JURNAL | SAINS DAN TEKNOLOGI
KEILMUAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI INDUSTRI
E-ISSN : 2615-2827 P-ISSN : 1412-5455
Volume 22, Nomor 2 Tahun 2022, pp.242-251
https://ojs.sttind.ac.id/sttind_ojs/index.php/Sain

Analisa pemilihan metode peterson dan peek terhadap rugi-rugi daya akibat korona pada SUTET 275 kV Payakumbuh - Kiliranjao

Andrian Putra[1)*], Erhaneli[2)]

Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Indonesia

2021310052.andrian@itp.ac.id *; erhanelimarzuki@gmail.com;
*Penulis Koresponden

ABSTRAK

Saluran transmisi merupakan saluran yang menghubungkan unit pembangkit dengan unit distribusi dalam menyalurkan energi listrik ke konsumen atau beban dengan perantara tegangan tinggi yang berjenis saluran udara. Saluran transmisi memiliki kriteria yaitu saluran pendek, menengah maupun panjang. Semakin panjang saluran transmisi maka semakin banyak kasus yang terjadi. Salah satunya dijumpai khususnya saluran udara berupa terjadinya peristiwa korona yang disebabkan oleh faktor kondisi cuaca, luas penampang yang digunakan, jarak antara konduktor berkas, kondisi permukaan penghantar ataupun isolator dan tegangan sistem. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh cuaca, luas penampang yang digunakan, jarak antara konduktor berkas, kondisi permukaan penghantar ataupun isolator dan tegangan sistem terhadap rugi-rugi daya dan penurunan efisiensi yang diakibatkan oleh korona pada SUTET 275 kV Payakumbuh – Kiliranjao dengan panjang saluran 126,4 km. Korona ditandai dengan adanya cahaya ungu (*Violet*) yang sangat tampak yang dapat dilihat pada malam dan menyebabkan terjadinya rugi-rugi daya. Rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh korona pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) harus diperhitungkan, karena pada tegangan diatas 100 kV gejala korona sudah mulai serius. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan Peterson berdasarkan data teknis dan profil daya SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao serta data suhu. Dari perhitungan dapat disimpulkan bahwa Rugi- rugi daya yang diperoleh dari persamaan Peterson dengan nilai efisiensinya sama besar (94,8 kW dan 99 %). Hal tersebut dipengaruhi oleh suhu yang dari rentang Bulan Agustus 2021 s/d Juli 2022 nilai suhu hampir mendekati sama dan mengakibatkan nilai tegangan kritis desruptif sama besar.

Kata kunci: Korona, Rugi-rugi Daya, Efisiensi

ABSTRACT

The transmission line is a channel that connects the generating unit with the distribution unit in distributing electrical energy to consumers or loads with high voltage intermediaries of the type of overhead line. Transmission lines have criteria, namely short, medium and long channels. The longer the transmission line, the more cases that occur. One of them is found especially in air ducts in the form of corona events caused by weather conditions, cross-sectional area used, distance between beam conductors, surface conditions of conductors or insulators and system voltage. The purpose of this study was to see the effect of weather, cross-sectional area used, distance between beam conductors, surface conditions of conductors or insulators and system voltage on power losses and decreased efficiency caused by corona at SUTET 275 kV Payakumbuh - Kiliranjao *with a line length of* 126 ,4 km*. Corona is characterized by the presence of a very visible purple (Violet) light that can be seen at night and causes power losses. Power losses caused by the corona in the Extra High Voltage Air Line* (SUTET) *must be taken into account, because at voltages above* 100 kV *the corona symptoms have started to get serious. Calculations were carried out using the Peterson equation based on technical data and power profile of the* 275 kV Payakumbuh *to* Kiliranjao SUTET *and temperature data. From the calculation it can be concluded that the power losses obtained from the Peterson equation with the same efficiency value* (94.8 kW and 99 %). *This is influenced by the temperature, which from August* 2021 *to July* 2022 *the temperature value is almost the same and results in the same destructive critical stress value*.

