

## Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan - *Backpropagation* dalam Pengenalan *Flashover Isolator 150 kV*.

Studi Kasus : Payakumbuh – Koto Panjang

M. Farhan Kamil<sup>1</sup>, Sitti Amalia<sup>1\*</sup>, Yusreni Warmi<sup>1</sup>, Andi Syofian<sup>1</sup>, Erhaneli<sup>1</sup>

Institut Teknologi Padang<sup>1</sup>

\*sittiamalia@itp.ac.id

### ABSTRACT

*The 150 kV Koto Panjang - Payakumbuh transmission line is a transmission line with a total length of 86 km. Environmental factors greatly influence the formation of a layer of contaminants on the surface of insulators, this is one of the causes of flashover in insulators. This research was carried out using the artificial neural network method - backpropagation in the introduction of 150 kV insulator flashover against temperature and humidity contaminated with moss and dust. So the flashover results obtained using artificial neural networks - backpropagation are compared with experimental flashover. Therefore, the implementation of an artificial neural network - backpropagation for the introduction of flashover of the 150 kV Payakumbuh - Koto Panjang insulator was successfully implemented by achieving flashover values with a small difference in the output so that the error obtained by training and testing the artificial neural network was also small. This means that the flashover voltage can be recognized by artificial neural network testing. The moss test parameter values are measured by the number of epochs with an average of 197.57, performance with an average of 17.8E-05 and gradient with an average of 27.38E-05. dust test parameters were measured by the number of epochs with an average of 101.85, performance with an average of 75.3E-06 and gradient with an average of 33.78E-05.*

**Keywords :** *Isolator, Flashover, Artificial Neural Network*

### INTISARI

Saluran transmisi 150 kV Koto Panjang - Payakumbuh ini merupakan saluran transmisi dengan total panjang 86 km. Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap pembentukan lapisan kontaminan pada permukaan isolator, hal tersebut merupakan salah satu penyebab terjadinya *flashover* pada isolator. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan – *backpropagation* dalam pengenalan *flashover* isolator 150 kV terhadap suhu dan kelembaban yang terkontaminasi lumut dan berdebu. Sehingga hasil *flashover* yang diperoleh menggunakan jaringan syaraf tiruan - *backpropagation* dibandingkan dengan *flashover* eksperimen. Oleh sebab itu Implementasi jaringan syaraf tiruan – *backpropagation* untuk pengenalan *flashover* isolator 150 kV payakumbuh – Koto Panjang berhasil diterapkan dengan capaian nilai *flashover* dengan *output*nya mendapatkan selisih yang kecil sehingga error yang diperoleh oleh pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan juga kecil. Artinya tegangan *flashover* tersebut dapat dikenali oleh pengujian jaringan syaraf tiruan. Dengan nilai parameter pengujian lumut diukur dari jumlah *epoch* dengan rata-rata 197,57, *performance* dengan rata-rata 17,8E-05 dan *gradien* dengan rata-rata 27,38E-05 . parameter pengujian debu diukur dari jumlah *epoch* dengan rata-rata 101,85, *performance* dengan rata-rata 75,3E-06 dan *gradien* dengan rata-rata 33,78E-05.

Kata kunci: *Isolator, Flashover, Jaringan Syaraf Tiruan*

### I. PENDAHULUAN

Sistem transmisi saluran udara, seperti saluran transmisi 150 kV Koto Panjang-Payakumbuh di Sumatera Barat, digunakan untuk sistem distribusi tenaga listrik. Saluran transmisi 150 kV Koto panjang-Payakumbuh ini merupakan saluran transmisi dengan total panjang 86 km [1], [2], [3]. Dalam distribusi energi listrik, seringnya terjadi kegagalan pada jalur transmisi dan distribusi karena *flashover* yang disebabkan oleh pengotoran permukaan isolator atau

kerusakan mekanis pada isolator. Maka isolator sangat penting dalam sistem distribusi energi listrik dan oleh karena itu keandalannya harus dijaga. Agar isolator mampu bekerja secara optimal untuk mengurangi efek dari *flasover* pada isolator payakumbuh - koto panjang maka dilakukan uji coba dari suhu dan kelembaban pada isolator 150 kV yang terkontaminasi dengan simulasi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) menggunakan *software* MATLAB [4], [5], [6].

