

Analisa Sisa Umur Transformator Berdasarkan Pengaruh Pembebanan Menggunakan Metode Probabilistik Neural Network (PNN)

Ilham Maulana Jatmiko¹, Misbahul Munir², Novian Patria Uman Putra³, Nasyith Hananur Rohiem⁴, Ilmiatul Masfufiah⁵

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3,4,5}
e-mail: novian111190@itats.ac.id

ABSTRACT

Load conditions that go up and down can affect the life of the transformer. Therefore, it is very important to know the loss of life of the transformer every day when experiencing an increase in load because it can help when the transformer will stop functioning or stop being reliable and stable. For this transformer age analysis, using the Probabilistic Neural Network (PNN) method, how PNN works is based on calculating the value of the probability density function ($f_i(x)$) for each data point (vector). For normalized data (vector) x and x_{ij} , the function ($f(x)$) is a Bayesian decision-making function ($g(x)$). The highest aging rate occurs at night due to the use of peak loads in the electric power system at night, so it will have an impact on the capacity of the transformer, which causes the transformer to break down faster or the life of the transformer to decrease faster. The remaining life of transformer 1 is 23.957 years, with an aging rate of 0.248 hours/day.

Kata kunci: Probabilistik Neural network (PNN), aging rate, Transformator life time

ABSTRAK

Kondisi pembebanan yang naik turun dapat mempengaruhi umur pemakaian transformator. Oleh sebab itu sangat penting untuk mengetahui susut umur transformator setiap harinya disaat mengalami kenaikan beban sebab dapat membantu kapan transformator akan berhenti berfungsi atau berhenti menjadi handal dan stabil, untuk analisa umur transformator ini menggunakan metode *Probabilistik Neural network* (PNN), Cara Kerja PNN didasarkan pada penghitungan nilai fungsi kepekatan peluang ($f_i(x)$) untuk setiap data (vector). Fungsi ($f(x)$) merupakan fungsi pengambilan keputusan Bayes ($g(x)$), untuk data (vector) x dan x_{ij} yang telah dinormalisasi. Laju penuaan tertinggi terjadi pada jam malam dikarenakan penggunaan beban puncak pada sistem tenaga listrik terjadi Ketika malam hari, sehingga akan berdampak pada kapasitas trafo yang menyebabkan transformator lebih cepat rusak atau umur dari transformator tersebut akan berkurang lebih cepat. Sisa umur pada transformator 1 sebesar 23,957 tahun dengan laju penuaan sebesar 0,2448 jam/hari

Kata kunci: Probabilistik Neural network (PNN), Laju Penuaan, Umur Transformator,

PENDAHULUAN

Dalam mengoperasikan sistem kelistrikan, keandalan dan stabilitas sistem kelistrikan sangat penting untuk mendukung kelancaran distribusi tenaga listrik. Salah satu cara untuk memperbaiki sistem adalah melalui pemeliharaan trafo. Trafo preventif sangat penting untuk kelancaran pasokan sistem distribusi [1]. Masalah yang saat ini terjadi dengan trafo distribusi adalah karena konsumsi listrik konsumen yang meningkat secara dramatis. Sehingga Memicu timbulnya pembebanan berlebih di transformator selama beroperasi Kategori pembebanan berlebih yaitu saat load transformator melebihi kemampuannya. Bila kondisi tersebut berlangsung terus menerus dan tidak ada pencegahan ataupun perawatan, tahanan isolasi komponen transformator

menurun, hal ini disebabkan oleh kenaikan suhu belitan primer dan sekunder. Kondisi beban yang berbeda dapat mempengaruhi umur transformator [1]. Sehingga sangat penting untuk mengetahui rugi-rugi harian trafo saat beban bertambah, karena hal ini dapat membantu saat trafo berhenti bekerja atau tidak lagi handal dan stabil, untuk analisa umur transformator ini menggunakan metode *Probabilistic Neural Network* (PNN), dimana metode ini pertama kali dikembangkan oleh Donald F. Pecht pada tahun 1988. *Probabilistic Neural Network* merupakan metode jaringan syaraf tiruan yang menggunakan pelatihan terawasi. PNN termasuk ke dalam struktur *feedforward*, metode PNN ini tidak membutuhkan dataset yang besar dalam proses pembelajarannya dan memiliki keunggulan dapat mengatasi permasalahan *back propagation* (BP) yaitu pelatihan yang lama, kali, terjebak dalam minimum global dan kesulitan merancang arsitektur jaringan [4].