Keywords: *Corona, Power Loss, Efficiency*

diunggah : September 2022, direvisi : Desember 2022, diterima : Desember 2022, dipublikasi : Desember 2022
Copyright (c) 2022 Andrian Putra, Erhaneli
This is an open access article under the CC–BY license

PENDAHULUAN

Energi listrik telah menjadi bagian kebutuhan primer dalam kehidupan, dapat dilihat dari peningkatan konsumsi listrik dari tahun ke tahun yang selaras dengan laju perkembangan zaman, teknologi, ekonomi dan industri yang disertai dengan pertumbuhan penduduk (Dani, 2021). Dalam mengatasi lonjakan kebutuhan energi listrik, PT. PLN (Persero)selaku penyedia sumber energi listrik berperan penting dalam menjaga ketersediaan kuantitas, kualitas dan pelayanan energi listrik (A. Dewi, 2020). Untuk itu dilakukan pembangunan pembangkit listrik dari berbagai sumber energi baik energi konvensional, energi baru dan terbarukan (Siregar, 2019). Proses penyaluran energi listrik ke konsumen dari unit pembangkit dihubungkan dengan saluran transmisi sampai ke konsumen (Agus setiawan, 2021) dan (Cahyadi et al., 2022).

Saluran transmisi merupakan saluranyang bertegangan tinggi dengan beberapajenis dan kapasitas, salah satunya Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 275 kV (Muyasir et al., 2017). Dalam proses penyaluran energilistrik ke pelanggan dapat menempuh jarak yang sangat jauh sehingga pada saluran mengalami *drop* tegangan dan rugi-rugi daya (Hariyadi, 2017). Menurut SPLN No.72 Tahun 1987, bahwa *drop* atau jatuh tegangan yang dibolehkan yaitu 5 % begitu juga dengan standar IEC. Dengan memperbesar tegangan dengan tidak memperhatikan kondisi luas penampang akan menimbulkan masalah baru berupa kasus korona (Dirgantara & 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 & Ratanabuntha, 2016). Korona menghasilkan cahaya berwarna *violet* (ungu) (Syahbana, 2019) diikuti suara yang mendesis serta menimbulkan bau ozon (ELGANAI, 2019) dan (Agus setiawan, 2021). Korona dapat menimbulkan terjadinya peristiwa rugi-rugi daya di sepanjang saluran (Dirgantara & Gani, n.d.) dan (Anggoro et al., 2020). Korona bisa juga mengakibatkan suara berisik (*Audible Noise*) yang dapat mengganggu masyarakat di sepanjang saluran transmisi dan gangguan jaringan radio maupun internet (Sonong et al., 2020).

Korona itu sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor berupa kondisi cuaca baik atau cerah dan buruk atau hujan (A. Y. Dewi et al., 2021), luas penampang konduktor, kondisi permukaan konduktor,jarak antar kawat konduktor, isolator bocor, faktor dan tegangan sistem (Hajar & Fernando, 2019) dan Korona dapat terjadi di atas 100 kV tegangan operasi, semakin besar tegangan operasi maka korona semakin jelas terlihat (Haddin & Bahtiar, 2018). Penelitian ini dilakukan di SUTET 275 kV dari Payakumbuh ke Kiliranjao dengan panjang saluran 126,4 km dengan 2 saluran tepatnya di saluran Kiliranjao 1 dengan *double* saluran (kanan dan kiri). Dalam penelitian, penulis menemukan kasus korona di saluran keluaran SUTET 275 kV dari GI Payakumbuh ke Kiliranjao ditandai dengan bunyi bising yang keras (kebisingan) tetapi cahayanya tidak timbul. Korona dapat menyebabkan rugi-rugi daya (*losses*) yang berdampak pada kerugian finansial pendapatan dan mempengaruhi juga bagi konsumen (pemerataan penyaluran) (Naomi et al., n.d.). Bila rugi-rugi daya telah melampaui standar yang telah ditetapkan 10% (Jurnal, 2018), maka kasus ini tidak bisa diabaikan. Untuk itu dilakukan kajian dalam mengurangi kasus tersebut yang muncul pada saluran transmisi dan memberikan solusi untuk mengurangi korona yang timbul. Kasus korona dapat dianalisis

dengan proses perhitungan kuantitatif dengan persamaan Peterson. Dalam melakukan perhitungan menentukan besar rugi- rugi daya disebabkan oleh korona yang muncul di sepanjang Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao dengan data-data penelitian yang diperoleh. Dilakukan analisis dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan Peterson sebagai luaran berupa nilai efisiensi terhadap suhu selama 1 tahun dengan rentang dari bulan Agustus 2021 s/d Juli 2022 berdasarkan cuaca baik. Korona dapat juga terjadi pada cuaca buruk dengan tingkat ionisasi yang lebih besar ketimbang cuaca baik (Kolev & Sulakov, 2017).