## II. LANDASAN TEORI

### A. Isolator

Isolator merupakan komponen penting dari jaringan listrik. Isolator berfungsi sebagai alat atau perangkat yang menyangga kabel saluran listrik pada tiang listrik dan digunakan untuk mengisolasi arus dari dua kabel atau lebih untuk mencegah kerusakan akibat kebocoran arus dan percikan api pada saluran listrik. Fungsi lain dari isolator adalah untuk menyekat penghantar saluran bertegangan dari batang penyangga saluran sehingga arus tidak dapat mengalir dari penghantar saluran ke bumi [7], [8].

### B. Saluran Transmisi

Saluran transmisi merupakan media yang digunakan untuk mentransmisikan tenaga listrik atau dari pembangkit listrik menuju *distribution station* hingga sampai ke konsumen pengguna listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi. Saluran transmisi merupakan rantai penghubung antara pusat pembangkit listrik dengan sistem distribusi. Saluran transmisi saluran panjang membawa daya dari pembangkit listrik atau pusat pembangkitan ke bagian distribusi yang dapat digunakan oleh konsumen [9], [10].

### C. Flasover pada isolator

Tegangan *flashover* merupakan kegagalan isolasi di mana permukaan isolator dibebani oleh medan listrik yang lebih besar daripada kapasitas ketahanan elektriknya. *Flashover* ini dapat menimbulkan pemanasan dan merusak isolator, dan salah satu penyebabnya adalah pencemaran pada permukaan isolator, yang mekanismenya dipengaruhi oleh beberapa variabel dinamis seperti konfigurasi *insulasi*, polusi dan iklim [11], [12], [13].

### D. Kerapatan Udara, Kelembaban Dan Suhu Udara

Tegangan *flashover* di sepanjang permukaan atau di atas celah udara secara umum biasanya meningkat seiring dengan kelembaban udara. Jumlah elektron yang ditangkap oleh molekul air meningkat seiring dengan jumlah jalur bebas rata-rata elektron. Karena itu, peningkatan kelembaban relatif mengubah kinerja sistem isolasi. Seperti kelembaban, kepadatan udara sangat mempengaruhi karakteristik *flashover* [11],[14], [12], [15].

### E. Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses data yang memiliki fitur dan operasi yang mirip dengan syaraf biologis. Jaringan syaraf tiruan

(JST) adalah sistem pemroses data yang memiliki fitur dan operasi yang mirip dengan syaraf biologis. Pelatihan jaringan syaraf tiruan - *backpropagation* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivisasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasi mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit ± unit di layar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi [16], [17].

Salah satu tahapan *preprocessing* setelah data terbentuk pola adalah normalisasi data. Ini membuat rentang data lebih kecil dan membuat taburan data stabil yaitu antara 0,1 sampai 0,9 selama proses transformasi. Tujuan normalisasi adalah untuk membuat pelatihan lebih mudah [16], [18], [19].

$$X' = \frac{0,8(X-a)}{b-a} + 0,1 \dots \dots \dots (1)$$

X' = transformasi linier dengan interval data 0,1 - 0,9

X = data yang ingin di normalisasi

a = data minimum dari data asli

b = data maksimum dari data asli

Setelah memperoleh model jaringan syaraf tiruan yang diinginkan, nilai bobot *output* diproses setelah perbaikan, yang berarti mengubah nilai bobot output kembali ke bentuk aslinya. Rumus denormalisasi dapat dilihat sebagai berikut :

$$X = \frac{(X'-0,1)(b-a)}{0,8} + a \dots \dots \dots (2)$$

X' = data bobot *output*

X = data hasil denormalisasi

a = data minimum dari data asli

b = data maksimum dari data asli

Kesalahan pada keluaran jaringan adalah perbedaan antara keluaran sebenarnya dan yang diinginkan. Biasanya, perbedaan ini dihitung dengan menggunakan persamaan. *Sum Square Error* (SSE) dihitung sebagai berikut:

$$SSE = (T_{jp} - X_{jp})^2 \dots \dots \dots (3)$$

T<sub>jp</sub> = nilai target/yang diinginkan untuk setiap

keluaran nilai keluaran jaringan syaraf tiruan (*output*)

