

## ANALISIS PENGARUH JARAK ANTAR FASA TERHADAP RUGI KORONA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN EKSTRA TINGGI 275 kV KILIRAN JAO - PAYAKUMBUH

AHMAT IHSAN, ERHANELI, ZURIMAN ANTHONY, SEPANNUR BANDRI

Teknik, Institut Teknologi Padang

2016310051.ahmat@itp.ac.id, erhanelimarzuki@gmail.com, antoslah@gmail.com,  
Sepannurb@yahoo.com

**Abstract:** Penelitian ini membahas tentang rugi-rugi daya dan efisiensi terhadap variasi nilai jarak antar fasa pada SUTET dengan kapasitas tegangan 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh dengan panjang saluran 126,4 km. Munculnya korona dengan ditandai adanya bunyi bising, berbau ozon, dan cahaya ungu pada penghantar. Korona dapat menyebabkan rugi-rugi daya dan efisiensi mengakibatkan daya yang dikirim ke konsumen tidak sesuai. Penelitian dilakukan untuk mengetahui nilai rugi-rugi daya dan efisiensi dengan metode analisis perhitungan matematis persamaan Peek dan lainnya. Perhitungan berdasarkan data yang diperoleh saat melakukan penelitian dengan divariasikan nilai jarak antar fasa dari 4 meter - 8 meter. Hasil yang diperoleh bahwa rugi-rugi daya maksimum terjadi pada jarak antar fasa 4 meter (suhu maksimum) yaitu 1880,832 kW dan rugi efisiensi 1,3 %. Rugi-rugi daya minimum terjadi pada jarak antar fasa 8 meter (suhu minimum) yaitu 21,2352 kW dan rugi efisiensi yaitu 0,1 %. Hal tersebut disebabkan oleh suhu yang lebih rendah mengakibatkan penghantar tidak terlalu panas dan cuaca baik (cerah) menyebabkan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi kecil. faktor yang paling signifikan adalah jarak antar fasa, semakin jauh jarak antar fasa semakin kecil rugi-rugi daya dan rugi efisiensi. Sebaliknya semakin dekat jarak antar fasa, semakin besar rugi-rugi daya dan rugi efisiensi.

**Keywords:** Korona, Rugi-rugi daya, Rugi efisiensi.

### A.Pendahuluan

Energi listrik telah menjadi bagian kebutuhan dalam kehidupan manusia, dapat dilihat dengan adanya peningkatan konsumsi listrik dari tahun ke tahun atau dari dekade ke dekade selaras dengan perkembangan zaman, teknologi, pertumbuhan ekonomi, industri dan disertai juga dengan pertumbuhan penduduk (Siregar, 2019). Untuk menuju zaman digital, seluruh sektor kehidupan diarahkan dapat mempersiapkan diri dalam menghadapi zaman yang dinamis. Seluruh kegiatan di industrial dapat berjalan dengan baik apabila energi listrik yang tersedia dengan baik dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Dalam mengatasi peningkatan kebutuhan energi listrik, PT. PLN (Persero) selaku penyedia sumber energi listrik berperan penting dalam menjaga ketersediaan kuantitas, kualitas dan pelayanan energi listrik (Dewi, 2020). Energi itu didapatkan dari berbagai sumber energi baik berasal dari energi konvensional dan energi baru serta terbarukan. Proses penyaluran energi listrik ke konsumen di mulai dari unit pembangkit dihubungkan dengan saluran transmisi dan distribusi sampai ke konsumen atau beban.

Saluran transmisi merupakan saluran yang bertegangan tinggi dengan beberapa jenis dan kapasitas yang terdiri dari 2 jenis yaitu saluran udara dan kabel (Masarrang *et al.*, 2019), salah satunya Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) yang berkapasitas 275 kV. Dalam proses penyaluran energi listrik ke pelanggan dapat menempuh jarak yang sangat jauh dari stasiun pembangkit sehingga di saluran mengalami *drop* tegangan dan rugi-rugi daya (Anggoro, Utomo and Widihastuti, 2020). Menurut SPLN No.72 Tahun 1987, bahwa *drop* atau jatuh tegangan yang dibolehkan yaitu 5 % begitu juga dengan standar IEC (Anggoro, Utomo and Widihastuti, 2020). Dengan memperbesar tegangan dengan tidak memperhatikan kondisi luas penampang akan menimbulkan masalah baru berupa kasus korona (Dirgantara and Gani, 2018).