Dalam melaksanakan penelitian mengenai Analisa Rugi-rugi Daya Diakibatkan oleh Korona di SUTET 275 kV Payakumbuh yang bertujuan dalam pengembangan mutu dan kualitas energi listrik yang disalurkan. Dengan adanya penelitian dilaksanakan sebelumnya, maka penulis menjadikan referensi dan pedoman penelitian baik berasal dari jurnal nasional maupun internasional. Dalam penelitian yang berjudul "Analisa Pembangunan Saluran Transmisi 275 kV Antara GI Kiliranjao Dan GI Payakumbuh". Penelitian ini membahas tentang perencanaan pembangunan Saluran Udara tegangan Ekstra Tinggi 275 kV dari Gardu Induk Kiliranjao ke Gardu Induk Payakumbuh. Dalam studi ini lebih membahas mengenai kelayakan lingkungan terhadap pembangunan SUTET 275 kV terhadap makhluk hidup dan alam sekitarnya (Tamam et al., 2017). Dalam penelitian yang berjudul "Perhitungan Besar Rugi-rugi Daya Korona Pada Sistem Saluran Transmisi 275 kV GI Mambong Malaysia-GI Bengkayang Indonesia. Dalam penelitian ini membahas mengenai rugi-rugi korona dengan Persamaan Peek terhadap tipe dan jenis konduktor bervariasi selama satu tahun (Dirgantara & Gani, 2018). Penelitian ini membahas dengan Metode atau Persamaan Peek pada umumnya sehingga mendorong penulis menggunakan metode atau persamaan lainnya dalam menganalisis rugi-rugi daya akibat korona yang muncul yaitu dengan menggunakan Metode atau Persamaan Peterson.

METODE

Penelitian yang dilakukan berupa penelitian kuantitatif dengan jenis evaluasi terhadap masalah yang terjadi pada SUTET 275 kV Payakumbuh – Kiliranjao dengan panjang saluran 126,4 km. Data penelitian diperoleh dari PT. PLN (Persero) ULTG Payakumbuh berupa data teknis, data profil daya SUTET 275 kV Payakumbuh-Kiliranjao sedangkan data suhu dari *Website The Weather Channel*. Data yang diperoleh tersebut merupakan data penelitian berjenis sekunder diperoleh melalui observasi, dokumentasi dan wawancara bersama petugas PT. PLN mengenai kasus korona yang terjadi. Teknik analisis data dilakukan dengan perhitungan matematis (kuantitatif) menggunakan Persamaan Peterson untuk menghitung rugi-rugi daya dan efisiensi. Tabel 1 menunjukkan data teknis SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao dan Tabel 2 menunjukkan data suhu selama 1 tahun.

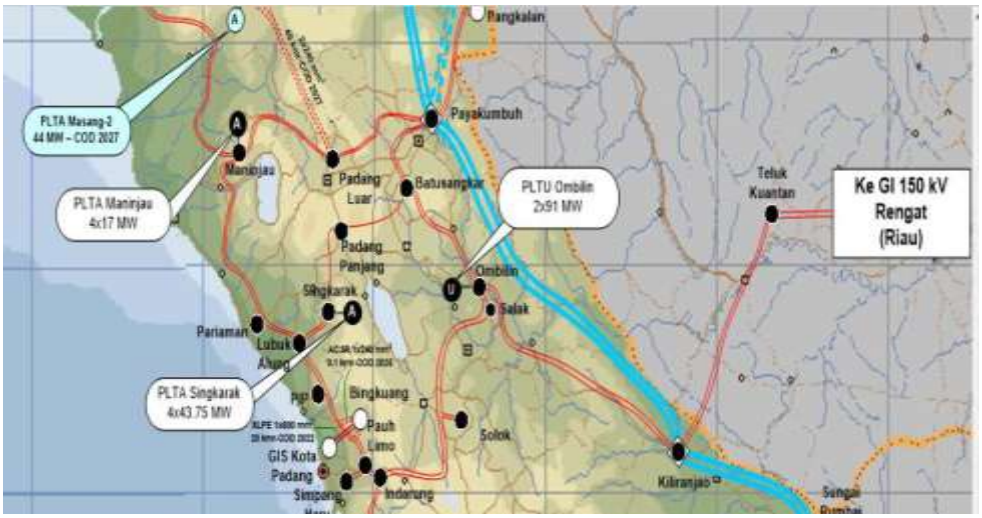
Tabel 1. Data teknis SUTET 275 kV GI Payakumbuh – GI Kiliranjao (PLN, 2022)

