

PENANGGULANGAN OVERLOAD TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DENGAN METODE UPRATING DI PENYULANG SM01 TIE LINE SINABANG ULP SINABANG

Newmont Djoel Panggabean¹, Hamdani², Adisastra Pengalaman Tarigan³
newmont17@gmail.com¹, hamdani.stmt@dosenpanca.budi.ac.id²,
adisastra_tarigan@yahoo.co.id³
Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang pesat menyebabkan peningkatan kebutuhan energi listrik secara signifikan. Hal ini berdampak pada peningkatan pembebanan transformator distribusi, yang jika melebihi 80% dari kapasitasnya, dapat menyebabkan gangguan dan penurunan efisiensi. Di PT. PLN (Persero) ULP Sinabang, gardu distribusi SMM034-00 mengalami pembebanan sebesar 95,01% pada transformator berkapasitas 50 kVA, melampaui batas yang ditetapkan oleh SPLN 50:1997. Kondisi ini berpotensi merusak peralatan listrik dan menurunkan keandalan penyaluran energi. Untuk mengatasi masalah ini, metode uprating transformator diusulkan guna mengembalikan pembebanan ke tingkat yang aman dan meningkatkan efisiensi operasional transformator.

Kata Kunci: Pembebanan Transformator, Overload, Uprating Transformator.

ABSTRACT

Rapid population growth has led to a significant increase in electricity demand. This results in higher loading on distribution transformers, which, if exceeding 80% of their capacity, can cause malfunctions and reduced efficiency. At PT. PLN (Persero) ULP Sinabang, the SMM034-00 distribution substation's transformer, with a capacity of 50 kVA, is experiencing a load of 95.01%, surpassing the limit set by SPLN 50:1997. This condition poses risks of equipment damage and decreased reliability of energy distribution. To address this issue, an uprating transformer method is proposed to restore the load to a safe level and enhance the transformer's operational efficiency.

Keywords: Transformer Loading, Overload, Transformer Uprating.

PENDAHULUAN

Dengan seiring laju pertumbuhan penduduk setiap tahunnya yang semakin pesat. Kebutuhan listrik pun ikut mengalami peningkatan yang signifikan. Dengan semakin banyaknya penduduk dan kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan, maka semakin besar juga pasokan listrik yang disalurkan ke pelanggan. Maka pembebanan pada transformator juga semakin bertambah, bahkan hingga melebihi presentase pembebanan yang sudah ditentukan

Di PT. PLN (Persero) ULP Sinabang terdapat gardu distribusi yang mengalami masalah beban lebih (overload). Beban lebih (overload) merupakan suatu gangguan yang biasa terjadi pada transformator distribusi, namun jika dalam keadaan tersebut dibiarkan maka akan dapat berdampak dengan rusaknya peralatan listrik apabila ada arus yang mengalir. Apabila saat terjadinya gangguan, maka arus yang mengalir akan melebihi dari kapasitas suatu peralatan listrik beserta sistem pengamanan yang telah terpasang sebelumnya. Oleh karena itu untuk menjaga kehandalan dalam penyaluran energi listrik perlu memperhatikan pembebanan pada transformator untuk menjaga efisiensi daya listrik dan menghindari kerusakan pada sistem pendistribusian listrik. Mengikuti ketentuan dari SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara) untuk persentase pembebanan transformator tidak lebih dari diatas 80% dari kapasitas transformator serta arus nominalnya (In). Pembebanan lebih pada tranformator akan berpengaruh terhadap kinerja dari trafo karena beban berlebih menimbulkan panas yang akan berakibat trafo mengalami gangguan, panas yang diakibatkan beban berlebih juga akan mempengaruhi umur dari trafo yang mana trafo akan

bekerja dalam kondisi tidak baik.

Berdasarkan hasil pengukuran, besarnya pembebanan transformator gardu distribusi SMM034-00 di penyulang SM01 Tie Line Sinabang pada saat beban puncak diperoleh hasil persentase pembebanan sebesar 95,01% dengan kapasitas transformator sebesar 50 KVA, maka dari itu transformator sudah melewati batas maksimum beban transformator yang telah ditentukan oleh SPLN 50:1997, yakni sebesar 80% dari kapasitas transformator. Hal ini akan mempengaruhi kehandalan penyaluran suatu transformator dan berakibat pada tingginya pemakaian kerusakan transformator. Maka dari itu perlu dilakukan upaya untuk mengoptimalkan kerja dari suatu transformator tersebut dengan menggunakan metode uprating transformator, sehingga transformator pada gardu SMM034-00 tidak terjadi permasalahan overload serta efisiensi kerja trafo pada gardu SMM034-00 bisa lebih optimal.

