



Analisis Pengaruh Jarak Antar Fasa Terhadap Rugi Korona Pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 275 KV

Ahmat Ihsan*, Erhaneli, Zuriman Anthony

Jurusan Teknik Elektro/Fakultas Teknik – Institut Teknologi Padang
Padang, Indonesia

*2016310051.ahmat@itp.ac.id

Abstract— This study examines the power and efficiency losses caused by variations in the phase spacing on an extra-high-voltage air line with a 275 kV voltage capacity. The application location is on a 126.4 km-long transmission line that runs from station KiliranJao to station Payakumbuh. There is an issue with the Extra High Voltage Air Line's corona, which is characterized by noise, ozone odors, and purple light on the conductor. Corona can result in power and efficiency losses, which result in improper power being transmitted to customers. The Peek equation and other mathematical analytical methods were used in the study to calculate the values of power losses and efficiency. Based on data gathered during research that altered the value of the distance between the phases from 4 meters to 8 meters, calculations are produced. The findings show that the largest power losses (1880.832 kW) and a 1.3% efficiency loss occur at a distance of 4 meters between the phases (at the maximum temperature). The efficiency loss is 0.1%, and the minimal power loss is 2.195 kW at a distance between the phases of 8 meters (at the lowest temperature). Low temperatures, a cool conductor, and favorable weather (sunny) are to blame for this issue, which results in little efficiency and power losses. The distance between the phases is the most important aspect; the smaller the distance between the phases, the less power and efficiency are lost. On the other hand, power and efficiency losses increase with the proximity of the phases.

Abstrak— Penelitian ini membahas tentang rugi-rugi daya dan rugi efisiensi terhadap variasi nilai jarak antar fase pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi dengan kapasitas tegangan 275 kV. Penelitian diaplikasikan dari stasiun transmisi Kiliran Jao ke stasiun transmisi Payakumbuh dengan panjang saluran 126,4 km. Permasalahan yang terjadi pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi adalah munculnya korona yang ditandai dengan bunyi bising, berbau ozon, dan cahaya ungu pada penghantar. Korona dapat menyebabkan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi, sehingga mengakibatkan daya yang dikirim ke konsumen tidak sesuai. Tujuan penelitian dilakukan untuk mengetahui nilai rugi-rugi daya dan efisiensi dengan menggunakan metode analisis perhitungan matematis persamaan Peek dan lainnya. Perhitungan dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh saat melakukan penelitian dengan variasi nilai jarak antar fase dari 4 sampai 8 meter. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rugi-rugi daya maksimum terjadi pada jarak antar fase 4 meter (suhu maksimum), yaitu 1880,832 kW dan rugi efisiensi 1,3%. Rugi-rugi daya minimum terjadi pada jarak antar fase 8 meter (suhu minimum), yaitu 2,195 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 fase. Semakin jauh jarak antar fase, semakin kecil rugi-rugi daya dan rugi efisiensi. Sebaliknya, semakin dekat jarak antar fase, semakin besar rugi-rugi daya dan rugi efisiensi.

Kata Kunci— Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi; Rugi-rugi daya; Rugi efisiensi; Korona; Jarak antar fase.

I. PENDAHULUAN

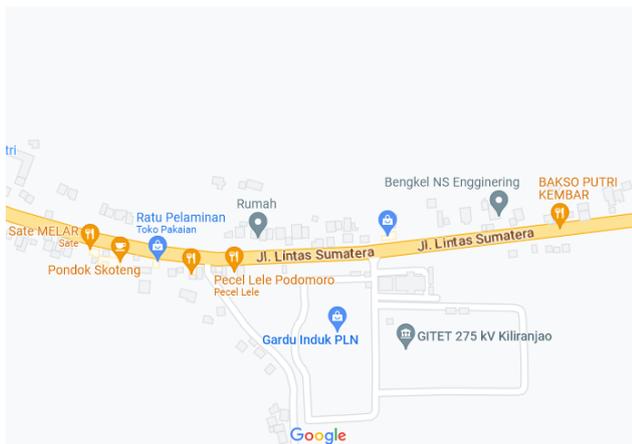
ENERGI listrik telah menjadi bagian kebutuhan dalam kehidupan manusia, dapat dilihat dengan adanya peningkatan konsumsi listrik dari tahun ke tahun atau dari dekade ke dekade, selaras dengan perkembangan zaman, teknologi, pertumbuhan ekonomi dan industri, disertai juga dengan pertumbuhan penduduk [1]. Untuk menuju zaman digital, seluruh sektor kehidupan diarahkan dapat mempersiapkan diri dalam menghadapi zaman yang dinamis. Seluruh kegiatan

