

Analisis Gangguan pada Transformator Distribusi 20KV di PT Haleyora Power (Area Majalaya)

RISKA MUTIARA FITRI, WALUYO

Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: riskamf@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Transformator distribusi merupakan alat tenaga listrik yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dari tegangan menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi. Salah satu gangguan yang terjadi ada pada transformator distribusi. Untuk menghindari kerusakan langsung terhadap transformator distribusi. Salah satu cara untuk mengurangi gangguan adalah menganalisis gangguan yang terjadi pada transformator distribusi. Dengan melakukan perbandingan dari gangguan yang terjadi pada transformator seperti gangguan beban berlebih, gangguan beban tidak seimbang, gangguan minyak transformator yang rusak. Berdasarkan hasil pengujian didapat gangguan yang paling banyak terjadi adalah gangguan akibat minyak transformator yang rusak dengan presentase 44,74% dari total gangguan, dan gangguan akibat beban berlebih dengan presentase 7,9% dari total gangguan merupakan gangguan yang paling sedikit.

Kata kunci: *beban berlebih, beban tidak seimbang, gangguan, minyak trafo, trafo distribusi*

ABSTRACT

The distribution transformer is an electric power tool that plays a role in distributing electricity to consumers from medium voltage to low voltage through transmission lines. One of the disturbances that occur is in the distribution transformer. To avoid direct damage to the distribution transformer. One way to reduce interference is to analyze the disturbance that occurs in the distribution transformer. By making a comparison of the disturbances that occur in transformers such as overload disturbances, unbalanced load disturbances, damaged transformer oil disturbances. Based on the test results, it was found that the most frequent disturbances were disturbances due to damaged transformer oil with a percentage of 44.74% of the total disturbances, and disturbances due to overload with a percentage of 7.9% of the total disturbances were the least disturbances.

Keywords: *distribution transformers, faults, Overload, transformer oil, unbalanced*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan perekonomian yang semakin maju menyebabkan meningkatnya kebutuhan pasokan tenaga listrik yang mencukupi bagi seluruh konsumen baik masyarakat umum, industri, maupun gedung-gedung perkantoran. Khususnya di daerah perkotaan seperti Bandung dimana permintaan beban melalui kegiatan Pemasangan baru dan Penambahan Daya semakin meningkat dari tahun ke tahun **(Abadi, 2015)**.

Tidak hanya pada masyarakat saja, kantor – kantor perusahaan, pelayanan publik serta industri – industri memerlukan tenaga listrik yang sangat tinggi, maka diperlukan pasokan tenaga listrik yang handal dan berkesinambungan. Dalam pelaksanaan penyaluran tenaga listrik ini tentu saja memiliki beberapa gangguan.

Gangguan adalah penghalang dari suatu sistem yang sedang bekerja. Gangguan yang dapat terjadi sangat beraneka ragam. Salah satu gangguan yang sering terjadi adalah gangguan pada transformator distribusi **(Suparmono, Gultom, Cholish, & Sitepu, 2022)**.

Transformator distribusi merupakan alat tenaga listrik yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dari tegangan menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi. Dalam keadaan normal arus yang mengalir ke transformator tentunya diharapkan tidak melebihi arus nominalnya. Apabila arus yang mengalir melebihi harga nominal akan mengakibatkan transformator mengalami kerusakan. Hal ini tentunya tidak dikehendaki sama sekali **(Samangun, Suyanto, & Priyambodo, 2017)**.

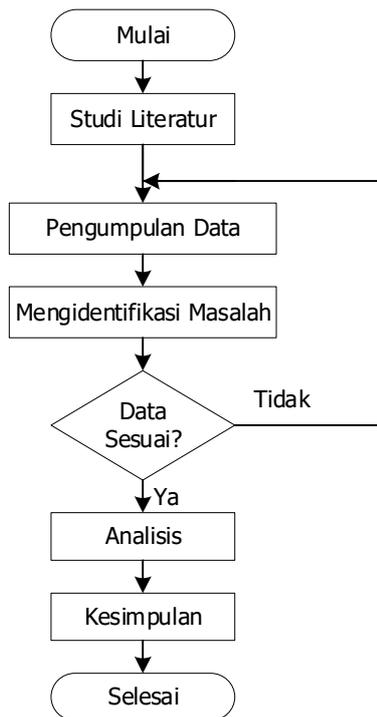
Tanpa adanya Transformator distribusi, Pelanggan tidak dapat menggunakan energi listrik secara langsung mengingat tegangan operasi dalam sistem distribusi adalah sebesar 20 KV atau disebut jaringan tegangan menengah (JTM) sehingga diperlukanlah transformator distribusi step down untuk menurunkan tegangan 20 KV tersebut menjadi tegangan rendah 380/220 Volt. Oleh karena itu Transformator distribusi sering disebut sebagai jantung pendistribusian tenaga listrik.