X<sub>jp</sub> = nilai keluaran jaringan syaraf tiruan /*output*

Untuk mencari MSE dapat menggunakan rumus [20]:

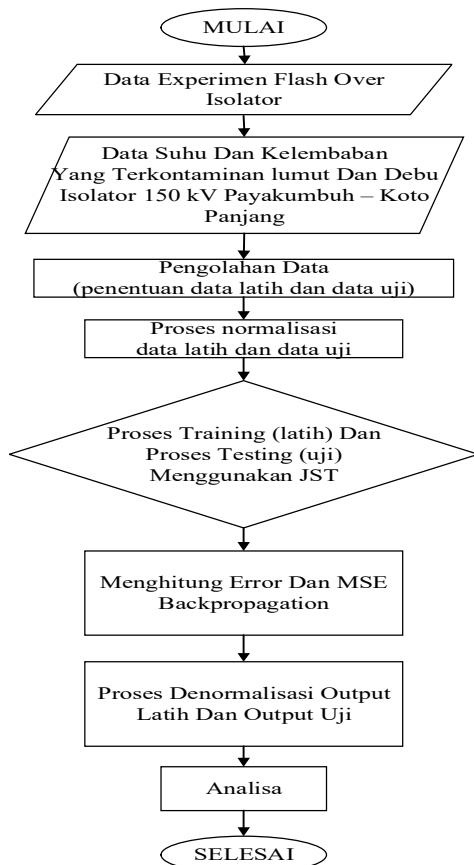
$$MSE = \frac{\sum E^2}{n} \dots\dots\dots (4)$$

$\sum E^2$  = hasil jumlah dari seluruh hasil SSE

$n$  = jumlah data pembelajaran

### III. METODE PENELITIAN

Adapun metode untuk pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

#### 1. Data Primer

Pengambilan data isolator bersih dan isolator yang berpolutan akibat lumut serta nilai suhu dan kelembaban yang terdapat pada isolator 150 kV Payakumbuh – Koto Panjang.

#### 2. Data Sekunder

Pengumpulan data – data yang dilakukan berdasarkan teori seperti data – data yang berasal dari jurnal ilmiah, buku referensi, dan data – data yang

terdapat di pada PT. PLN (Persero) yang berkaitan dengan saluran transmisi 150 kV Payakumbuh – Koto Panjang.

Metode yang digunakan merupakan metode jaringan syaraf tiruan - *backpropagation* dimana metode ini menggunakan input suhu dan kelembaban sedangkan target menggunakan nilai *flashover* eksperimen lalu jaringan syaraf tiruan-*backpropagation* menghasilkan output berupa tegangan *flashover*, maka menghasilkan nilai *error* yang merupakan nilai selisih nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* menggunakan jaringan syaraf tiruan-*backpropagation*

### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data latih dan data uji untuk 1 isolator berlumut dimana percobaan 1-5 adalah data uji dan percobaan 6-10 merupakan data latih

Tabel 1. Data Suhu Dan Kelembaban Lumt Percobaan 1-5

	data latih				
percobaan	1	2	3	4	5
suhu	31.8	32.3	29.3	29.5	28.9
kelembaban	72.5	70.9	75.6	76.6	77
flashover	75.7	76.3	75.5	79.4	78.4

Tabel 2. Data Suhu Dan Kelembaban Lumt Percobaan 6-10

	data uji				
percobaan	6	7	8	9	10
suhu	30.1	29.6	28.8	28.3	28.6
kelembaban	74.3	76.6	76.9	77.3	77.2
flashover	76.9	83.6	79.3	80.7	78.7

