncak siang dilakukan untuk trafo yang berada di daerah perkantoran atau bisnis sekitar pukul 10.00 sampai 13.00.

Pengukuran beban trafo distribusi di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Bontang Kota paling banyak dilakukan saat beban puncak malam, dengan mempertimbangkan karakteristik pelanggan yang berada di desa dan mayoritas rumah tangga serta tidak ada lokasi khusus perkantoran ataupun bisnis.

3.2 Perhitungan Pembebanan Trafo Distribusi

Dari besaran arus dan tegangan yang tertera pada data pengukuran trafo distribusi maka dapat dihitung besar pembebanan masing-masing trafo dengan menggunakan persamaan 2.3 Langkah pertama yang dilakukan yaitu dengan menghitung arus rata-rata pada masing-masing trafo. Arus rata-rata dapat

dihitung dengan menjumlahkan arus beban yang terukur pada setiap fasa dan jurusan, kemudian dibagi tiga. Arus rata-rata untuk trafo pada gardu KHD 0001 adalah sebesar :

$$I \text{ rata - rata} = \frac{I_{Rtot} + I_{Stot} + I_{Ttot}}{3}$$
$$I \text{ rata - rata} = \frac{(71 + 85) + (88 + 56) + (48 + 61)}{3}$$
$$I \text{ rata - rata} = \frac{(156) + (144) + (109)}{3}$$
$$I \text{ rata - rata} = \frac{(156) + (144) + (109)}{3} = \frac{409}{3}$$
$$= 136,33 \text{ A}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa besar arus rata-rata untuk trafo KHD0001 saat malam hari adalah 136,33 A. Arus rata-rata dibandingkan dengan arus full load trafo sesuai *nameplate* trafo, kemudian dikali 100%.

Dari data pengukuran tertera kapasitas trafo gardu KHD 0001 sebesar 160 kVA atau sama dengan 160.000 VA dan dengan tegangan sekunder untuk trafo 3 phase sebesar 400 V sesuai dengan spesifikasi umum transformator distribusi. Untuk menghitung arus full load trafo menggunakan rumus pada persamaan 2.1

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$
$$I_{FL} = \frac{160.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 231 \text{ A}$$

Dari perhitungan diatas arus full load untuk trafo distribusi KHD0001 adalah sebesar 231 A. Arus tersebut digunakan sebagai pembanding terhadap arus beban yang terukur untuk menghitung persentase pembebanan trafo. Arus full load merupakan arus trafo sesuai data rating pabrikan dalam kondisi beban penuh.

Setelah mengetahui besar beban arus rata-rata dan besar beban arus full load pada sebuah trafo, selanjutnya dapat dihitung persentase pembebanan trafo tersebut dengan membandingkan arus beban rata-rata dengan arus full load kemudian dijadikan persen, seperti pada persamaan 2.3 Persentase pembebanan untuk trafo KHD0001 adalah sebesar :

$$\% \text{ Pembebanan Trafo} = \frac{I_{\text{phase rata-rata}}}{I_{FL}} \times 100\%$$
$$\% \text{ Pembebanan Trafo} = \frac{136,33 \text{ A}}{231 \text{ A}} \times 100\% = 59 \%$$

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa persentase pembebanan trafo KHD0001 adalah sebesar 59%. Selanjutnya langkah-langkah perhitungan diatas diulangi untuk mendapatkan persentase pembebanan pada semua data pengukuran trafo. Langkah berikutnya dari hasil



persentase pembebanan nanti dilakukan evaluasi trafo mana yang perlu dilakukan manajemen untuk meningkatkan kinerja trafo tersebut.

SPLN merujuk pada standar IEC 60354 yang menyebutkan bahwa trafo dapat diijinkan memiliki pembebanan maksimal sebesar 90% pada ambient temperature 30 °C. Jika trafo berada pada pembebanan lebih dari 90% maka dikatakan kondisi trafo sudah darurat. Dan untuk trafo dengan pembebanan 80% sampai 90% dapat dikategorikan sebagai kritis sedangkan untuk trafo dengan pembebanan dibawah 80% dikriteriakan sebagai trafo dengan pembebanan normal. Mengacu pada standar tersebut, maka terdapat 1 buah yang pembebanannya sudah *overload* dan masuk pada kategori darurat.