No	Jenis Data	Keterangan
1	Saluran	Payakumbuh - Kiliranjao
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

Tabel 2. Data suhu selama 1 tahun

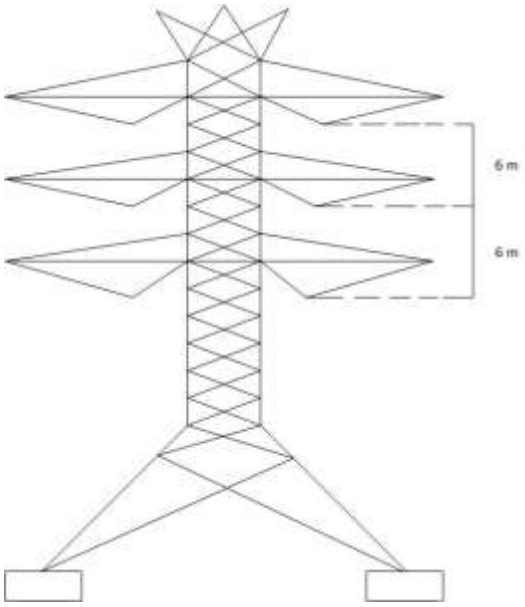
No	Bulan	Tahun	Nilai Suhu (T°C)
1	Agustus	2021	29,19
2	September	2021	28,67
3	Oktober	2021	29
4	November	2021	28,8
5	Desember	2021	28,38
6	Januari	2022	29,32
7	Februari	2022	29,92
8	Maret	2022	29,93
9	April	2022	29,7
10	Mei	2022	29,83
11	Juni	2022	28,3
12	Juli	2022	29,06

SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao terkoneksi dengan jaringan di Provinsi Sumatera Utara (Padang Sidempuan), Perawang (Provinsi Riau) dan Kiliranjao. Untuk SUTET 275 kV di Kiliranjao terhubung dengan Muaro Bungo (Provinsi Jambi). Untuk peta lokasi SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



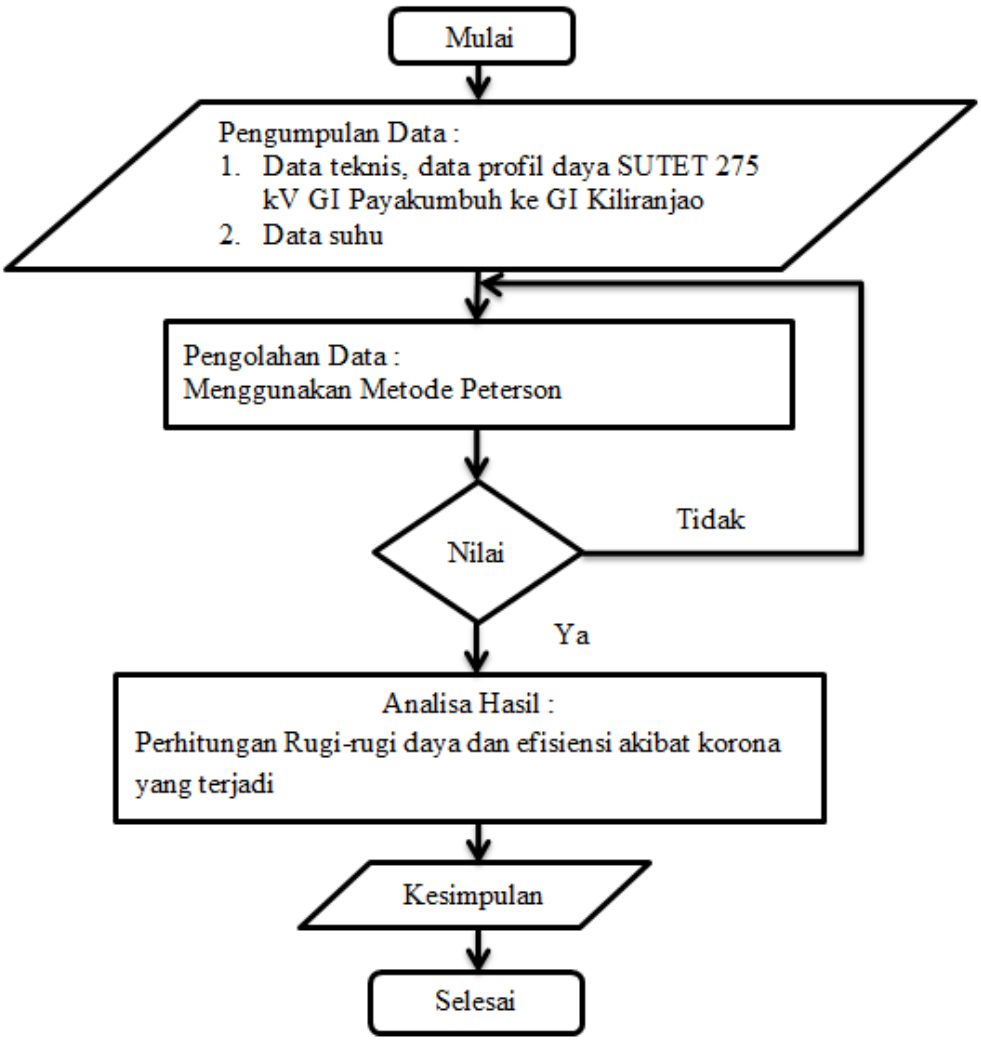
Gambar 1. Peta lokasi SUTET 275 Payakumbuh-Kiliranjao