Korona adalah fenomena yang disebabkan oleh pelepasan muatan sebagian yang disebabkan oleh energi listrik tegangan tinggi yang bertabrakan dengan molekul gas di udara ketika tegangan medan listrik melebihi tingkat kritis yang menyebabkan kebisingan yang dapat

didengar, kebisingan frekuensi ke sistem komunikasi dan kehilangan daya pada saluran transmisi overhead (Tonmitr and Ratanabuntha, 2016). Korona menghasilkan cahaya berwarna *violet* (ungu) diikuti suara yang mendesis serta menimbulkan bau ozon (Arfan and Warmi, 2022). Korona dapat menimbulkan terjadinya peristiwa rugi-rugi daya di sepanjang saluran yang bermasalah. Korona tersebut dipicu oleh beberapa faktor yaitu kondisi cuaca (kondisi hujan jauh lebih besar daripada kondisi cerah) (Anthony, Bandri and Qadri, 2021), jenis dan luas penampang konduktor, kondisi permukaan konduktor, jarak antar kawat konduktor, dan tegangan sistem. Korona di sebabkan juga oleh disipasi dalam bentuk panas pada penghantar transmisi (Kolev and Sulakov, 2017) dan ionisasi udara di dekat penghantar (Electrical Power Research Institute, 1982). Ada juga di sebabkan oleh peralatan saluran transmisi berupa rusaknya isolator, kasarnya permukaan konduktor sehingga menyebabkan tembus tegangan dan memperlihatkan *discharge* muatan ke udara (Teknologi, Power and Adipala, 2021). Penelitian ini dilakukan di SUTET 275 kV dari Kiliran Jao ke Payakumbuh dengan panjang saluran 126,4 km dengan 2 saluran tepatnya di saluran Kiliran Jao 1 dengan *double* saluran (kanan dan kiri). Dalam penelitian, penulis menemukan kasus korona di saluran keluaran SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh ditandai dengan bunyi desing yang keras (kebisingan) tetapi cahayanya tidak timbul di siang hari dan di malam hari kelihatan samar-samar. Korona yang muncul dapat menyebabkan rugi-rugi daya (*losses*) yang berdampak pada kerugian finansial berupa pendapatan perusahaan dan mempengaruhi juga bagi konsumen yang berkaitan dengan pemerataan penyaluran. Bila rugi-rugi daya telah melampaui standar yang telah ditetapkan 10%, maka kasus ini tidak bisa diabaikan (Chorshanbiev *et al.*, 2020). Untuk itu dilakukan kajian dalam mengurangi kasus tersebut yang muncul pada saluran transmisi yang diteliti dan memberikan solusi untuk mengurangi rugi-rugi yang timbul.

Kasus korona menimbulkan rugi-rugi daya dapat dianalisis dengan proses perhitungan kuantitatif dengan persamaan Peek serta persamaan lainnya. Dalam melakukan perhitungan menentukan besar rugi-rugi daya di sepanjang Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh didukung dengan data-data penelitian yang diperoleh. Solusi yang diberikan berupa analisis variasi jarak antar konduktor terhadap rugi-rugi daya yang timbul dengan luaran dari analisis hasil perhitungan menggunakan persamaan Peek berupa nilai efisiensi dan dapat menampilkan karakteristik serta grafik analisis mengenai rugi-rugi daya untuk melihat nilai dari setiap variasi jarak antar fasa yang dimulai dari 4 meter sampai dengan 8 meter dengan data sesuai lapangan 6 meter. Penelitian ini bertujuan Menghitung rugi-rugi daya akibat korona pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh terhadap variasi jarak antar fasa dan Mengetahui Nilai efisiensi pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh.