di industri 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 [2]. Energi tersebut diperoleh dari berbagai sumber energi, baik berasal dari energi konvensional maupun energi baru terbarukan. Proses penyaluran energi listrik ke konsumen dimulai dari unit pembangkit dihubungkan dengan saluran transmisi dan distribusi sampai ke konsumen atau beban.

Saluran transmisi merupakan saluran bertegangan tinggi dengan beberapa jenis dan kapasitas yang terdiri

Naskah diterima 07-06-2023, revisi 20-09-2023, terbit online 29-09-2023. Emitor merupakan Jurnal Teknik Elektro – Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi dengan Sinta 3 beralamat di <https://journals2.ums.ac.id/index.php/emitor/index>.

atas 2 jenis, yaitu saluran udara dan kabel [3], 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 [4–7]. Menurut SPLN No.72 Tahun 1987, disebutkan bahwa drop atau jatuh tegangan yang dibolehkan yaitu 5%, begitu juga dengan standar IEC [4]. Dengan memperbesar tegangan tanpa memperhatikan kondisi luas penampang akan menimbulkan masalah baru berupa kasus korona [8–13].



Gambar 1: Denah Lokasi Penelitian

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* [14–16]. Korona menghasilkan cahaya berwarna violet (ungu) diikuti suara yang mendesis serta menimbulkan bau ozon [17]. 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) [18], jenis dan luas penampang konduktor, kondisi permukaan konduktor, jarak antar kawat konduktor, dan tegangan sistem. Korona disebabkan juga oleh disipasi dalam bentuk panas pada penghantar transmisi [19] dan ionisasi udara di dekat penghantar (*Electrical Power Research Institute*). Selain itu, juga disebabkan oleh peralatan saluran transmisi berupa rusaknya isolator dan kasarnya permukaan konduktor, sehingga menyebabkan tembus tegangan dan memperlihatkan *discharge* muatan ke udara [20]. 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 de-

ngan saluran ganda (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, sedangkan di malam hari kelihatan samar-samar. Korona yang muncul dapat menyebabkan rugi-rugi daya (*losses*) yang berdampak pada kerugian finansial berupa pendapatan perusahaan dan juga mempengaruhi konsumen yang berkaitan dengan pemerataan penyaluran. Bila rugi-rugi daya telah melampaui standar yang telah ditetapkan 10%, maka kasus ini tidak dapat diabaikan [21]. Oleh karena itu, dilakukan kajian dalam mengurangi kasus yang muncul pada saluran transmisi tersebut, untuk memberikan solusi dalam mengurangi rugi-rugi yang timbul.

Kasus korona yang menimbulkan rugi-rugi daya dapat dianalisis dengan proses perhitungan kuantitatif dengan persamaan Peek dan persamaan lain. Dalam melakukan perhitungan untuk 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. Analisis hasil perhitungan menggunakan persamaan Peek berupa nilai efisiensi. Selain itu dapat ditampilkan karakteristik dan grafik analisis rugi-rugi daya untuk melihat nilai setiap variasi jarak antar fase yang dimulai dari 4 meter sampai dengan 8 meter.