Dapat dilihat dengan kategori suhu dan kelembaban sebagai input data dan *flashover* sebagai target data. Untuk memasukkan data Jaringan Syaraf Tiruan maka perlu dilakukan normalisasi data, dan didapatkan hasil normalisasi data sebagai berikut :

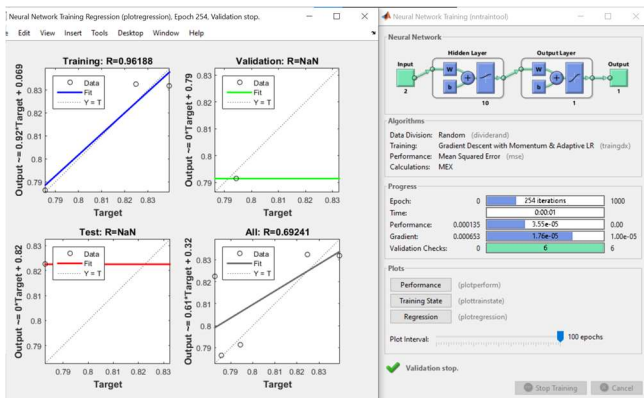
Tabel 3. Data Normalisasi Latih Lumut

	data latih				
input data	0.150633	0.157866	0.114467	0.11736	0.10868
	0.739421	0.716275	0.784268	0.798734	0.804521
target data	0.785714	0.794394	0.782821	0.839241	0.824774

**Tabel 4.** Data Normalisasi Uji Lumut

data uji					
input data	0.12604	0.118807	0.107233	0.1	0.10434
	0.765461	0.798734	0.803074	0.808861	0.807414
target data	0.803074	0.9	0.837794	0.858047	0.829114

Data yang telah di normalisasi dirobah ke dalam *workspace* matlab dimasukkan ke inputan dan target jaringan syaraf tiruan pada *software* matlab. Setelah itu dilakukan *training* data.



**Gambar 2.** Hasil Training 1 Keping Isolator Kontaminan Lumut

Berdasarkan gambar 2 proses pelatihan berhenti pada iterasi 254 dari 1000 iterasi *epoch* yang diinginkan dengan pencapaian waktu 00.00.01 detik. Lalu didapatkan hasil *output* dan *error* dari simulasi.

**Tabel 5.** Hasil Error Data Latih Isolator Lumut

Hasil Error Data Latih					
Output	0.78648	0.79139	0.82254	0.8318	0.83247
Error	-0.00076624	0.003003	-0.039723	0.007437	-0.0077
SSE	5.87124e-07	9.02e-06	0.0015779	5.53e-05	5.93e-05
MSE			0.000340422		

**Tabel 6.** Hasil Error Data Latih Isolator Lumut

Hasil Error Data Uji					
Output	0.78491	0.8319	0.83238	0.83237	0.83243
Error	0.018165	0.068104	0.0054184	0.025672	-0.00332
SSE	0.000329967	0.004638	2.936e-05	0.000659	1.1e-05
MSE			0.001133507		

Proses denormalisasi data *output* untuk melihat perbandingan data antara data target atau *flashover* dengan hasil *output* dari pengujian jaringan syaraf tiruan.

**Tabel 7.** Perbandingan Eksperimen Dan Hasil Jst 1 Isolator Lumut

perbandingan eksperimen dan hasil jst 1 isolator					
flashover eksperimen latih	75.7	76.3	75.5	79.4	78.4
flashover hasil jst latih	75.7529 3	76.0923 3	78.24558	78.8856 8	78.93199
flashover eksperimen uji	76.9	83.6	79.3	80.7	78.7
flashover hasil jst uji	75.6444	78.8925 9	78.92577	78.9250 8	78.92922

perbandingan dari nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* hasil simulasi jaringan syaraf tiruan. Selisih dari nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* hasil jaringan syaraf tiruan pada proses pelatihan mencapai 1%. Sedangkan selisih dari nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* hasil jaringan syaraf tiruan pada proses pengujian mencapai 2%. Artinya pada proses uji pada simulasi jaringan syaraf tiruan pada 1 piringan isolator terkontaminan lumut lebih buruk karena selisih pengujian lebih besar dari selisih pelatihan.