## **B. Metodologi Penelitian**

Penelitian yang dilaksanakan berjenis studi evaluatif berupa analisis kasus korona yang muncul di saluran transmisi terhadap variasi jarak penghantar. Dalam analisis masalah tersebut dengan perhitungan matematis menggunakan persamaan Peek dalam mencapai solusi yang terbaik untuk kesimpulan atau gagasan yang diperoleh dari perbandingan metode yang akan dikaji. Penelitian ini bersifat aplikatif, aktual dan terbarukan yaitu Pengaruh Jarak Antar Fasa Terhadap Rugi Korona Pada SUTET 275 kV Kiliran Jao – Payakumbuh. Tempat yang dipilih sebagai lokasi penelitian tugas akhir dilakukan di sepanjang SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh yang ada di Kabupaten Sijunjung yang terdapat pada jalan Lintas Sumatera. Hal tersebut dapat di lihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:

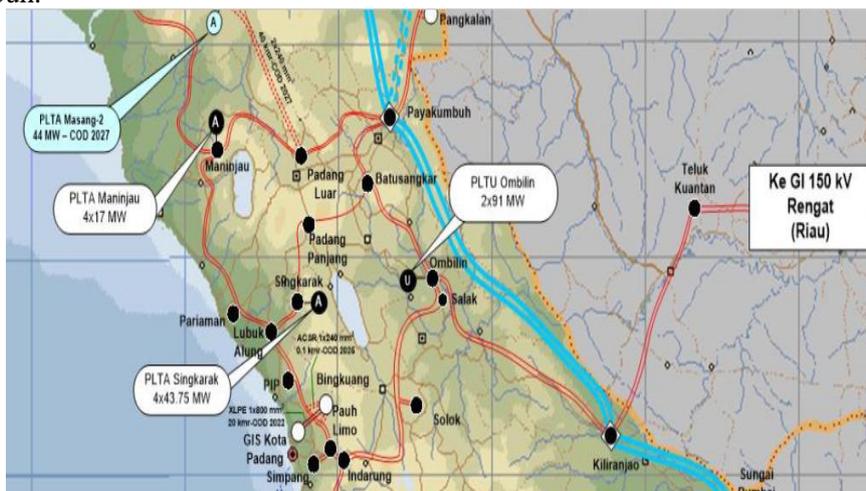


**Gambar 1** Denah Lokasi Penelitian (Google, 2023)

Data yang diperlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir (TA), untuk melakukan perhitungan-perhitungan dengan persamaan Peek sebagai berikut. 1) Data teknis SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh termasuk ke dalam data sekunder; dan 2) Data suhu di *Website* BMKG termasuk kedalam data sekunder. Dalam pengumpulan data berupa survei dan observasi (pengamatan), wawancara dengan petugas PLN. Jenis metode yang digunakan dalam penelitian tentang analisis kasus rugi daya yang diakibatkan oleh korona di SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh yaitu perhitungan matematis dengan Persamaan Peek.

### C.Hasil dan Pembahasan

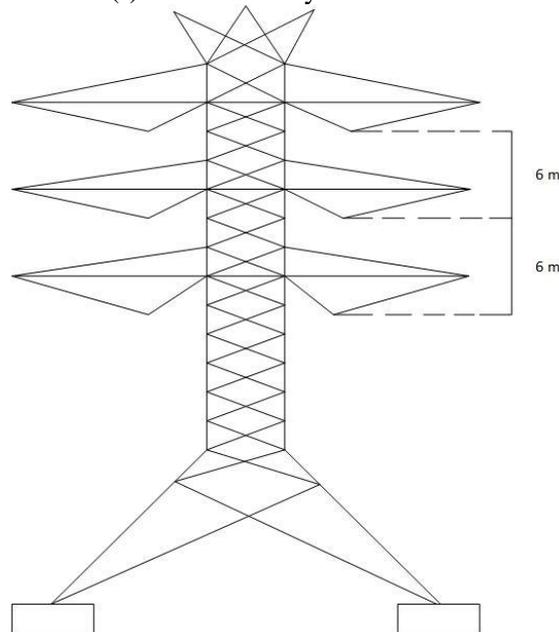
Analisa dan pembahasan yang dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian dalam melakukan perhitungan rugi-rugi daya akibat korona dan nilai efisiensi berdasarkan faktor-faktor salah satunya yaitu jarak antar konduktor. Dalam pemenuhan penelitian diperlukan data-data dari instansi PT PLN (Persero) di Kiliran Jao dan BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika). Data yang diperoleh dari PT PLN (Persero) berupa peta lokasi SUTET 275 kV, *single line* diagram, data teknis SUTET 275 kV, dan data kapasitas daya yang disalurkan dan diterima dengan saluran dari Kiliran Jao ke Payakumbuh +/- 125 km yang dapat ditunjukkan pada gambar 2 mengenai peta lokasi SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh.