SUTET 275 kV Payakumbuh – Kiliranjao terdiri dari 2 saluran yaitu Kiliranjao 1 dan Kiliranjao 2 yang masing-masingnya terdiri dari 2 saluran yaitu saluran sebelah kanan dan kiri dimana setiap *phase double* dihubungkan dengan *spacer*. Data profil daya yang diperoleh berupa daya maksimum dari daya yang disalurkan dari Payakumbuh ke Kiliranjao selama 1 tahun yaitu Agustus 2021 sampai Juli 2022 sebesar 145.180 kW. Gambar 2 menunjukkan menara transmisi dengan jarak antar fasa.



Gambar 2. Menara transmisi

Bagan alir dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Bagan alir

Penelitian dilakukan dengan mengetahui variabel yang sesuai dengan permasalahan penelitian yaitu tentang rugi-rugi daya dan efisiensi akibat korona yang terjadi pada SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao. Pengumpulan data-data penelitian dan pengolahan data hasil temuan lapangan dengan menggunakan Persamaan Peterson untuk menganalisis rugi-rugi daya dan efisiensi akibat korona sesuai dengan ketetapan SPLN No 72 tahun 1987 tentang rugi-rugi yang boleh terjadi pada transmisi adalah 10 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

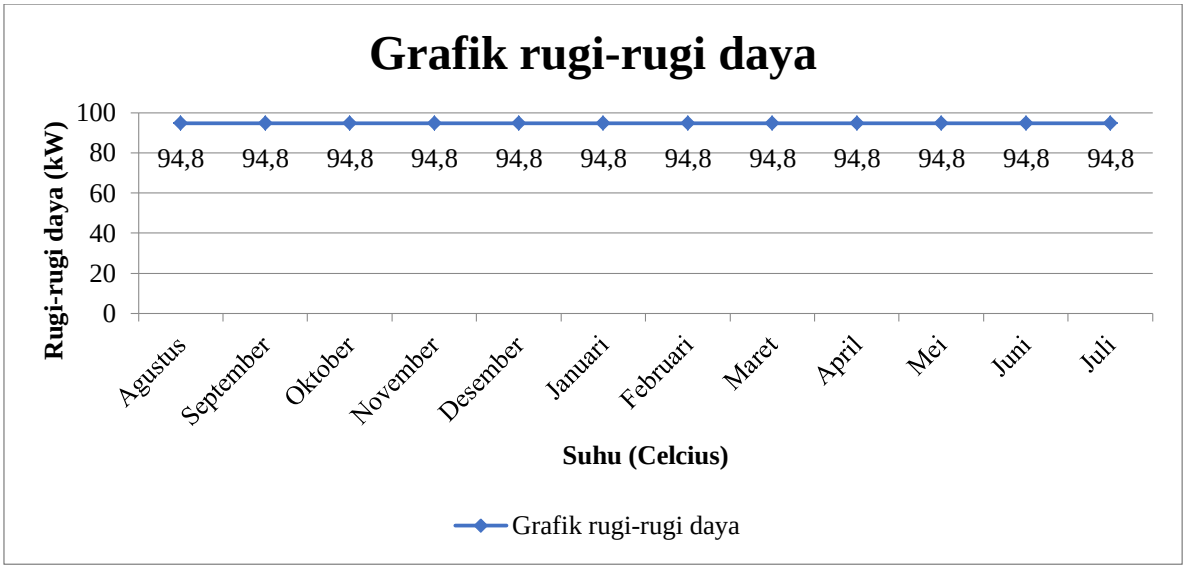
Analisis rugi-rugi daya akibat korona