METODE PENELITIAN

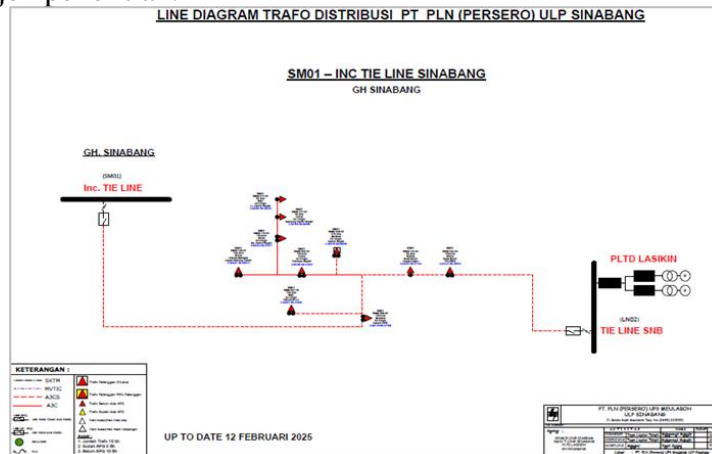
Adapun jenis penelitian dalam tugas akhir ini yaitu kuantitatif. Kuantitatif adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran dalam dan hasil dari pengukuran itu diselesaikan dalam bentuk matematis. Sumber data diambil dari data gardu transformator dengan kode transformator SMM034-00 pada penyulang SM01 Tie Line Sinabang PT. PLN (Persero) ULP Sinabang. Data yang dibutuhkan adalah tipe dan merek transformator, data arus dan tegangan. Dalam penelitian ini penulis melakukan analisis perhitungan pembebanan dan persentase pembebanan pada transformator setelah dilakukan uprating.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

1. Single Line Diagram

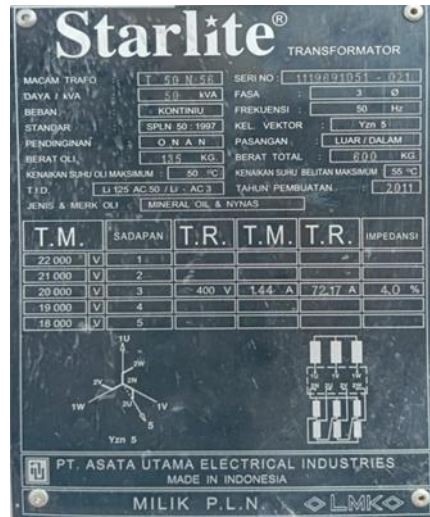
Pada gambar di bawah ini merupakan Single Line Diagram 20K Sistem Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Sinabang penyulang SM01 - Tie Line Sinabang. Bagian yang diberikan lingkaran merah merupakan gardu SMM034-00 di Desa Suak Buluh, Kabupaten Simeulue yang menjadi objek penelitian.



Gambar 1 Single Line Diagram ULP Sinabang

2. Data trafo dan hasil pengukuran gardu pada beban puncak

Berikut merupakan name plate tranformator sebelum uprating dengan kapasitas 50 kVA.



Gambar 2 Name plate transformator sebelum uprating

Untuk melakukan analisis gardu SMM034-00 diperlukan data-data sebagai masukan diantaranya yaitu data pengukuran arus dan tegangan pada masing-masing jurusan gardu SMM034-00 sebelum uprating.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Arus