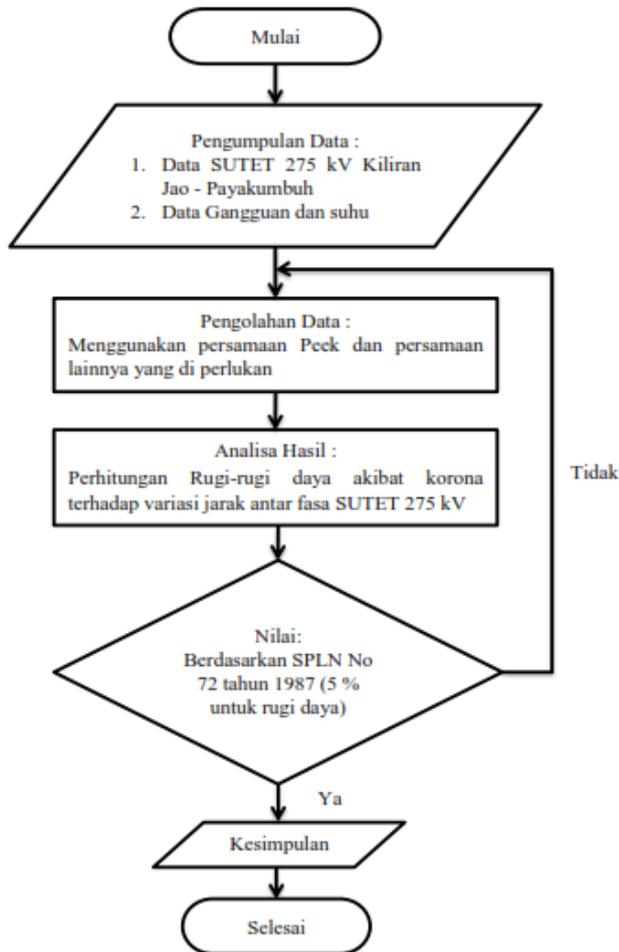
Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) di Indonesia berupa 500 kV di Pulau Jawa serta 275 kV di Pulau Sumatera dan pulau lain, salah satunya dari Kiliran Jao ke Payakumbuh. Sumber referensi yang ada menyatakan bahwa rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh korona disebabkan oleh faktor kondisi cuaca, jarak konduktor antar fase, kondisi permukaan konduktor, diameter konduktor, dan tegangan sistem. Hal inilah, yang memicu penulis melakukan kajian tentang korona yang disebabkan oleh jarak antar fase dengan memvariasi nilai berdasarkan suhu dan cuaca dengan berbagai kondisi. Kajian penelitian dilakukan di daerah Kiliran Jao - Payakumbuh.

II. METODE 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 terbaru, yaitu *Pengaruh Jarak Antar Fasa Terhadap Rugi Ko-*

rona Pada SUTET 275 kV Kiliran Jao - Payakumbuh. Tempat yang dipilih sebagai lokasi penelitian adalah di sepanjang SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh yang ada di Kabupaten Sijunjung. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 2 berikut merupakan bagan alir penelitian. Untuk menghitung data penelitian, maka beberapa ru-



Gambar 2: Bagan alir

mus persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$P_k = \frac{244}{\delta} (f + 25) \left(\sqrt{\frac{r}{D}} \right) (V - V_d)^2 \times 10^{-5} \quad (1)$$

$$\delta = \frac{3.9211 \times b}{273 + T} \quad (2)$$

dengan: P_k = rugi-rugi daya (kW/km per fasa), δ = faktor kerapatan udara, b = tekanan udara (cmHG), T = temperatur (°C), f = frekuensi (Hz), r = jari-jari kawat (cm), D = jarak antara kawat (cm), V = tegangan kawat ke-netral, kV rms (VLN), V_d = tegangan kritis disruptif (*disruptive critical voltage*). Rumus untuk menghitung tegangan fase ke netral adalah sebagai berikut.

$$V_{L-N} = \frac{V_{sistem}}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

Sedangkan rumus untuk menghitung 3 fase adalah sebagai berikut.

$$P = 3 \times V \times I \quad (4)$$

dengan: P = daya (W), V = tegangan (V), dan I = arus (A).

Ada persamaan lain dalam proses perhitungan rugi-rugi daya dengan diketahui nilai parameter P_s (daya *sendung* atau kirim) dan P_r (daya *receiving* atau terima) sebagai berikut.

$$P_s = P_r + P_{saluran} \quad (5)$$

dengan: P_s = daya yang disalurkan atau dikirim (MW/MVA atau kW/kVA), P_r = daya yang diterima (MW/MVA atau kW/kVA), dan $P_{saluran}$ = daya pada saluran (MW/MVA atau kW/kVA).