Perhitungan yang dilakukan tentang rugi-rugi daya yang diakibatkan oleh korona pada SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao dengan Metode Peterson dengan menggunakan referensi *text book Electrical Power Transmission System Engineering* Turen Gonen hal 548 – 549. Hasil perhitungan yang diperoleh dari Bulan Agustus 2021 sampai dengan Juli 2022 hasilnya sama dikarenakan suhu di setiap bulan tidak jauh berbeda sehingga nilai fungsi koronanya sama 0,065 dari hasil perbandingan tegangan fasa ke netral dengan tegangan kritis disruptif. Proses perhitungan dilakukan dalam keadaan cuaca cerah sehingga dapat terlihat pada nilai parameter pada persamaan tegangan kritis disruptif di nilai gradient permukaan (g_o=21,1). Hasil perhitungan rugi-rugi daya akibat korona pada SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan rugi-rugi daya dan efisiensi dengan Metode Peterson

No	Bulan	Tahun	Nilai Suhu (T℃)	Rugi-rugi daya (kW)	Efisiensi (%)
1	Agustus	2021	29,19	94,8	99
2	September	2021	28,67	94,8	99
3	Oktober	2021	29	94,8	99
4	November	2021	28,8	94,8	99
5	Desember	2021	28,38	94,8	99
6	Januari	2022	29,32	94,8	99
7	Februari	2022	29,92	94,8	99
8	Maret	2022	29,93	94,8	99
9	April	2022	29,7	94,8	99
10	Mei	2022	29,83	94,8	99
11	Juni	2022	28,3	94,8	99
12	Juli	2022	29,06	94,8	99

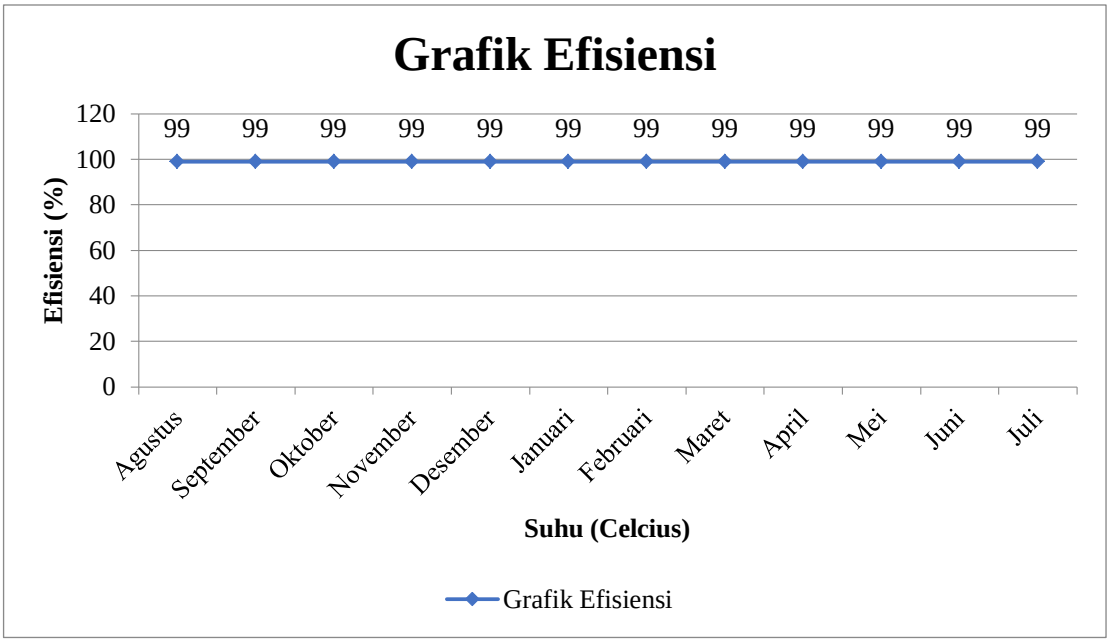
Sedangkan data perhitungan dapat di tuangkan dalam sebuah grafik garis dengan nilai parameter rugi-rugi daya terhadap suhu yang berlangsung selama 1 tahun. Hal itu terdapat pada gambar 2 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 3. Rugi-rugi daya terhadap suhu