PENGUKURAN ARUS				
JURUSAN	R (A)	S (A)	T (A)	N(A)
A	55	27	46	30
B	37	24	23	21
TOTAL	92	51	69	

Tabel 2 Hasil Pengukuran Tegangan

PENGUKURAN TEGANGAN					
PHASA – PHASA			PHASA – NETRAL		
R-S	R-T	S-T	R-N (V)	S-N (V)	T-N (V)
397	394	392	224	223	225

B. Analisis Perhitungan Pembebanan Transformator Sebelum Uprating

1. Kondisi Pembebanan Transformator

Gardu SMM034-00 ini mempunyai kapasitas transformator sebesar 50 kVA. Guna mengetahui besarnya arus nominal/ arus beban penuh adalah sebagai berikut :

$$I_{fl} = \frac{\text{Kapasitas transformator}}{V \times \sqrt{3}}$$

$$I_{fl} = \frac{50000}{400 \times \sqrt{3}}$$

$$I_{fl} = 72,16 \text{ A}$$

Kemudian untuk menghitung arus rata-rata beban transformator tersebut dapat menggunakan rumus :

$$I_{\text{RATA-RATA}} = \frac{IR + IS + IT}{3}$$

$$I_{\text{RATA-RATA}} = \frac{92 + 51 + 69}{3}$$

$$I_{\text{RATA-RATA}} = 70,66 \text{ A}$$

Perhitungan beban transformator pada setiap phasa dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$S_r = V_{RN} \times I_R \text{ total}$$

$$S_r = 224 \times 92$$

$$S_r = 20.608 \text{ VA}$$

$$S_r = 20,608 \text{ KVA}$$

$$S_s = V_{SN} \times I_S \text{ total}$$

$$S_s = 223 \times 51$$

$$S_s = 11.373 \text{ VA}$$

$$S_s = 11,373 \text{ KVA}$$

$$S_t = V_{TN} \times I_T \text{ total}$$

$$S_t = 225 \times 69$$

$$S_t = 15.525 \text{ VA}$$

$$S_t = 15,525 \text{ KVA}$$

Perhitungan beban total transformator SMM034-00 dapat diketahui dengan menjumlahkan semua jurusan per phasa.

$$S_{\text{TOTAL}} = S_R + S_S + S_T$$

$$S_{\text{TOTAL}} = 20,608 + 11,373 + 15,525$$

$$S_{\text{TOTAL}} = 47,506 \text{ KVA}$$

Perhitungan persentase pembebanan transformator

Setelah didapat nilai total beban transformator SMM034-00, maka hasil persentase (%) pembebanan sebelum uprating dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{S_{\text{total beban}}}{S_{\text{transformator}}} \times 100\%$$

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{47,506}{50} \times 100\%$$

$$\% \text{ pembebanan} = 95,01\%$$

Hasil perhitungan persentase pembebanan pada gardu SMM034-00 menunjukkan bahwa gardu tersebut sudah mengalami overload dengan total persentase pembebanan transformator mencapai 95,01% dan sudah melewati standar yang ditetapkan oleh SPLN 50:1997, yakni batas maksimum sebesar 80% dari kapasitas transformator.

Penentuan kapasitas transformator pengganti yang tepat untuk dilakukan uprating Berdasarkan analisis hasil perhitungan pembebanan dan persentase pembebanan pada transformator SMM034-00, maka dapat ditentukan rating / kapasitas transformator pengganti yang digunakan untuk pekerjaan uprating dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rating Transformator Distribusi} = \frac{kVA \text{ beban}}{0,8}$$

$$\text{Rating Transformator Distribusi} = \frac{47,506}{0,8}$$

$$\text{Rating Transformator Distribusi} = 59,38 \text{ KVA}$$

Hasil perhitungan rating / kapasitas transformator pengganti untuk pekerjaan uprating adalah 59,38 KVA. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut menyesuaikan dengan kategori kapasitas transformator yang tersedia di industri kelistrikan, maka rating transformator pengganti yang tepat adalah transformator 100 KVA.

Tabel 3 Arus pada sisi primer dan sekunder

No	$\frac{\text{Daya (kVA)}}{\text{Fasa}}$	Ip (A)	Is (A)	80% x Is (A)
1.	$\frac{25}{1}$	1.25	54.1	43.28
2.	$\frac{50}{1}$	2.5	108.23	86.58
3.	$\frac{64}{1}$	3.2	138.53	110.82
4.	$\frac{25}{3}$	0.72	36.08	28.86
5.	$\frac{50}{1}$	1.44	72.17	57.74
6.	$\frac{100}{3}$	2.89	144.34	115.47
7.	$\frac{160}{3}$	4.62	230.94	184.75
8.	$\frac{200}{3}$	5.77	288.67	230.94
9.	$\frac{250}{3}$	7.22	360.84	288.67
10.	$\frac{315}{3}$	9.09	454.66	363.73
11.	$\frac{400}{3}$	11.54	577.35	461.88
12.	$\frac{630}{3}$	18.20	910.40	728.32