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{P_r}{P_s} \times 100\% \quad (6)$$

dengan: P_r = daya diterima (MW atau kW) dan P_s = daya dikirim (MW atau kW).

i. Data Penelitian

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 sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1: Data teknis SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh

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 ²
5.	Luas Penampang Luar	430 mm ²
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	Lattice
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

Jarak yang digunakan dalam proses analisis masalah korona yang timbul pada SUTET 275 kV Kiliran

Jao ke Payakumbuh divariasi dari jarak yang digunakan, yaitu 6 m dari fase ke fase untuk 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.

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 diperoleh dari BMKG dari periode bulan Januari 2022 sampai bulan Desember 2022. Data suhu maksimum dan minimum di wilayah Kabupaten Sijunjung ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Data suhu maksimum dan minimum tahun 2022

No	Bulan	Suhu Mak. (°C)	Suhu Min. (°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

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Untuk menentukan berapa nilai kerugian daya yang diakibatkan oleh korona terhadap jarak antar fase yang muncul di SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh digunakan persamaan yang berkaitan dengan kasus yang diteliti yang terdapat di bab 2 untuk melakukan perhitungan. Langkah-langkah dalam melakukan proses pengolahan data yang diperoleh dari lapangan adalah sebagai berikut. Menghitung nilai kerapatan udara pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh berdasarkan data yang diperoleh. Menghitung tegangan kritis (V_d). Menghitung rugi-rugi daya pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh menggunakan metode Peek. Menghitung nilai efisiensi pada SUTET 275 kV Kiliran Jao ke Payakumbuh, dan kemudian validasi nilai perhitungan manual dengan *Microsoft Excel*.

Penelitian bertujuan untuk menganalisis, membahas, dan memberikan solusi mengenai kasus rugi korona yang terjadi di SUTET 275 kV berupa 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 yang terjadi di saluran transmisi. Standar tekanan udara yang berada di atas permukaan air laut adalah 76 cmHg (P_u). Untuk menghitung rugi-rugi daya dan terjadinya penurunan efisiensi SUTET 275 kV, terlebih dahulu dihitung tekanan udara di tempat daerah penelitian, yaitu Kiliran Jao. Data yang diperlukan dalam perhitungan ini berupa ketinggian (h), yaitu 140 mdpl.

Perhitungan tekanan udara dengan menggunakan persamaan *Toricelli* (P_h) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P_h &= \left(P_u - \frac{h}{100} \right) \\
 &= \left(76 - \frac{140}{100} \right) \\
 &= (76 - 1.4) \\
 &= 74.6 \text{ cmHg}
 \end{aligned} \tag{7}$$

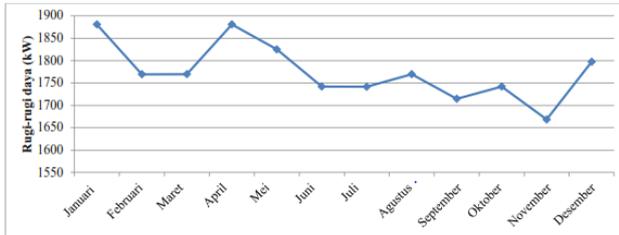
dengan P_h = Kerapatan Udara pada ketinggian h (cmHg), P_u = Tekanan Udara permukaan air laut, h = Tinggi tempat (mdpl), 1 atm = 101,300 Pascal, dan 1 atm = 76 cmHg

Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, semakin kecil tekanan yang ada di daerah tersebut. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah suatu tempat, semakin tinggi tekanan udara pada daerah tersebut. Rekapitulasi perhitungan dan pembahasan dengan menggunakan persamaan Peek terhadap variasi jarak antar fase adalah sebagai berikut.