TINJAUAN PUSTAKA

Perhitungan Sisa Umur Transformator

Pada bab ini menjelaskan tentang tahapan – tahapan perhitungan sisa umur transformator menggunakan standar IEC 60076 – 7, tahapannya sebagai berikut :

1. Data Pembebanan

$$K \frac{r + s + t}{\frac{KVA}{\sqrt[3]{3 + V}}}$$

Dimana: r = Beban pada fasa R (W)
s = Beban pada fasa S (W)
t = Beban pada fasa t (W)
KVA = Kapasitas transformator
V = Tegangan fasa

2. Temperatur oli

$$\left[\frac{1 + k^{2R}}{1 + R} \right]^x \times \Delta\theta_{0r}$$

Dimana: K = factor beban
R = rasio rugi- rugi
 $\Delta\theta_{0r}$ = kenaikan temperature *top oil*

3. Selisih Temperatur

$$\Delta\theta_{h1} = k_{21} \times K^y \times \Delta\theta_{0r}$$

Dimana: K = Faktor Beban
 k_{21} = Konstanta
 $\Delta\theta_{0r}$ = Gradien Hotspot ke top oil(dalam tangki)
y = Eksponen Belitan

4. Laju penuaan relatif

$$V = 2 \frac{(\theta_h + 98)}{6}$$

Dimana : V = Laju penuaan relative
 θ_h = Temperature hot – spot

5. Nilai sisa umur dalam satuan jam per hari

$$L = \sum_{n=1}^N V_n x t_n$$

Dimana : V_n = Laju penuaan relative selama interval ke-n

t_n = Interval waktu ke -n

n = Nomor pada setiap interval waktu ke-n

N = Jumlah nomor selama periode interval

6. Sisa umur dalam satuan tahun

$$\text{Sisa umur} = \frac{8760 - (Lx365)}{8760} x (30 - \text{tahun operasi})$$

Dimana : 8760 adalah konversi satuan jam per tahun

Arsitektur PNN

Cara Kerja PNN didasarkan pada penghitungan nilai fungsi kepekatan peluang ($f_i(x)$) untuk setiap data (vector). Fungsi ($f(x)$) merupakan fungsi pengambilan keputusan Bayes ($g(x)$), untuk data (vector) x dan x_{ij} yang telah dinormalisasi. Persamaan fungsi $f_i(x)$ atau $g_i(x)$ dituliskan sebagai berikut[4]

$$f_i(x) = g_i(x) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{\rho}{2}} \sigma \rho M_i} \sum_{j=1}^{M_i} \left[\exp \left(- \frac{\left((x - x_{ij})^T \cdot (x - x_{ij}) \right)}{2 \cdot \sigma^2} \right) \right]$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, K$

Dimana : T = Transpose

i = Jumlah Kelas

j = Jumlah Pola

x_{ij} = Vektor pelatihan ke j dari kelas i

x = Vektor pengujian

M_i = Jumlah vector pelatihan dari kelas i

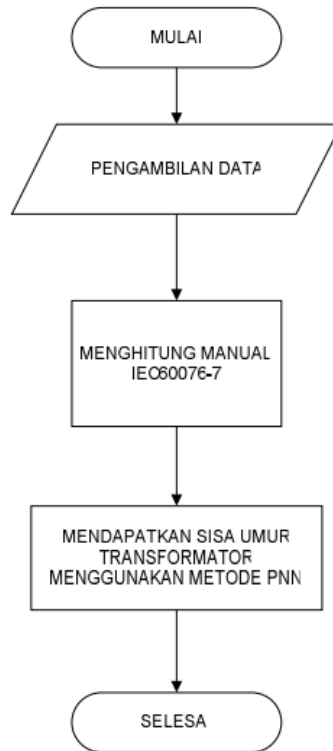
ρ = Dimensi vector x

σ = Faktor penghalus (standar deviasi)