Berikut adalah data latih dan data uji untuk 1 isolator berdebu dimana percobaan 1-5 adalah data uji dan percobaan 6-10 merupakan data latih

**Tabel 8.** Data Suhu Dan Kelembaban Debu Percobaan 1-5

data latih					
percobaan	1	2	3	4	5
suhu	33.8	33.1	33.6	33.7	34.2
kelembaban	69.3	69	70.2	67.7	65.6
flashover	79.3	83.7	78.3	83.5	78.4

**Tabel 9.** Data Suhu Dan Kelembaban Debu Percobaan 6-10

data uji					
percobaan	6	7	8	9	10
suhu	33.2	33.4	33.8	34.7	34.4
kelembaban	68.8	68.6	68.6	66.7	67
flashover	71	80.3	75.8	83.9	81.5

Perlu juga dilakukan normalisasi data, dan didapatkan hasil normalisasi data sebagai berikut :

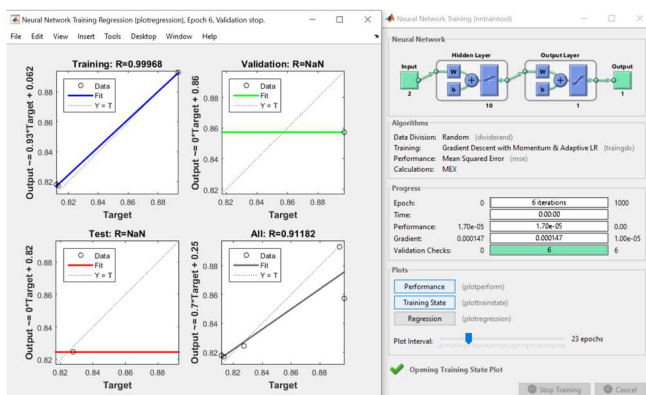
**Tabel 10.** Data Normalisasi Latih Debu

data latih					
input data	0.111024	0.1	0.107874	0.109449	0.117323
	0.670079	0.665354	0.684252	0.644882	0.611811
target data	0.827559	0.89685	0.811811	0.893701	0.813386

**Tabel 11.** Data Normalisasi Uji Debu

data uji					
input data	0.101575	0.104724	0.111024	0.125197	0.120472
	0.662205	0.659055	0.659055	0.629134	0.633858
target data	0.69685	0.843307	0.772441	0.9	0.862205

Setelah itu dilakukan *training* data.



**Gambar 3.** Hasil *Training* 1 Keping Isolator Kontaminan debu

Berdasarkan gambar 3 proses pelatihan berhenti pada iterasi 6 dari 1000 iterasi *epoch* yang diinginkan. Lalu didapatkan hasil *output* dan *error* dari simulasi dan dilakukan perhitungan.

**Tabel 12.** Hasil Error Data Latih Isolator Debu

Hasil Error Data Latih					
Output	0.8245	0.85719	0.81785	0.89295	0.8171
Error	0.003063	0.039656	-0.00604	0.000755	-0.0037138
SSE	9.38e-06	0.001573	3.65e-05	5.7e-07	1.37923e-05
MSE	0.000326574				

**Tabel 13.** Hasil Error Data uji Isolator Debu

Hasil Error Data Uji					
Output	0.83233	0.82857	0.86883	0.81527	0.81563
Error	-0.13548	0.01474	-0.09639	0.084732	0.046575
SSE	0.018355	0.000217	0.009292	0.00718	0.002169231
MSE	0.00744249				

Proses denormalisasi data output untuk melihat perbandingan data antara data target atau *flashover*

dengan hasil *output* dari pengujian jaringan syaraf tiruan.