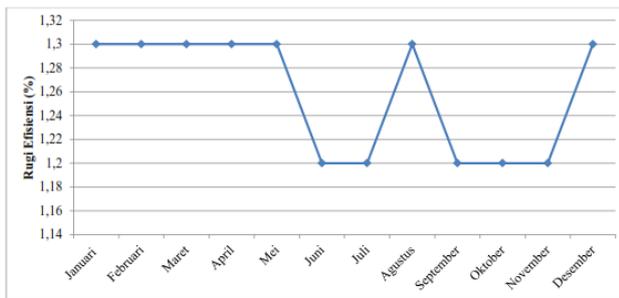
Tabel 4: Rekapitulasi perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi jarak antar fase 4 meter dalam kondisi suhu maksimum

No	Bulan	ξ	γ
1	Januari	1880,832	1,3
2	Februari	1769,3472	1,3
3	Maret	1769,7264	1,3
4	April	1880,832	1,3
5	Mei	1825,0896	1,3
6	Juni	1742,0448	1,2
7	Juli	1741,6656	1,2
8	Agustus	1769,7264	1,3
9	September	1714,7424	1,2
10	Oktober	1742,0448	1,2
11	November	1668,48	1,2
12	Desember	1797,37	1,3

Hasil perhitungan pada Tabel 4 menunjukkan rugi-rugi daya (kW) ξ dan rugi efisiensi γ selama rentang waktu 1 tahun, tepatnya di tahun 2022 bernilai ± 1600 kW sampai ± 1900 kW. Rugi efisiensi *stagnan* dinilai 1,2% dan 1,3% dari 100%, sehingga efisiensi penyaluran *SUTET* 275 kV Kiliran Jao – Payakumbuh bernilai 98,8% atau 98,7%.



Gambar 3: Rugi-rugi daya terhadap jarak antar fase 4 meter



Gambar 4: Rugi efisiensi terhadap jarak antar fase 4 meter

Tabel 5: Rekapitulasi perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi jarak antar fase 5 meter dalam kondisi suhu maksimum

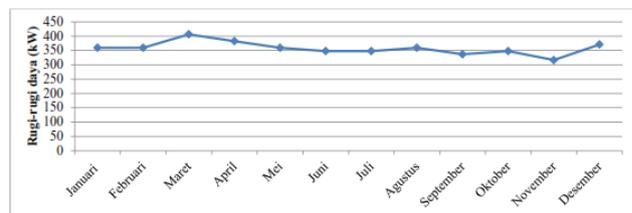
No	Bulan	ξ	γ
1	Januari	899,0832	0,7
2	Februari	930,1776	0,7
3	Maret	930,1776	0,7
4	April	899,0832	0,7
5	Mei	862,3008	0,6
6	Juni	808,0752	0,6
7	Juli	808,0752	0,6
8	Agustus	930,1776	0,7
9	September	790,2528	0,6
10	Oktober	808,0752	0,6
11	November	759,1584	0,6
12	Desember	844,0992	0,6

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi akibat korona yang terjadi pada *SUTET* 275 kV dengan menggunakan persamaan Peek selama 1 tahun, yaitu tahun 2022 dengan variasi nilai jarak antar fase 5 meter dalam kondisi suhu maksimum. Nilai rugi-rugi daya maksimum terjadi

pada bulan Februari, Maret, dan Agustus dengan nilai 930,1776 kW, untuk nilai rugi efisiensi maksimum 0,7%. Nilai rugi-rugi daya minimum terjadi pada bulan November dengan nilai 759,1584 kW, untuk nilai rugi efisiensi minimum 0,6%. Grafik dari Tabel 5 dapat dilihat pada gambar di bawah ini, baik grafik rugi-rugi daya maupun rugi efisiensi.



Gambar 5: Rugi-rugi daya terhadap jarak antar fase 4 meter



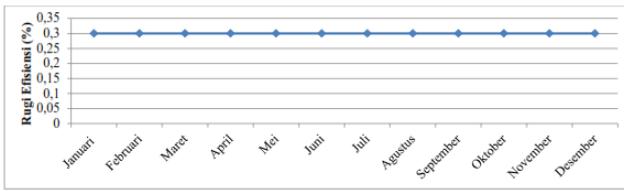
Gambar 6: Rugi efisiensi terhadap jarak antar fase 4 meter

Tabel 6: Rekapitulasi perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi jarak antar fase 6 meter dalam kondisi suhu maksimum