Persamaan Peterson dipengaruhi oleh nilai dari fungsi rugi korona dengan variasi nilai yang telah ditetapkan dari keterangan hasil bagi dari tegangan fasa ke netral dengan tegangan kritis disruptif. Bila nilai yang di peroleh di tengah-tengah dari data yang tertera pada tabel maka nilai di antaranya dijumlahkan dan dibagi 2. Hasil perhitungan yang diperoleh dari bulan Agustus 2021 s/d bulan Juli 2022 sebesar 94,8 kW. Rugi-rugi daya akibat korona tersebut dikatakan dalam ambang batas normal, tetapi rugi-rugi daya akibat korona sebaiknya dikurangi dengan daya listrik yang diterima harus mendekati daya listrik yang dikirim (Akbar, 2017). Korona terjadi di pengaruhi oleh faktor salah satunya yaitu kondisi atmosfer (suhu). Dilihat dari grafik yang diperoleh mempunyai hubungan sebanding diantaranya bila suhu semakin besar atau derajat temperatur semakin panas maka korona tampak jelas terlihat dan penghantar ikut sehingga terjadi rugi-rugi daya besar (PICALISTA, 2017). Begitu juga bila suhu temperatur kecil dalam artian tidak mencapai titik beku atau kecil dari 15℃ rugi-rugi daya akibat korona tidak besar. Besar rugi – rugi daya akibat korona dipengaruhi juga dari nilai tegangan kritis disruptif, hal itu dapat dilihat semakin besar nilai tegangan disruptif maka semakin kecil rugi-rugi daya dan begitu juga sebaliknya semakin kecil nilai tegangan disruptif maka semakin besar nilai rugi-rugi daya.

Rugi-rugi daya dapat mengakibatkan *drop voltage* pada konduktor dikarenakan sistem keandalan dalam penyaluran energy listrik ke beban menurun (Yunus et al., 2016). *Drop voltage*, selisih antara tegangan yang dikirim dari Payakumbuh dengan tegangan yang diterima di Kiliranjao. Untuk *drop voltage* pada SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao tidak terjadi dikarenakan menggunakan *shunt reactor* sebagai penstabil tegangan baik tegangan yang diterima maupun tegangan yang dikirim. Nilai tegangan yang dikirim ke Kiliranjao melebihi 0,5 kV.



Gambar 4. Efisiensi terhadap suhu

Begitu juga dengan nilai efisiensi yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan memiliki nilai yang sama di setiap bulannya dengan hasil 99 %. Penurunan efisiensi yang terjadi akibat korona 1 % di bawah 10 % (SPLN No 72 tahun 1987), hal itu termasuk ke dalam keadaan yang baik. Ditambah lagi dengan SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao masih beroperasi dalam jangka lebih kurang 7 tahun sehingga rugi-rugi daya dan penurunan efisiensi masih kecil Perbedaan penelitian ini dengan penelitian lainnya terletak pada metode yang digunakan dalam analisis kasus yang muncul dengan data penelitian yang diperoleh dengan menggunakan Persamaan Peterson dan penelitian lainnya kebanyakan menggunakan Persamaan Peek yang lebih komplek.

SIMPULAN

Setelah dilakukan proses perhitungan rugi-rugi daya dan efisiensi akibat korona dengan Metode Peterson pada SUTET 275 kV Payakumbuh ke Kiliranjao berdasarkan nilai suhu dalam rentang waktu selama 1 tahun mulai dari Bulan Agustus 2021 s/d Juli 2022 dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu rugi-rugi daya akibat korona yang diperoleh dalam perhitungan setiap bulan, dari Agustus 2021 s/d Juli 2022 hasilnya sebesar 94,8 kW dan begitu juga dengan nilai efisiensi 99 %. Untuk penurunan efisiensi 1 % tiap bulan, hal itu disebabkan oleh nilai suhu tiap bulan hampir sama dan berdampak terhadap nilai tegangan kritis disruptif, dan fungsi rugi korona. Metode Peterson ini cocok untuk daerah atau wilayah musim dingin (salju) dan gurun sedangkan di Indonesia Metode Peterson tidak cocok hanya Metode Peek yang cocok dengan musim kemarau dan penghujan.