**Tabel 14.** Perbandingan Eksperimen Dan Hasil Jst 1 Isolator Debu

perbandingan eksperimen dan hasil jst 1 isolator					
flashover eksperimen latih	79.3	83.7	78.3	83.5	78.4
flashover hasil jst latih	79.10575	81.18157	78.68348	83.45233	78.63585
flashover eksperimen uji	71	80.3	75.8	83.9	81.5
flashover hasil jst uji	79.60296	79.3642	81.92071	78.51965	78.54251

perbandingan dari nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* hasil simulasi jaringan syaraf tiruan. Selisih dari nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* hasil jaringan syaraf tiruan pada proses pelatihan mencapai 1%. Sedangkan selisih dari nilai *flashover* eksperimen dengan nilai *flashover* hasil jaringan syaraf tiruan pada proses pengujian juga mencapai 1%. Artinya pada proses uji pada simulasi jaringan syaraf tiruan pada 1 piringan isolator terkontaminasi debu sama sama baik.

Pengujian dilakukan menggunakan 7 keping isolator terkontaminasi lumut dan 7 keping isolator kontaminasi debu, Maka didapatkan perbandingan *epoch*, *performance*, *gradient*, dan MSE dari 7 keping isolator berlumut dan berdebu

**Tabel 15.** Perbandingan Nilai MSE Kontaminasi Lumut

Isolator	Training			Testing	
	Epoch (Iteration)	Performance	Gradient	MSE	MSE
1	254	3.55E-05	1.76E-05	0.000340422	0.001133507
2	198	2.24e-07	9.48e-06	0.000109908	0.00062305
3	168	6.74E-05	1.03E-04	0.001650352	0.004234534
4	258	4.86E-06	9.60E-06	0.000440638	0.001063314
5	6	8.05E-06	3.17E-05	0.000343594	0.000623812
6	247	2.80E-06	9.79E-06	4.67118E-05	0.002398527
7	252	6.40E-06	9.95E-06	0.000104714	0.000670439

Tabel 16. Perbandingan Nilai MSE Kontaminan Debu

Isolator	Training			Testing	
	Epoch (Iteration)	Performance	Gradient	MSE	MSE
1	6	1.70E-05	1.47e-04	0.000326574	0.00744249
2	6	2.63E-06	1.02E-05	0.000270089	0.000720033
3	211	4.97E-06	1.94E-05	4.34394E-05	0.000190097
4	6	3.83E-06	1.10E-05	0.002027577	0.004467119
5	244	6.45E-06	1.60E-05	0.000594	0.001891
6	6	3.95E-06	2.32E-05	0.000170623	0.000461118
7	234	1.39E-05	9.72E-06	1.2115E-05	0.000739788

## V. KESIMPULAN

Implementasi jaringan syaraf tiruan – backpropagation untuk pengenalan *flashover* isolator 150 kV payakumbuh – Koto Panjang berhasil diterapkan dengan capaian nilai *flashover* dengan *outputnya* mendapatkan selisih yang kecil sehingga *error* yang diperoleh oleh pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan juga kecil. Artinya tegangan *flashover* tersebut dapat dikenali oleh pengujian jaringan syaraf tiruan. Dengan nilai parameter diukur dari jumlah *epoch*, *performance* dan *gradien* dengan hasil terbaik.