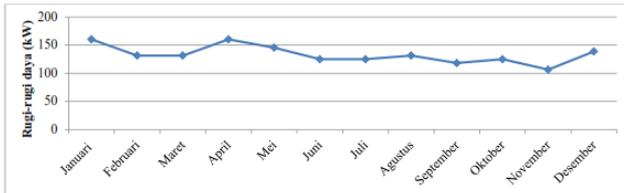
No	Bulan	ξ	γ
1	Januari	359,4816	0,3
2	Februari	359,4816	0,3
3	Maret	406,5024	0,3
4	April	382,6128	0,3
5	Mei	359,4816	0,3
6	Juni	347,7264	0,3
7	Juli	347,7264	0,3
8	Agustus	359,4816	0,3
9	September	336,7296	0,3
10	Oktober	347,7264	0,3
11	November	316,632	0,3
12	Desember	370,8576	0,3

Tabel 6 merupakan hasil perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi dengan jarak antar fase 6 meter dengan kondisi suhu maksimum menggunakan persamaan Peek pada tahun 2022 selama 1 tahun. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rugi-rugi daya maksimum terjadi di bulan Maret dengan nilai 406,5024 kW dan rugi efisiensi selama tahun 2022 sebesar 0,3%. Rugi-rugi daya minimum terjadi di bulan November dengan nilai 316,8576 kW. Sedangkan grafik untuk Ta-

bel 6 rugi-rugi daya dan rugi efisiensi terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7: Grafik rugi-rugi daya terhadap jarak antar fase 6 meter



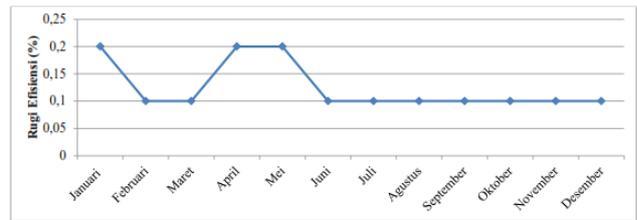
Gambar 8: Grafik rugi efisiensi terhadap jarak antar fase 6 meter

Tabel 7: Rekapitulasi perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi jarak antar fase 7 meter dalam kondisi suhu maksimum

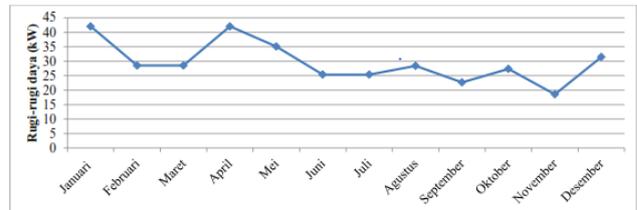
No	Bulan	ξ	γ
1	Januari	160.4016	0.2
2	Februari	131.5824	0.1
3	Maret	131.5824	0.1
4	April	160.4016	0.2
5	Mei	145.6128	0.2
6	Juni	125.136	0.1
7	Juli	125.136	0.1
8	Agustus	131.5824	0.1
9	September	118.3104	0.1
10	Oktober	125.136	0.1
11	November	106.5552	0.1
12	Desember	138.7872	0.1

Tabel 7 merupakan hasil perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi dengan menggunakan persamaan Peek. Rugi-rugi daya maksimum yang terjadi di bulan Januari dan April adalah 160,4016 kW dan rugi efisiensi bervariasi dengan nilai 0,2 dan 0,1%. Sedangkan rugi-rugi daya minimum terjadi di bulan November, yaitu 106,5552 kW. Grafik rugi-rugi daya dan rugi efisiensi terdapat pada gambar di bawah ini.

Tabel 8 merupakan hasil perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi terhadap variasi jarak antar fase 8 m dengan persamaan Peek. Rugi-rugi daya maksimum terjadi di bulan Januari dan April dengan nilai 42,0912 kW dan rugi-rugi daya minimum terjadi di bulan November 18,5808 dengan nilai 18,5808 kW.