**Gambar 2.** Peta lokasi SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh

Data teknis, profil daya, *single line* dan sebagainya mengenai SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliran Jao tahun 2023 didapatkan dari PT.PLN UIP3BS UPT Padang ULTG Kiliran Jao yang dapat dilihat pada tabel 1 sedangkan untuk data suhu diperoleh BMKG. SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh terkoneksi dengan jaringan di Sungai Rumbai

(Damasraya), dan Payakumbuh. Masukan GITET Kiliran Jao (+) dari GITET Sungai Rumbai dan keluaran GITET kiliran Jao (-) ke GITET Payakumbuh.



**Gambar 3.** Jarak antar *phasa* SUTET 275 kV Kiliran Jao - Payakumbuh

Gambar 4.2 merupakan bentuk 2 dimensi SUTET 275 kV Kiliran Jao – Payakumbuh dimana saluran tersebut terdiri dari 2 jalur Kiliran Jao 1 dan Kiliran Jao 2. Kiliran Jao 1 terdiri dari 2 saluran yaitu saluran sebelah kanan dan kiri dimana setiap *phasa double* dihubungkan dengan *spacer*. Begitu juga pada Kiliran Jao 2 sama seperti pada Kiliran Jao 1.

**Deskripsi Data,** Dalam penelitian yang dilakukan mengenai kasus korona yang timbul di SUTET 275 kV Kiliran Jao – Payakumbuh terdapat 2 data yang diperoleh dari beberapa instansi yaitu PT. PLN dan BMKG.

Data SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh. Data teknis SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh diperoleh dari PT. PLN (Persero) UIP3BS UPT Padang ULTG yang sesuai dengan data penelitian yang dilakukan langsung ke lapangan lokasi penelitian di GITET SUTET 275 kV Kiliran Jao dan Payakumbuh.

**Tabel 1.** Data teknis SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh (PLN, 2022)

No	Jenis Data	Keterangan
1.	Saluran	Kiliran Jao - Payakumbuh
2.	Tegangan Sistem	275 kV
3.	Panjang Saluran	126,4 km
4.	Jenis Kawat Penghantar	ACSR 430/40 mm <sup>2</sup>
5.	Luas Penampang Luar	430 mm <sup>2</sup>
6.	Diameter Luar	28,8 mm
7.	Jarak Antar Fasa	6 m
8.	Jumlah Kawat Fasa	2 line
9.	Banyak Urat Aluminium	54 urat
10.	Banyak Urat Untuk Steel	7 urat
11.	Jumlah Konduktor Berkas	2
12.	Jenis Tower	<i>Lattice</i>
13.	Jumlah Tower	377
14.	Cos phi	0,95
15.	Impedansi	26.414 Ω
16.	Andongan	9 atau 8 m
17.	Tegangan yang dikirim	277 kV
18.	Tegangan yang diterima	277,5 kV

**Variasi Jarak Antar Penghantar**, Jarak yang digunakan dalam proses analisis masalah korona yang timbul pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh di variasi dari jarak yang digunakan yaitu 6 m dari fasa ke fasa dalam menentukan mana jarak yang bagus dan ideal dalam mengurangi rugi korona yang menyebabkan terjadi rugi-rugi daya. Data variasi jarak (D) dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

**Tabel 2.** Data variasi jarak antar penghantar

No	Jarak (m)	Keterangan
1.	4	-
2.	5	-
3.	6	Data lapangan
4.	7	-
5.	8	-

**Data Suhu**, Data suhu diperoleh dari BMKG dari periode bulan Januari 2022 sampai bulan Desember 2022. Dibawah ini dapat dilihat data suhu maksimum dan minimum di wilayah Kabupaten Sijunjung pada tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Data suhu maksimum dan minimum tahun 2022

No	Bulan	Suhu Maksimum (°C)	Suhu Minimum (°C)
1.	Januari	34,6	23,3
2.	Februari	33,4	24,3
3.	Maret	33,4	23,5
4.	April	34,8	24
5.	Mei	34,1	25,8
6.	Juni	33	23,3
7.	Juli	33,2	24
8.	Agustus	33,6	23,8
9.	September	32,8	23,1
10.	Oktober	33,1	23,8
11.	November	32,2	23,6
12.	Desember	33,8	22,8

**Proses Pengolahan Data**, Dalam menentukan berapa nilai kerugian daya yang diakibatkan oleh korona terhadap jarak antar fasa yang muncul di SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh dengan menggunakan persamaan yang berkaitan dengan kasus yang diteliti terdapat di bab 2 untuk melakukan perhitungan. Langkah-langkah dalam melakukan proses pengolahan data yang diperoleh dari lapangan sebagai berikut: 1) Menghitung nilai kerapatan udara pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh berdasarkan data yang diperoleh; 2) Menghitung tegangan kritis ( $V_d$ ); 3) Menghitung rugi-rugi daya pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh menggunakan metode Peek; dan 4) Menghitung nilai efisiensi pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh.