## REFERENSI

- [1] Y. Warmi and F. Ismail, “Perbaikan Desain Proteksi Petir Saluran Transmisi 150 kV Payakumbuh – Koto Panjang,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133701.
- [2] F. Yanti, “ANALISA PENGARUH KONTAMINAN ISOLATOR TERHADAP JUMLAH FLASHOVER PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV KOTO PANJANG-PAYAKUMBUH,” pp. 305–313, 2022.
- [3] Y. Warmi and K. Michishita, “Tower-footing resistance and lightning trip-outs of 150 kV transmission lines in west sumatra in Indonesia,” *MATEC Web Conf.*, vol. 215, pp. 4–11, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201821501022.
- [4] Y. Warmi, “Analisa Pengaruh Panjang Gap Arcing Horn Terhadap Jumlah Trip-out Pada Saluran Transmisi 150 kV Payakumbuh – Koto Panjang,” *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 8, no. 2, pp. 82–86, 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133815.
- [5] Y. WARMI and K. FEBRIAN, “Analisis Variasi Ketebalan Coating Senyawa Glasir terhadap Daya Tahan Dielektrik Isolator Keramik Saluran Transmisi 150kV,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 249, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.249.
- [6] F. Lumeno, L. S. Patras, and I. F. Lisi, “Pengukuran Indeks Polusi Pada Sistem Minahasa Berdasarkan Nilai Esdd Dan Nsdd,” vol. 5, no. 2, pp. 50–58, 2016.
- [7] A. Indah, S. A. Hulukati, Yusrianto Malago, and Yusrianto Malago, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus Bocor Isolator,” *Electrician*, vol. 16, no. 1, pp. 110–115, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n1.2242.
- [8] Armansyah, “Analisa Pengaruh Endapan Polutan Garam Pada Isolator Terhadap Arus Bocor,” *J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 76–84, 2021.
- [9] A. Hasibuan and E. S. Nasution, “Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV Rantauprapat- Padang Sidempuan,” *J. Energi Elektr.*, vol. 5, no. 2, p. pp 49-54, 2016.
- [10] M. Fauzan, F. R. Yanti, M. A. Azzahra, A. Ahmad, and Y. Warmi, “Investigasi Flashover Pada Saluran Transmisi 150 kV Payakumbuh – Koto Panjang,” pp. 177–184, 2022.
- [11] Q. Wang, X. Liang, Y. Shen, S. Liu, Z. Zuo, and Y. Gao, “Lightning Flashover Characteristics of a Full-Scale AC 500 kV Transmission Tower with Composite Cross Arms,” *Engineering*, vol. 23, pp. 130–137, 2023, doi: 10.1016/j.eng.2021.09.021.
- [12] A. Aprianto, A. Syakur, and Yuningtyastuti, “Pengaruh Kelembaban dan Suhu Terhadap Karakteristik Arus Bocor pada Isolator Bahan Resin Epoksi dengan Pengisi Bahan Pasir Silika,” pp. 1–12, 2012.
- [13] A. Jaya, A. Syarifuddin, J. Teknik, E. Universitas, and M. Indonesia, “Pengaruh Equivalent Salt Deposit Density Terhadap Tegangan Flashover Bahan Isolasi Low Density Polyethylene ( LDPE ),” vol. 13, no. 1, pp. 42–45, 2019.

- [14] R. W. Macpherson, M. P. Wilson, I. V. Timoshkin, S. J. MacGregor, and M. J. Given, "Impulsive Flashover Characteristics and Weibull Statistical Analysis of Gas-Solid Interfaces with Varying Relative Humidity," *IEEE Access*, vol. 8, no. Li, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3046088.
- [15] S. Amalia, R. Andari, and R. Syukriansyah, "STUDI PEMODELAN SISTEM PENGONTROLAN SUHU RUANGAN," vol. 20, no. 2, pp. 175–180, 2020.
- [16] I. P. Sutawinaya, I. N. Gede, A. Astawa, N. Kadek, and D. Hariyanti, "Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan Pada Peramalan Curah Hujan," *J. Log.*, vol. 17, no. 2, pp. 92–97, 2017.
- [17] A. Haris, H. Slamet, B. H. Purnomo, and D. W. Soedibyo, "Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prakiraan Harga Komponen Bahan Baku Pakan Unggas di PT XYZ Model of Artificial Neural Network for Price Forecasting of Poultry Feed Components at PT XYZ," vol. 9, no. 2, pp. 151–161, 2020.
- [18] B. Satria, "Prediksi Volume Penggunaan Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 674–684, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i3.575.
- [19] S. Irwanda, J. T. Hardinata, and I. S. Damanik, "Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Tilang di Kejaksaan Negeri Simalungun," *Pros. Semin. Nas. Ris. Inf. Sci.*, vol. 1, no. September, p. 697, 2019, doi: 10.30645/senaris.v1i0.76.
- [20] N. A. T, A. Murnomo, and A. Suryanto, "Implementasi Neural Network pada Matlab untuk Prakiraan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur," vol. 9, no. 1, 2019.