Gambar 9: Rugi-rugi daya terhadap jarak antar fasa 7 meter

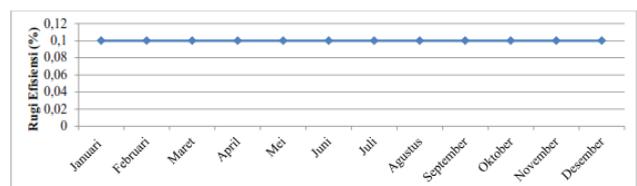


Gambar 10: Rugi efisiensi terhadap jarak antar fasa 7 meter

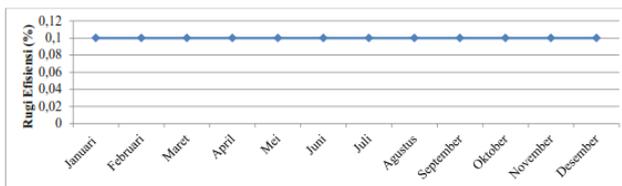
Tabel 8: Rekapitulasi perhitungan rugi-rugi daya dan rugi efisiensi jarak antar fase 8 meter dalam kondisi suhu maksimum

No	Bulan	ξ	γ
1	Januari	42.0912	0.1
2	Februari	28.553	0.1
3	Maret	28.553	0.1
4	April	42.0912	0.1
5	Mei	35.113	0.1
6	Juni	25.4064	0.1
7	Juli	25.4064	0.1
8	Agustus	28.44	0.1
9	September	22.714	0.1
10	Oktober	27.378	0.1
11	November	18.5808	0.1
12	Desember	31.4736	0.1

Sedangkan rugi-rugi efisiensi dengan jarak antar fase 8 meter dalam kondisi suhu maksimum adalah 0,1% dari bulan Januari sampai dengan Desember. Grafik rugi-rugi daya dan rugi efisiensi Tabel 8 terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 11: Rugi-rugi daya terhadap jarak antar fase 8 meter