3.3 Perhitungan Kapasitas Trafo Pengganti

Trafo distribusi KSB0166 memiliki pembebanan diatas 90% dan berada dalam kondisi trafo kategori darurat. Selanjutnya akan dilakukan manajemen trafo untuk trafo tersebut dengan cara mutasi trafo. Untuk mendapatkan trafo pengganti yang sesuai maka perlu dilakukan perhitungan daya yang tepat.

Untuk mengetahui kapasitas daya trafo yang sesuai untuk mengurangi pembebanan trafo yang sudah berlebih pada gardu KSB0166 maka dapat dilakukan perhitungan dari arus full load minimal yang mampu menampung beban trafo tersebut. Langkah pertama dari arus fasa rata-rata yang sudah diitung pada tabel 4.3 kita asumsikan bahwa nantinya arus fasa rata-rata tersebut membebani arus full load sebesar 80% sesuai standar pembebanan yang ada, maka arus full load minimal untuk mutasi trafo KSB0166 dengan Ifasa rata-rata sebesar 268,67 A adalah

$$I_{FL} \text{ minimal} = \frac{I_{\text{Fasa rata-rata}}}{80\%}$$

$$I_{FL} \text{ minimal} = \frac{268,67}{80\%} = 335,8 \text{ A}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan arus *full load* minimal untuk mutasi trafo KSB0166 adalah sebesar 335,8 A, maka dari Tabel 4.5 daftar trafo dengan pemasangan luar yang ada pada PLN, kapasitas trafo yang cocok dilakukan mutasi dengan trafo KSB0166 adalah trafo berkapasitas 250 kVA dengan arus *full load* 361A.

TABEL 3.1 ARUS FULL LOAD TRAF0 DISTRIBUSI

NO	KAPASITAS	ARUS FULL
	TRAF0 (kVA)	LOAD (A)
1	50	72
2	100	144
3	160	231
4	200	289
5	250	361

Trafo awal KSB0166 memiliki kapasitas trafo 200 kVA dan arus full load sebesar 289 A. Berdasarkan tabel 2.1 dapat dilihat bahwa efisiensi untuk trafo 200 kVA dengan faktor daya 0,8 paling bagus saat pembebanan 50% yaitu memiliki efisiensi sebesar 98,62%. Maka trafo mutasi pengganti yang cocok untuk ditukar dengan trafo KSB0166 adalah trafo dengan pembebanan :

$$I_{\text{rata-rata}} \text{ pengganti} = 289 \times 50\% = 144,5 \text{ A}$$

Sehingga dapat dipilih trafo pengganti untuk mutasi trafo KSB0166 adalah trafo dengan kapasitas 250 kVA dan dengan pembebanan saat ini sekitar 144,5 A.

Dari data pengukuran trafo distribusi, maka dapat dipilih trafo pada gardu RSN0388 sebagai pengganti trafo KSB0166. Trafo RSN0388 memiliki kapasitas trafo 250 kVA dengan arus beban rata-rata sebesar 25,67 A.

TABEL 3.2 DATA MUTASI TRAF0

NO	GARDU	ARUS	KAPASITAS	ARUS FULL
		RATA - RATA (A)	TRAF0 (VA)	LOAD (A)
1	GD KSB0166	268,67	200	289
2	GD PRK0173	237,67	100	144
3	GD AWL0325	217	100	144
4	GD PLB0438	228,67	100	144
5	GD SOH0050	216,33	100	144
6	GD GTS0200	185,33	100	144
7	GD BYK0244	167	100	144
8	GD SKB0338	185,33	100	144
9	GD KNA0373	211,67	100	144
10	GD BKR0399	184	100	144