**Analisa dan Pembahasan.** Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan untuk menganalisis, membahas dan memberikan solusi mengenai kasus rugi korona yang terjadi di SUTET 275 kV berupa perhitungan-perhitungan rugi-rugi daya menggunakan persamaan Peek, nilai efisiensi, faktor kerapatan udara, tegangan kritis berdasarkan perbedaan suhu maksimum dan minimum sesuai aplikasi dan sebagainya. Tekanan merupakan satu dari beberapa faktor yang mempengaruhi kerapatan udara terjadi di saluran transmisi. Standar tekanan udara yang berada di atas permukaan air laut yaitu 76 cmHg ( $P_u$ ).

Dalam menghitung rugi-rugi daya dan terjadinya penurunan efisiensi SUTET 275 kV terlebih dahulu menghitung tekanan udara di tempat daerah penelitian yaitu Kiliran Jao. Data yang diperlukan dalam perhitungan ini berupa ketinggian (h) yaitu 140 mdpl (sumber data dari PUPR tahun 2023).

Perhitungan tekanan udara dengan menggunakan persamaan Toricelli sebagai berikut.

$P_h$  = Kerapatan Udara pada ketinggian h (cmHg)

$P_u$  = Tekanan Udara permukaan air laut

h = Tinggi tempat (mdpl)

1 atm = 101,300 Pascal  
 1 atm = 76 cmHg

$$P_h = \left( P_u - \frac{h}{100} \right)$$

$$P_h = \left( 76 - \frac{140}{100} \right)$$

$$P_h = (76 - 1.4)$$

$$P_h = 74.6 \text{ cmHg}$$

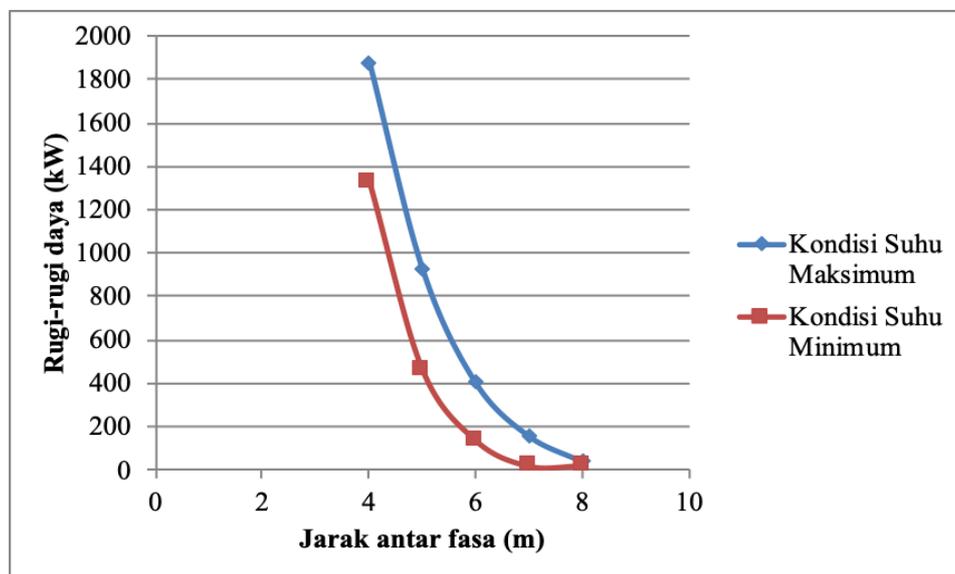
$$P_h = 74.6 \text{ cmHg}$$

Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, maka semakin kecil tekanan yang ada di daerah tersebut. Begitu juga sebaliknya semakin rendah suatu tempat maka semakin tinggi tekanan udara pada daerah tersebut. Untuk hasil analisis dapat dilihat dibawah ini sebagai berikut.