Cara Kerja PNN

Jaringan saraf probabilistik dapat digunakan untuk memecahkan masalah klasifikasi. Misalkan terdapat Q pasang vektor input dan target, dimana target terdiri dari K elemen. Dalam hal ini, nilai salah satu elemen target adalah 1 dan nilai elemen lainnya adalah 0. Oleh karena itu, setiap vektor masukan harus dihubungkan dengan 1 vektor kelas K . Bobot masukan dari lapisan pertama memiliki nilai yang sama dengan vektor masukan (misalnya: P). Hasil a_1 dari lapisan pertama adalah hasil aktivasi jarak antara vektor input dan bobot input dikalikan dengan bias. Nilai a_1 ini mendekati 1 ketika vektor input dekat dengan vektor bobot (jarak mendekati 0). Jika vektor masukan mendekati beberapa bobot masukan, ada banyak elemen a_1 yang mendekati satu. Keluaran dari lapisan pertama ini merupakan keluaran dari lapisan keluaran. Di lapisan hasil, bobot lapisan ditetapkan sama dengan vektor target. Masing-masing vektor target ini memiliki nilai 1 hanya pada baris yang sesuai dengan vektor input tertentu, yang lainnya memiliki nilai 0. Neuron dari result layer menjumlahkan hasil perkalian bobot hasil dikalikan dengan a_1 (n_2). Keluaran jaringan adalah 1 jika n_2 besar, selain itu 0 jika n_2 kecil.

METODE



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

Pada tahapan ini dilakukan proses dalam beberapa langkah yaitu:

1. Mulai Pada tahapan ini proses semua referensi referensi dikumpulkan untuk dijadikan sebagai acuan dalam pengerjaan skripsi, dari referensi referensi tersebut maka judul pada skripsi ini adalah analisa sisa umur transformator menggunakan metode Probabilistik Neural Network(PNN).
2. Pengambilan Data 15 Pada tahapan ini pengambilan data dilakukan pada tanggal 1 Januari 2021 sampai dengan 30 Januari 2021 di PLN.
3. Perhitungan Manual IEC60076-7 Pada tahapan ini hasil dari pengambilan data dikumpulkan arus tiap fase, data kapasitas transormator dan temperature oil, kemudian dihitung menggunakan standar IEC60076-7 untuk mendapatkan sisa umur transformator.
4. Mendapatkan sisa umur Menggunakan Metode PNN Pada tahapan kali ini , hasil pengambilan data akan dijadikan input untuk menghitung sisa umur transformator dengan menggunakan metode probabilistik neural network (PNN)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pembahasan perkiraan umur transformator dapat di tentukan sisa umur transformator berikut merupakan hasil perhitungan sisa umur trafo 1 dengan kapasitas 250 kV ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Hasil Perhitungan Sisa Umur Trafo 1

Waktu	K	θ_0	$\Delta\theta_{h1}$	$\Delta\theta_{h2}$	$\Delta\theta_h$	θ_h	V
1:00	0.6405	22.3749	11.2757	0	11.2757	33.6506	0.0006
2:00	0.7173	26.2010	13.5171	0	13.5171	39.7181	0.0012
3:00	0.7173	26.2010	13.5171	0	13.5171	39.7181	0.0012
4:00	0.7173	26.2010	13.5171	0	13.5171	39.7181	0.0012
5:00	0.7173	26.2010	13.5171	0	13.5171	39.7181	0.0012
6:00	0.2562	9.7399	2.6027	0	2.6027	12.3426	5.0399
7:00	0.1281	7.9348	0.8584	0	0.8584	8.7933	3.3447
8:00	0.1281	7.9348	0.8584	0	0.8584	8.7933	3.3447
9:00	0.1281	7.9348	0.8584	0	0.8584	8.7933	3.3447
10:00	0.1281	7.9348	0.8584	0	0.8584	8.7933	3.3447
11:00	0.2562	9.7399	2.6027	0	2.6027	12.3426	5.0399
12:00	0.2562	9.7399	2.6027	0	2.6027	12.3426	5.0399

Untuk mendapatkan data pembebanan dan sisa umur transformator, berikut merupakan prosedur perhitungan sisa umur trafo berdasarkan data trafo 1.