Gambar 3 Name plate transformator sesudah Uprating

C. Analisis Perhitungan Pembebanan Transformator Sesudah Uprating

1. Hasil Pengukuran Arus dan Tegangan Gardu pada Beban Puncak

Berikut ini merupakan hasil pengukuran arus dan tegangan gardu SMM034-00 yang sudah dilakukan uprating trafo yang mengalami overload.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Arus Sesudah Uprating

PENGUKURAN ARUS				
JURUSAN	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
A	45	28	34	29
B	39	28	34	26

TOTAL	84	56	68	
--------------	----	----	----	--

Tabel 5 Hasil Pengukuran Tegangan Sesudah Uprating

PENGUKURAN TEGANGAN					
PHASA – PHASA			PHASA – NETRAL		
R-S	R-T	S-T	R-N (V)	S-N (V)	T-N (V)
395	398	396	221	222	224

2. Kondisi Pembebanan Transformator

Gardu SMM034-00 ketika sudah dilakukan penanggulangan overload transformator dengan metode uprating, transformator ini mempunyai kapasitas trafo sebesar 100 kVA, untuk menghitung besarnya arus nominal/arus beban penuh adalah sebagai berikut:

$$I_{fl} = \frac{\text{Kapasitas transformator}}{V \times \sqrt{3}}$$

$$I_{fl} = \frac{100000}{400 \times \sqrt{3}}$$

$$I_{fl} = 144,337 \text{ A}$$

Kemudian menghitung arus rata-rata pada gardu SMM034-00 dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$I_{\text{RATA-RATA}} = \frac{IR+IS+IT}{3}$$

$$I_{\text{RATA-RATA}} = \frac{84+56+68}{3}$$

$$I_{\text{RATA-RATA}} = 69,33 \text{ A}$$

Perhitungan beban transformator pada setiap phasa dapat diketahui dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$S_r = V_{RN} \times I_R \text{ total}$$

$$S_r = 221 \times 84$$

$$S_r = 18.564 \text{ VA}$$

$$S_r = 18,564 \text{ KVA}$$

$$S_s = V_{SN} \times I_S \text{ total}$$

$$S_s = 222 \times 56$$

$$S_s = 12.432 \text{ VA}$$

$$S_s = 12,432 \text{ KVA}$$

$$S_t = V_{TN} \times I_T \text{ total}$$

$$S_t = 224 \times 68$$

$$S_t = 15.232 \text{ VA}$$

$$S_t = 15,232 \text{ KVA}$$

Perhitungan beban total transformator SMM034-00 dapat diketahui dengan menjumlahkan semua jurusan per phasa.

$$S_{\text{TOTAL}} = S_R + S_S + S_T$$

$$S_{\text{TOTAL}} = 18,564 + 12,432 + 15,232$$

$$S_{\text{TOTAL}} = 46,228 \text{ KVA}$$

Perhitungan persentase pembebanan transformator

Setelah didapat nilai total beban transformator SMM034-00, maka hasil persentase

(%) pembebanan sesudah uprating dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{S \text{ total beban}}{S \text{ transformator}} \times 100\%$$

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{48,228}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ pembebanan} = 48,23 \%$$

Hasil perhitungan persentase pembebanan pada gardu SMM034-00 menunjukkan bahwa gardu tersebut sudah kembali normal atau tidak mengalami overload dengan total persentase pembebanan transformator 48,228%. Nilai persentase pembebanan tersebut sesuai dengan karakteristik pembebanan optimal pada transformator yang dibatasi maksimal 80% dan minimal 40% terukur dari arus.