Gambar 12: Rugi efisiensi terhadap jarak antar fase 8 meter

IV. KESIMPULAN

Hasil perhitungan dan analisis rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh korona terhadap variasi nilai jarak antar fase dengan nilai 4 sampai 8 meter menunjukkan bahwa semakin besar nilai jarak antar fase, baik dari fase R ke fase S atau fase S ke fase T, maka rugi-rugi daya semakin kecil. Hasil pembahasan menyatakan bahwa nilai rugi-rugi daya yang paling kecil (baik) terdapat pada jarak antar fase 8 meter. Faktor lain yang berpengaruh dalam besar atau kecil terjadinya rugi-rugi daya adalah nilai suhu dan kondisi cuaca. Nilai suhu yang mengakibatkan rugi-rugi daya kecil adalah dalam kondisi suhu minimum dengan cuaca cerah. Rugi efisiensi (%) dipengaruhi besar atau kecil rugi-rugi daya yang dihasilkan. Bila rugi-rugi daya besar, maka rugi efisiensi besar. Sebaliknya, jika rugi-rugi daya kecil, maka rugi efisiensi kecil. Rugi efisiensi menjadi patokan terhadap penyaluran energi tenaga listrik ke konsumen.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak kampus telah memfasilitasi dalam melakukan penelitian. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak PT.PLN (Persero) yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Y. Siregar, "Nalisa rugi-rugi daya pada saluran transmisi tegangan 150 kv di pt. pln (persero) sistem khatulistiwa," no. 72, p. 9, 2019.
- [2] A. Dewi, "Studi analisa pengaruh temperatur dan tekanan udara terhadap rugi daya korona sutt 150 kv," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 9, no. 1, p. 47–53, 2020.
- [3] R. Masarrang, L. S. Patras, H. Tumaliang, and A. P. S. Transmisi, "Efek korona pada saluran transmisi gardu induk tello sulawesi selatan," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 67–74, 2019.
- [4] B. A. Anggoro, S. B. Utomo, and I. Widiastuti, "Analisa rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran transmisi 150 kv gi pati bay gi jekulo menggunakan etap 12.6.0," *Elektrika*, vol. 12, no. 2, p. 80, 2020.
- [5] C. D. Iweh, S. Gyamfi, E. Tanyi, and E. Effah-Donyina, "Distributed generation and renewable energy integration into the grid: Prerequisites, push factors, practical options, issues and merits," *Energies*, vol. 14, no. 17, p. 5375, 2021.
- [6] M. Mouheb, A. Malek, and L. Loukarfi, "Contribution of solar energy for the correction of the voltage drop recorded on a lv power grid in algeria," *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 42, no. 20, pp. 2485–2500, 2020.
- [7] Z. A. Arfeen, A. B. Khairuddin, R. M. Larik, and M. S. Saeed, "Control of distributed generation systems for microgrid applications: A technological review," *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 29, no. 9, p. e12072, 2019.
- [8] L. M. Dirgantara and U. A. Gani, "Perhitungan besar rugi-rugi daya korona pada sistem saluran transmisi 275 kv gi mambang malaysia – gi," no. 1, 2018.
- [9] J. Qu, M. Zeng, D. Zhang, D. Yang, X. Wu, Q. Ren, and J. Zhang, "A review on recent advances and challenges of ionic wind produced by corona discharges with practical applications," *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 55, no. 15, p. 153002, 2021.
- [10] F. Narita, Z. Wang, H. Kurita, Z. Li, Y. Shi, Y. Jia, and C. Soutis, "A review of piezoelectric and magnetostrictive biosensor materials for detection of covid-19 and other viruses," *Advanced Materials*, vol. 33, no. 1, p. 2005448, 2021.
- [11] M. Kheirollahivash, F. Rashidi, and M. M. Moshrefi, "Experimental study and kinetic modeling of methane decomposition in a rotating arc plasma reactor with different cross-sectional areas," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 44, no. 33, pp. 17 460–17 469, 2019.
- [12] L. Reed, M. G. Morgan, P. Vaishnav, and D. Erian Armanios, "Converting existing transmission corridors to hvdc is an overlooked option for increasing transmission capacity," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 116, no. 28, pp. 13 879–13 884, 2019.
- [13] Y. Liang, H. Liu, G. Wang, C. Wang, Y. Ni, C.-W. Nan, and L.-Z. Fan, "Challenges, interface engineering, and processing strategies toward practical sulfide-based all-solid-state lithium batteries," *InfoMat*, vol. 4, no. 5, p. e12292, 2022.
- [14] K. Tonmitr and T. Ratanabuntha, "Comparison of power loss due to corona phenomena model with peek's formula in high voltage 115 kv and 230 kv system," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 86, no. March, p. 385–388, 2016.
- [15] X. Zhang, C. Emersic, C. Lian, and I. Cotton, "The correlation between audible noise and corona discharge on an overhead line conductor under positive dc voltage," in *2021 IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP)*. IEEE, 2021, pp. 586–589.
- [16] E. Stracqualursi, R. Araneo, and S. Celozzi, "The corona phenomenon in overhead lines: Critical overview of most common and reliable available models," *Energies*, vol. 14, no. 20, p. 6612, 2021.
- [17] M. Arfan and Y. Warmi, "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*, vol. 12, no. 1, p. 608–612, 2022.
- [18] Z. Anthony, S. Bandri, and L. Qadri, "Pengaruh jarak kawat penghantar terhadap rugi-rugi daya dan efisiensi akibat korona," *unknown*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [19] V. G. Kolev and S. I. Sulakov, "The weather impact on the overhead line losses," in *2017 15th Int. Conf. Electr. Mach. Drives Power Syst. ELMA 2017 - Proc.*, 2017, p. 119–123.
- [20] I. Teknologi, J. Power, and P. Adipala, "Analisis tingkat kerusakan (severity level) sebagai metode tambahan dalam pengukuran korona isolator pltu jawa tengah 2 adipala omu," *Iteks Intuisi Teknol. dan Seni*, vol. 13, no. 1, p. 1–10, 2021.

- [21] S. R. Chorshanбиеv, S. G. Jononaev, A. M. Ashurov, B. S. Jamolzoda, and H. M. Sultan, "Structural analysis and assessment of technical power losses in 0.4-500 kv electric networks of the republican subordination areas in tajikistan," in *Proc. 2020 IEEE Conf. Russ. Young Res. Electr. Electron. Eng. EIConRus 2020*, 2020, p. 1194–1197.