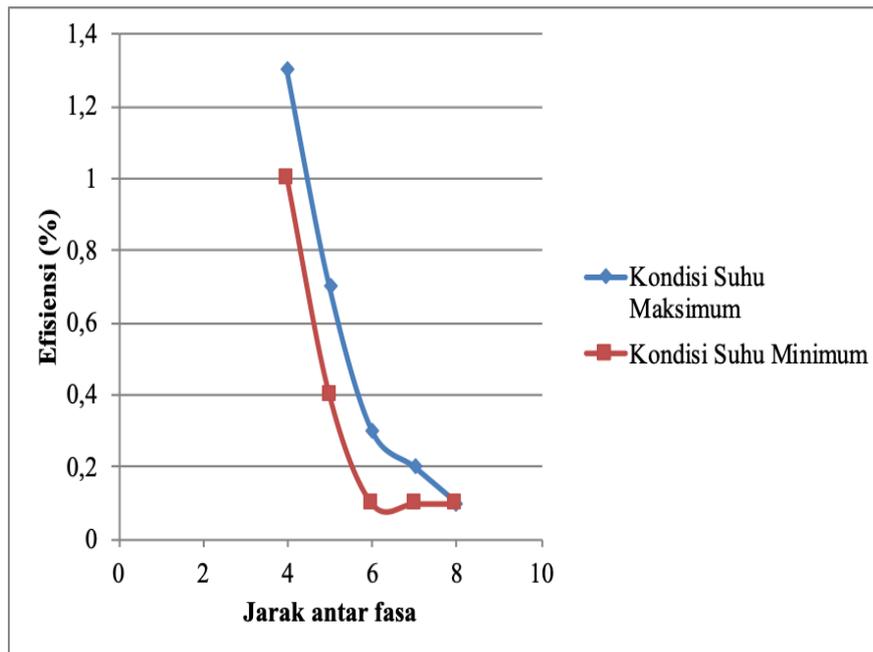
**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Rugi-rugi daya dan efisiensi

No	Variasi Data Jarak antar fasa (m)	Rugi-rugi daya (kW)		Rugi-rugi efisiensi (%)	
		Kondisi Suhu Maksimum	Kondisi Suhu Minimum	Kondisi Suhu Maksimum	Kondisi Suhu Minimum
1.	4	1880,832	1327,9584	1,3	1
2.	5	930,1775	464,520	0,7	0,4
3.	6	406,5024	139,5456	0,3	0,1
4.	7	160,4016	20,0976	0,2	0,1
5.	8	42,0912	21,2352	0,1	0,1

Dari tabel 4 diatas dapat menampilkan grafik dari rugi-rugi daya (kW) dan rugi efisiensi (%) sebagai berikut:



**Gambar 4.** Grafik rugi-rugi terhadap jarak antar fasa



**Gambar 5.** Grafik rugi efisiensi

Data yang disajikan pada tabel diatas merupakan data yang diambil selama 1 tahun dari nilai tertinggi khusus data kondisi suhu maksimum dan suhu minimum baik rugi-rugi daya maupun rugi efisiensi di salah satu bulan yang tertinggi terhadap variasi jarak antar fasa (m). Jarak antar fasa sangat berpengaruh terhadap korona yang terjadi, dapat berpatokan dari hasil perhitungan pada tabel 4 dengan data variasi jarak antar fasa dari 4 m s/d 8. Dapat dilihat rugi-rugi daya (kW) dan rugi efisiensi (%) akibat korona yang terjadi, terdapat kerugian terbesar pada jarak 4 m dengan nilai rugi-rugi daya sebesar 1880,832 pada kondisi suhu maksimum dan yang terkecil pada jarak 8 m sebesar 21,2352 kW pada kondisi suhu minimum. Baik itu, pada kondisi suhu maksimum dan kondisi suhu minimum. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa semakin besar jarak antar fasa maka semakin bagus dikarenakan rugi-rugi daya semakin kecil dan efisiensi semakin baik dikarenakan pelepasan elektron ke udara bebas sangat mempengaruhi antara fasa R dan Fasa S ataupun fasa S dengan T. Elektron yang lepas ke udara bebas bertabrakan dengan muatan elektron udara bebas sehingga mengakibatkan terbentuk elektron baru hal itu ditandai dengan cahaya keunguan baik pada penghantar maupun pada isolator yang pecah atau rusak. Adapun faktor lain yang menyebabkan rugi-rugi daya (kW) dan rugi efisiensi (%) akibat korona adalah ketinggian saluran dari permukaan laut, suhu yang rendah dan suhu yang tinggi serta kondisi permukaan konduktor.