Banyak cara dilakukan untuk meminimalisasi gangguan yang terjadi pada transformator distribusi. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan langsung terhadap transformator distribusi. Salah satu cara untuk mengurangi gangguan adalah menganalisis gangguan yang terjadi pada transformator distribusi dan cara mengatasi gangguan tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

Dalam proses penelitian, metodologi merupakan uraian beberapa tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Secara umum tersusun dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 menjelaskan proses penelitian mengenai penyusunan pembuatan laporan. Penelitian ini dilakukan berupa studi literatur yang berhubungan dengan analisis gangguan yang terjadi pada transformator distribusi. Selanjutnya pengumpulan data yang diperlukan untuk dianalisis yaitu data jumlah gangguan tranfomator distribusi berdasarkan jenis gangguan dan data gangguan berdasarkan kapasitas. Setelah proses pengumpulan data, dilakukan pengidentifikasi masalah sesuai dengan jenis gangguan yang terjadi. Kemudian dilakukan analisis kerusakan transformator distribusi serta memberikan solusi.

2.2 Pengumpulan Data

Data gangguan Transformator Distribusi selama 2022 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Jumlah Gangguan Transformator Distribusi

Jenis Gangguan	Jumlah
Beban Lebih (A)	4
Kena Petir (B)	12
Kegagalan Minyak Transformator (C)	17
Beban Tidak Seimbang (D)	5
Total	38

Data gangguan transformator berdasarkan kapasitas di tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Data gangguan Transformator Berdasarkan Kapasitas di tahun 2022

Kelompok Gangguan	Kapasitas Transformator						
	50	100	160	200	250	400	630
Beban Lebih (A)	-	-	-	2	2	-	-
Kena Petir (B)	1	4	-	1	5	-	1
Kegagalan Minyak Transformator (C)	1	3	3	1	9	-	-
Beban Tidak Seimbang (D)	1	1	-	-	2	1	-
Total	3	8	3	4	19	1	1

Berdasarkan data yang sudah didapatkan, untuk melakukan analisis gangguan untuk setiap bulan yang terjadi dengan mengetahui persentase gangguan transformator menurut SPLN dalam mengetahui besar persentase untuk melakukan perbaikan dapat menggunakan Persamaan (1).

$$\frac{\text{Jumlah}}{\text{Total Aset Transformator}} \times 100 \% \tag{1}$$

Menurut PT. PLN, 1997, yang tertuang dalam SPLN No. 50, transformator distribusi diusahakan tidak dibebani lebih dari 80 % atau dibawah 40%. Jika melebihi atau kurang dari nilai tersebut transformator bisa dikatakan overload atau underload. Diusahakan agar transformator tidak dibebani keluar dari range tersebut. Perhitungn KVA beban dan presentase beban transformator menggunakan Persamaan (2) **(Seniari, Fadli, & Ginarsa, 2020)**.

$$\% \text{ beban Transformator} = \frac{\text{KVA Beban}}{\text{KVA Trafo}} \times 100\% \tag{2}$$

Pada sisi sekunder transformator terdiri dari tiga fasa yaitu R, S, T dan satu N (netral). Apabila terdapat selisih yang cukup besar antar beban fasa R, S, T maka akan mengakibatkan munculnya arus pada penghantar netral (arus netral), semakin besar ketidakseimbangan beban maka akan mengakibatkan semakin besar pula arus netral tersebut. Persentase ketidakseimbangan beban dapat di hitung berdasar-kan Persamaan (3), (4), (5), dan (6) **(Hidayat, Legino, & Mulyanti, 2018)**.

$$I_{rata - rata} = \frac{I_R + I_S + I_N}{3} \tag{3}$$

$$I_R = a \times I_{rata-rata} \tag{4}$$

$$I_S = b \times I_{rata-rata} \tag{5}$$

$$I_T = c \times I_{rata-rata} \tag{6}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b dan c adalah 1. Dengan demikian presentase ketidakseimbangan menggunakan Persamaan (7)

$$\% \text{ Ketidakseimbangan} = \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} \times 100\% \tag{7}$$

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Analisis Gangguan Transformator Distribusi Akibat Beban Lebih

Selama tahun 2022 di daerah Majalaya terjadi 4 gangguan yang diakibatkan beban lebih pada trafo disitibusi yang merupakan 7,9 % dari total gangguan yang terjadi, dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik gangguan yang diakibatkan beban berlebih

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa gangguan beban lebih dapat terjadi pada transformator distribusi karena beban yang terpasang pada transformator melebihi kapasitas maksimum yang mampu diterima oleh transformator. Pembebanan yang berlebihan dapat mengakibatkan kenaikan suhu pada lilitan transformator, sehingga mengakibatkan kenaikan suhu pada minyak transformator. Gangguan yang diakibatkan oleh beban lebih yang terjadi juga dapat menyebabkan kualitas isolasi transformator semakin buruk. Dan jika terus menerus terjadi maka akan menyebabkan gagalnya isolasi transformator yang dapat mengakibatkan hubung singkat.