Perbandingan Persentase Pembebanan Sebelum dan Sesudah Uprating

Berdasarkan dengan data pengukuran beban transformator sebelum dan sesudah uprating transformator pada gardu SMM034-00 PT. PLN (Persero) ULP Sinabang maka didapatkan hasil perhitungan pembebanan transformator per fasa sebelum uprating transformator yaitu pada fasa R sebesar 20,608 kVA, fasa S sebesar 11,373 kVA dan fasa T sebesar 15,525 kVA dengan persentase pembebanan daya transformator sebesar 95,01% dimana besar pembebanan ini sudah melewati batas standar PLN yakni sebesar 80% dari kapasitas transformator. Dari hasil analisis tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa transformator tersebut dalam keadaan overload dan harus dilakukan penanganan menggunakan metode uprating transformator pada gardu distribusi SMM034-00.

Di bawah ini merupakan tabel hasil pembebanan transformator sebelum uprating transformator pada gardu distribusi SMM034-00. Dapat dilihat dari tabel dibawah ini, yaitu:

Tabel 6 Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan Sebelum Uprating

Jurusan	Arus (A)				Persentase Pembebanan Transformator
	R	S	T	N	
A	55	27	46	30	95,01 %
B	37	24	23	22	
Daya (kVA)	20,608	11,373	15,525		
Daya Total (kVA)	47,506				

Setelah dilakukan perhitungan pembebanan transformator sesudah uprating transformator, maka didapatkan hasil perhitungan pembebanan transformator per fasa yaitu pada fasa R sebesar 18,564 kVA, fasa S sebesar 12,432 kVA dan fasa T sebesar 15,232 kVA dengan persentase pembebanan daya transformator sebesar 48,23% dimana besar pembebanan setelah dilakukan uprating transformator disimpulkan bahwa transformator tersebut sudah dalam keadaan normal / tidak overload lagi karena persentase pembebanan dibawah 80%.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan Sesudah Uprating

Jurusan	Arus (A)				Persentase Pembebanan Transformator
	R	S	T	N	

A	45	28	34	29	48,23%
B	39	28	34	26	
Daya (kVA)	18,564	12,432	15,232		
Daya Total (kVA)	46,228				

KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :
2. Total pembebanan transformator SMM034-00 sebelum uprating dengan kapasitas 50 kVA sebesar 47,506 kVA dengan persentase pembebanan transformator sebesar 95,01% , dimana transformator tersebut berada dalam kondisi overload sehingga diperlukan penanganan menggunakan metode uprating transformator.
3. Total pembebanan transformator SMM034-00 sesudah uprating dengan 100 kVA sebesar 46,228 kVA dengan persentase pembebanan transformator sebesar 48,23%, dimana transformator tersebut sudah berada dalam keadaan normal dan aman serta tidak mengalami overload.
4. Penerapan metode uprating transformator sangat efektif untuk dilakukan guna menjaga keandalan penyaluran energi listrik serta menghindari terjadinya kerusakan pada transformator 50kVA SMM034-00 akibat peningkatan suhu panas dari pemakaian beban berlebih (overload) secara terus menerus.

Saran

1. Agar melakukan pengukuran arus dan tegangan transformator secara rutin demi mengetahui besar pembebanan dan persentase pembebanan pada transformator tersebut
2. Melakukan penanganan dengan segera apabila terdapat transformator yang mengalami overload.

DAFTAR PUSTAKA

- (Persero). PT. PLN. 2007. Spesifikasi Transformator Distribusi. Jakarta : PT PLN (Persero).
- (Persero), PT PLN. 2010. Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi. Jakarta : PT PLN (Persero).
- Samsurizal, Benyamin Hadinoto (2020). Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN (Persero) UP3 Pondok Gede. Vol. 9 No. 1 tahun 2020, Redaksi Kilat, 139
- Widiatmika, K. W., Wijaya, I. A., & Setiawan, I. N. (2018). E-Journal SPEKTRUM. Analisa Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator DB0244 Di Penyulang Sebelanga, 5(2), 19-25.
- Citarsa, Ida Bagus Fery, Satiawan, I Nyoman Wahyu, Suksmadana, I Made Budi. 2022. Transformator Elektronika (Solid State Transformer). Mataram University Press. Mataram : 1-30.
- Fatmawati, A. (2020). Studi Pembebanan Transformator Distribusi Tipe Voltra 100 Kva. Politeknik Bosowa, Makassar.
- Nugraha, Mohammad Trian, Dini, Fauziah. 2021. Penanggulangan Overload Transformator Distribusi dengan Metode Uprating di Gardu PNBS 20 KV ULP Pangandaran. Bandung : Institut Teknologi Nasional Bandung.