#### D. Penutup

Dari hasil perhitungan dan analisa beberapa nilai parameter tentang rugi-rugi daya akibat korona pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh dengan panjang saluran 126,4 km berdasarkan kondisi suhu maksimum dan minimum selama 1 tahun yaitu tahun 2022 dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: 1) Dilihat dari hasil perhitungan dan analisis rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh korona terhadap variasi nilai jarak antar fasa dengan nilai 4 s/d 8 meter diperoleh bahwa semakin besar nilai jarak antar fasa baik dari fasa R ke fasa S atau fasa S ke fasa T maka rugi-rugi daya semakin kecil. Hasil pembahasan menyatakan bahwa nilai rugi-rugi daya yang paling kecil (baik) terdapat pada jarak antar fasa 8 meter. Faktor lain berpengaruh dalam besar atau kecil terjadinya rugi-rugi daya yaitu nilai suhu dan kondisi cuaca. Nilai suhu yang mengakibatkan rugi-rugi daya kecil yaitu dalam kondisi suhu minimum dengan cuaca cerah; dan 2) Rugi efisiensi (%) dipengaruhi besar atau kecil rugi-rugi daya yang dihasilkan. Bila rugi-rugi daya besar maka rugi efisiensi besar dan sebaliknya jika rugi-rugi daya kecil maka rugi efisiensi kecil. Rugi efisiensi patokan terhadap penyaluran energi tenaga listrik ke konsumen.

### Daftar Pustaka

- Anggoro, B.A., Utomo, S.B. and Widiastuti, I. (2020) 'Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi 150 kV GI Pati Bay GI Jekulo Menggunakan ETAP 12.6.0', *Elektrika*, 12(2), p. 80.
- Anthony, Z., Bandri, S. and Qadri, L. (2021) 'Pengaruh Jarak Kawat Penghantar Terhadap Rugi-Rugi Daya dan Efisiensi Akibat Korona', 10(2).
- Arfan, M. and Warmi, Y. (2022) 'Analisa Pengaruh Luas Penampang Kawat Penghantar Terhadap Rugi-Rugi Daya Akibat Korona Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (Sutt) 150 Kv Gi Payakumbuh Ke Gi Koto Panjang', *publikasi.unwahas.ac.id*, 12(1), pp. 608–612.
- Chorshanbiev, S.R. *et al.* (2020) 'Structural Analysis and Assessment of Technical Power Losses in 0.4-500 kV Electric Networks of the Republican Subordination Areas in Tajikistan', *Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2020*, pp. 1194–1197. Available at: <https://doi.org/10.1109/EIConRus49466.2020.9039062>.
- Dewi, A. (2020) 'Studi Analisa Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Udara Terhadap Rugi Daya Korona SUTT 150 kV', *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 9(1), pp. 47–53.
- Dirgantara, L.M. and Gani, U.A. (2018) 'Perhitungan Besar Rugi-Rugi Daya Korona Pada Sistem Saluran Transmisi 275 Kv Gi Mambong Malaysia – Gi', (1).
- Kolev, V.G. and Sulakov, S.I. (2017) 'The weather impact on the overhead line losses', *2017 15th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems, ELMA 2017 - Proceedings*, pp. 119–123. Available at: <https://doi.org/10.1109/ELMA.2017.7955414>.
- Masarrang, R. *et al.* (2019) 'Efek Korona pada Saluran Transmisi Gardu Induk Tello Sulawesi Selatan', *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2), pp. 67–74.
- Siregar, N.Y. (2019) 'Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan 150 Kv Di PT. PLN(Persero) Sistem Khatulistiwa', (72), p. 9.
- Teknologi, I., Power, J. and Adipala, P. (2021) 'Analisis Tingkat Kerusakan (Severity Level) Sebagai Metode Tambahan Dalam Pengukuran Korona Isolator PLTU Jawa Tengah 2 ADIPALA OMU', *Iteks Intuisi Teknologi dan Seni*, 13(1), pp. 1–10.
- Tonmitr, K. and Ratanabuntha, T. (2016) 'Comparison of Power Loss Due to Corona Phenomena Model with Peek's Formula in High Voltage 115 kV and 230 kV System', *Procedia Computer Science*, 86(March), pp. 385–388. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.037>.