Dimutasi dengan

NO	GARDU	ARUS RATA - RATA (A)	KAPASITAS TRAFO (VA)	ARUS FULL LOAD (A)
1	GD RSN0388	25,67	250	361
2	GD HSD0040	43,33	250	361
3	GD SDR0396	9,67	200	289
4	GD HBN0297	59,33	200	289
5	GD KNR0270	16	200	289
6	GD WLD0420	51,33	200	289
7	GD HJD0120	108,67	200	289
8	GD SPR0196	30	200	289
9	GD HOP0411	69,33	200	289
10	GD HOP0418	54,67	200	289

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian dan kajian yang sudah dilakukan mulai dari studi literatur, pengumpulan data, dan perhitungan sebagai upaya mengoptimalkan kinerja trafo distribusi dengan mutasi trafo di PT PLN (Persero), maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dari data pengukuran 302 buah trafo distribusi yang ada di PLN Bontang Kota terdapat 10 buah trafo yang memiliki pembebanan lebih dari 90% dan masuk kategori trafo *overload* dengan kondisi darurat. Trafo tersebut yaitu KSB0166, PRK0173, AWL0325, PLB0438, SOH0050, GTS0200, BYK0244, SKB0338, KNA0373, BKR0399 dengan pembebanan diatas 90%.
- Pemilihan mutasi trafo didapatkan dengan asumsi arus beban saat ini akan membebani maksimal 80% trafo baru. Dan trafo yang akan di mutasi masih memiliki pembebanan yang rendah. Kemudian didapatkan mutasi untuk trafo dengan persentase pembebanan diatas 90% ditukar dengan trafo RSN0388, HSD0040, SDR0396, HBN0297, KNR0270, WLD0420, HJD0120, SPR0196, HOP0411, HOP0418 dengan persentase pembebanan dibawah 80%.
- Dari hasil perhitungan dan perbandingan kondisi trafo sebelum dan sesudah dilakukan mutasi trafo diperoleh data bahwa mutasi trafo dapat mengatasi persentase pembebanan yang semula berlebih dapat berkurang sehingga tidak melebihi standar dan juga mengatasi pembebanan trafo yang masih rendah menjadi normal. Serta dapat meningkatkan efisiensi kinerja trafo distribusi.

V. SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

- Perhitungan perbaikan kinerja trafo distribusi dapat diperhitungkan pula tentang pemerataan beban, umur trafo, maupun susut kWh dan rupiah pada trafo.
- Perbaikan kinerja trafo distribusi dapat dicoba menggunakan cara lain yaitu sisip trafo maupun dengan pemindahan beban dan memperhatikan kajian kelayakan operasional maupun finansial.
- Membuat aplikasi untuk manajemen trafo distribusi yang bisa menentukan trafo yang harus di mutasi beserta trafo tujuannya

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih banyak kepada teman teman peneliti yang sudah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini. Serta terima kasih kepada pembimbing yang telah mensupport dan mengarahkan dalam penyelesaian penelitian yang telah saya lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. R. Khuntia, "Classification, domains and risk assessment in asset management: A literature study," *Power Engineering*, vol. 01, 2015.
- [2] R. Rezandi, "Mutasi Transformator untuk Mencegah Terjadinya Gangguan Beban Lebih di PT PLN (Persero) ULP Tambun," *Energi dan Kelistrikan*, 2020.
- [3] B. E. Prasetyo, "Sistem Monitoring Trafo Distribusi PT. PLN (Persero) Berbasis Iot-Based Distribution Transformer Monitoring System At The PT. PLN (Persero)," *Kelistrikan*, vol. 07, 2020.
- [4] Syarif Hidayat, "Penyeimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Distribusi Cd 33 Penyulang Sawah Di PT PLN (Persero) Area Bintaro," *Jurnal Sutet*, vol. 08, 2018.
- [5] Zuhail, *Dasar Tenaga Listrik*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 1991.
- [6] D. Marsudi, "Operasi Sistem Tenaga Listrik," *Sistem Tenaga Listrik*, 2006.



- [7] Adriani, "Analisis Faktor Penurunan Gangguan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Pada Penyulang Parangbanoa," *Vertex Elektro*, vol. 13, pp. 1-8, 2021.

- [8] T. W. Suhadi, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*, vol. 53, 2008.

- [9] A. Kadir, *Transformator*, Jakarta: UI Press, 2010.