Dari data yang terdapat diatas dapat dihitung KVA beban dan presentase beban transformator menggunakan persamaan (2) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Perhitungan KVA beban dan presentase beban transformator akibat gangguan overload

Kapasistas Trafo (KVA)	%beban (%)
200 KVA	74,47%
250 KVA	73,03 %
250 KVA	60,72%

Berdasarkan hasil perhitungan diatas bahwa persentase pembebanan terhadap tiga trafo tersebut berada pada kondisi cukup yaitu 60%-80%. Untuk tindakan yang dapat dilakukan adalah penyeimbangan beban. Menggunakan trafo sisipan tidak dapat dilakukan dikarenakan keadaan trafo berada pada kondisi cukup yaitu 60%-80% sedangkan trafo sisipan dapat digunakan ketika kondisi trafo berada pada kondisi diatas 80%. Untuk kondisi seperti ini penyeimbangan beban merupakan solusi yang dapat dilakukan, penyeimbangan beban dapat berpotensi mengurangi kerusakan trafo distribusi yang diakibatkan oleh beban lebih.

3.2. Analisis Gangguan Transformator Distribusi Akibat Beban Tidak Seimbang

Selama tahun 2022 terjadi 5 gangguan yang diakibatkan beban tidak seimbang pada transformator distribusi yang merupakan 13,16 % dari total gangguan yang terjadi yang dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik gangguan akibat beban tidak seimbang

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa gangguan beban tidak seimbang dikarenakan pemakaian listrik oleh konsumen yang terus bertingkat untuk setiap bulan bahkan pemakaian yang tidak seimbang ketika malam hari. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban yang tidak merata antar setiap fasa-nya. Hal ini terutama disebabkan karena pola penyambungan SR (Sambungan Rumah) pelanggan 1 fasa, pada proses sambung baru tidak memperhatikan kondisi beban fasa pada gardu distribusi tersebut. Hal ini apabila tidak ditangani akan menyebabkan pembebanan yang tidak seimbang pada transformator sehingga berdampak pada gangguan penyediaan tenaga listrik. Dari data diatas ketidakseimbangan trafo yang dapat dihitung menggunakan persamaan (7) dengan hasil ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil perhitungan ketidakseimbangan trafo akibat gangguan beban tidak seimbang

Kapasitas Trafo (KVA)	Arus rata – rata (A)	Koefisien a	Koefisien b	Koefisien c	Ketidakseimbangan (%)
400	246,3	1,1042	1,0677	0,8281	11,37%
50	87	1,1609	0,7701	1,069	15,33%
100	89,33	0,8955	1,1194	0,9851	7,96%
250	10,33	2,2258	0,4839	0,2903	81,72%
250	237	0,865	0,9325	1,2025	13,5%

Dari kelima trafo yang rusak akibat beban tidak seimbang, jika menurut standar ketidakseimbangan yang dianjurkan PLN (SK ED PLN No.0017.E/DIR/2014) maka trafo dengan kapasitas 250 KVA ini berada pada kondisi kurang yaitu 80% - <100%.

3.3. Analisis Gangguan Transformator Distribusi Akibat Terkena Petir

Selama tahun 2022 terjadi 12 gangguan yang diakibatkan transformator terkena petir yang merupakan 31,57% dari total gangguan yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik gangguan yang diakibatkan terkena petir

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa gangguan transformator distribusi akibat sambaran petir ini dapat terjadi karena sambaran petir yang mengenai kawat fasa atau terkena sambaran langsung atau mengenai daerah sekitar kawat fasa pada jaringan distribusi, apabila tegangan lebih yang muncul akibat sambaran petir tidak dialihkan oleh arrester ke tanah, maka tegangan lebih tersebut akan mencapai transformator. Jika tegangan lebih tersebut lebih besar dari BIL isolasi trafo, maka tegangan lebih tersebut akan merusak isolasi lilitan transformator dan mengakibatkan hubung singkat antar lilitan sehingga menyebabkan kerusakan pada kumparan transformator. Hal ini disebabkan karena selama tahun 2022 curah hujan di Majalaya tinggi dan cuacanya juga tidak baik. Maka tindakan yang harus segera dilakukan dengan melakukan pengecekan secara berkala terhadap trafo yang sudah lama dipakai, melakukan pemeliharaan dan juga perampalan (pemotongan dahan pohon) disekitar transformator.