1. Perhitungan ratio pembebanan (K)

$$K = \frac{\text{Arus Terukur}}{\text{Arus Pengenal}}$$

$$K = \frac{243,28}{250}$$

$$K = 0,64048 p. u$$

2. Perhitungan Temperatur Top Oil Pada pukul 01.00 didapatkan

$$\theta_{0(0)} = \left[\frac{1 + k^{2R}}{1 + R} \right]^x \times \Delta\theta_{0r}$$

$$\theta_{0(0)} = \left[\frac{1 + 0,74^{2.51}}{1 + 5} \right]^{0,8} \times 59 + 36$$

$$\theta_{0(0)} = 0,6848 \times 95$$

$$\theta_{0(0)} = 65,06^\circ\text{C}$$

3. Perhitungan sisa umur transformator dalam satu tahun

$$\text{Sisa umur} = \frac{8760 - (Lx365)}{8760} \times (30 - \text{tahun operasi})$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{8760 - (0,24485x365)}{8760} \times (30 - 6)$$

$$\text{Sisa umur} = \frac{8760 - 89,37025}{8760} \times (24)$$

$$\text{Sisa umur} = 0,99791 \times 24$$

$$\text{Sisa umur} = L = 23,95 \text{ tahun}$$

gabungan section technique dan RIA. Berdasarkan hasil perhitungan keandalan Penyulang Mulyosari menggunakan metode section technique, didapatkan untuk hasil dari SAIFI sebesar 0,77799512 kali/pelanggan/tahun. Kemudian adanya parameter momentary failure rate dalam perhitungan yang sama menggunakan metode RIA-section technique, didapatkan hasil yang sama yaitu sebesar 0,77799512 kali/pelanggan/tahun..

Selanjutnya untuk hasil dari SAIDI metode Section Technique adalah 2,45068492 jam/pelanggan/tahun, kemudian ditambahkan parameter momentary failure rate dalam perhitungan didapatkan nilai SAIDI menjadi 0,00233399 jam / pelanggan / tahun.

Kemudian pada metode section technique didapatkan nilai CAIDI sebesar 3,150000375 jam/pelanggan/tahun, namun ketika ditambahkan parameter momentary failure rate didapatkan nilai CAIDI menjadi 0,003000006 jam /pelanggan/tahun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sisa umur pada transformator 1 sebesar 23,957 tahun dengan laju penuaan sebesar 0,2448 jam/hari.
2. Laju penuaan tertinggi terjadi pada jam malam dikarenakan penggunaan beban puncak pada sistem tenaga listrik terjadi Ketika malam hari, sehingga akan berdampak pada kapasitas trafo yang menyebabkan transformator lebih cepat rusak atau umur dari transformator tersebut akan berkurang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Y. Rizki and E. Ervianto, "PERKIRAAN UMUR TRANSFORMATOR BERDASARKAN PENGARUH PEMBEBANAN DAN TEMPERATUR LINGKUNGAN MENGGUNAKAN METODE TREND LINEAR," vol. 6, p. 8, 2019.
- [2] G. L. Sutaryono, "ANALISA INDEKS KESEHATAN TRANSFORMATOR DAYA BERBASIS NEURAL NETWORK UNTUK MEREDUKSI JUMLAH TEST PADA TRAFU," p. 70, 2015.
- [3] syamsir, ANALISIS PERAMALAN MASA PAKAI TRANSFORMATOR BERDASARKAN BEBAN MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINEAR. 2018.

[4] J. A. Wicaksana and H. Yasin, "PROBABILISTIC NEURAL NETWORK BERBASIS GUI MATLAB UNTUK KLASIFIKASI DATA REKAM MEDIS," vol. 5, no. 3, p. 10, 2016.