3.4. Analisis Gangguan Transformator Distribusi Akibat Kegagalan Minyak Transformator

Selama tahun 2022 terjadi 17 gangguan yang diakibatkan kegagalan minyak transformator yang merupakan 44,74% dari total gangguan yang terjadi yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik gangguan akibat minyak transformator yang rusak

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa gangguan terjadi karena kegagalan isolasi minyak transformator yang dapat terjadi akibat penurunan kualitas minyak transformator sebagai isolasi dimana kekuatannya menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain minyak transformator sudah lama dipakai, atau terjadi pencemaran akibat munculnya zat-zat asing di dalam minyak. Zat-zat tersebut dapat berupa kotoran, partikel-partikel logam, air yang larut dalam minyak dan gas yang menyebabkan munculnya gelembung di dalam minyak. Minyak transformator berfungsi sebagai isolasi untuk memisahkan kumparan transformator dengan bagian-bagian transformator lainnya secara elektrik. Akibat dari menurunnya kekuatan dielektrik minyak transformator maka minyak transformator akan ditembus oleh arus listrik yang berasal dari kumparan transformator sehingga apabila arus tersebut mencapai transformator akan menimbulkan gangguan. Tindakan yang dapat dilakukan selain dengan penyeimbangan beban, dapat juga dilakukan prediksi penggunaan dan umur transformator distribusi untuk 2 tahun kedepan.

3.5. Data dan Evaluasi Gangguan Transformator Berdasarkan Kapasitas

Data jumlah gangguan transformator yang terjadi selama tahun 2022 berdasarkan kapasitas transformator (KVA) dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 5. Data gangguan berdasarkan kapasitas transformator

No	Kapasitas (KVA)	Jumlah (unit)	Presentase (%)
1	50	3	7,89
2	100	8	21,05
3	160	3	7,9
4	200	4	10,5
5	250	18	47,4
6	400	1	2,63
7	630	1	2,63

Dari data-data di atas terlihat bahwa Transformator distribusi yang paling sering terganggu adalah transformator dengan kapasitas 250 KVA yaitu sebanyak 18 unit dengan persentase sebesar 47,4% dan transformator dengan kapasitas 100 KVA yaitu sebanyak 8 unit dengan persentase 21,05%. Dengan demikian diperlukan perhatian khusus pada transformator dengan kapasitas tersebut.

4. KESIMPULAN

Dari penulisan penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Gangguan yang paling banyak terjadi selama tahun 2022 adalah gangguan akibat minyak transformator yang rusak, yaitu 17 kali gangguan dengan 44,74% dari total gangguan.
2. Gangguan yang paling sedikit terjadi selama tahun 2022 adalah gangguan akibat beban lebih, yaitu 4 kali gangguan dengan 7,9% dari total gangguan.
3. Transformator distribusi yang paling sering terganggu adalah transformator dengan kapasitas 250 kVA yaitu sebanyak 18 unit dengan persentase sebesar 47,4% dan transformator dengan kapasitas 100 KVA yaitu sebanyak 8 unit dengan persentase 21,05%.
4. Upaya yang dilakukan untuk menghindari kerusakan pada trafo yaitu dengan melakukan pengecekan secara berkala terhadap trafo yang sudah lama dipakai, melakukan penyeimbangan beban apabila persentase dibawah 80%, dan menggunakan trafo sisipan apabila persentase trafo diatas 80%

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterimakasih kepada PT Haleyora Power (area Majalaya) yang telah menyediakan tempat serta memperbolehkan penulis untuk melakukan penelitian di perusahaan

DAFTAR RUJUKAN

- PT.PLN (Persero), SPLN No. 50 Tahun 1997. *Spesifikasi Transformator Distribusi*.
- Abadi, M. S. (2015). Analisa Penyelesaian Gangguan Trafo Distribusi Dengan Menggunakan Metode RCPS (Root Cause Problem Solving di PT. PLN (Persero) Area Ciputat posko Cinere. *FT/ELK*, 1-8.
- Hidayat, S., Legino, S., & Mulyanti, N. (2018). Penyeimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Distribusi CD 33 Penyulang Sawah di PT PLN (Persero) Area Bintaro. *Jurnal Sutet Vol. 8 No.1*, 21-27.
- Samangun, K., Suyanto, M., & Priyambodo, S. (2017). Analisis Transformator Distribusi Akibat Gangguan Overload dan Speakover di PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta. *Jurnal Elektrikal, Volume 4 No. 1*, 21-30.

- Seniari, N., Fadli, M., & Ginarsa, I. (2020). Analisis Rencana Pemasangan Transformator Sisipan Pada Saluran Transformator Distribusi Penyulang Pangutan. *Dielektrika*, 56-63.
- Suparmono, Gultom, F., Cholish, & Sitepu, T. (2022). Studi Gangguan Transformator Distribusi Pada Jaringan Distribusi 20 KV di PT PLN (Persero) Rayon Medan Baru. *Media Elekrika*, Vol.15, No.1, 41-49.