DAFTAR PUSTAKA

Agus setiawan, A. P. (2021). Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Transmisi Tegangan Tinggi 150 KV Di PLN Sungguminasa. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, 2013–2015. https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/14803-Full_Text.pdf

Akbar, R. (2017). *Tugas akhir "analisis rugi -rugi daya transmisi 275 kv pada saluran transmisi pt.pln (persero)pangkalan susu- binjai."*

Anggoro, B. A., Utomo, S. B., & Widihastuti, 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), 80. https://doi.org/10.26623/elektrika.v12i2.2828

Cahyadi, C. I., Atmia, K., & Fitriani, A. (2022). Analisis Pengaruh Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi 150 kV Menggunakan. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, *4*, 8–12.

Dani, A. (2021). ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI 150 KV PADA GARDU INDUK KIM. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, *2*(11), 1892–1901.

Dewi, A. (2020). Studi Analisa Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Udara Terhadap Rugi Daya Korona SUTT 150 kV. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, *9*(1), 47–53. https://doi.org/10.21063/jte.2020.3133909

Dewi, A. Y., Effendi, A., Erhaneli, E., & Gita, F. (2021). Analisa Pengaruh Cuaca Terhadap Losses Dan Penurunan Effisiensi Akibat Korona Pada Sutt 150 Kv. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, *21*(2), 229. https://doi.org/10.36275/stsp.v21i2.401

Dirgantara, L. M., & Gani, U. A. (2018). *Perhitungan Besar Rugi-Rugi Daya Korona Pada Sistem Saluran Transmisi 275 Kv Gi Mambong Malaysia – Gi*. *1*.

ELGANAI, A. A. M. (2019). The Corona Effect on High Voltage Transmission Lines. *IJSETR,International Journal of Scientific Engineering and Technology Research*, *08*(December 2019), 29–31.

Gonen, Turan. 2014. *Electrical Power Transmission System Engineering, Third Edition*. California State University, Sacramento, USA: CRC Press.

Haddin, M., & Bahtiar, A. (2018). Rugi Daya Dan Energi Akibat Korona Pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 Kv. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, *6*(2), 225. https://doi.org/10.36055/setrum.v6i2.2769

Hajar, I., & Fernando, T. D. (2019). Analisa Pengaruh Luas Penampang Penghantar dan Cuaca Terhadap Rugi Daya Akibat Korona Pada SUTT 150 kV (Studi Kasus: Gardu Induk Bangkalan – Gardu Induk Sampang). *Energi & Kelistrikan*, *11*(2), 149–159. https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.857

Hariyadi, S. (2017). Analisis Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Pada Gardu Induk Palur – Masaran. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, *1*, 20.

Jurnal, R. T. (2018). Pengaruh Rugi-Rugi Saluran Pada Jaringan Transmisi Tegangan Menengah Penyulang E2 Gardu Induk Embalut Tenggarong. *Sutet*, *7*(2), 69–81. https://doi.org/10.33322/sutet.v7i2.79

Kolev, V. G., & 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*, 119–123. https://doi.org/10.1109/ELMA.2017.7955414

Muyasir, A., Danial, & Rajagukguk, M. (2017). Analisis Medan Magnet Di Bawah Saluran Transmisi 275 Kv Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal MIPA*, *4*(3), 1–6.

Nababan, A. P. (n.d.). *GANGGUAN BERISIK DAN INTERFERENSI RADIO PADA SALURAN TRANSMISI UDARA TEGANGAN EKSTRA TINGGI 275 kV*.

Naomi, J., Wasida, V., Patras, L. S., Mangindaan, G., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (n.d.). *Analisa Efek Korona pada Saluran Transmisi Gardu Induk Paniki*.

PICALISTA, D. (2017). *Analisis Rugi-Rugi Akibat Korona Pada Transmisi Daya 500 Kv Gitet Paiton - Gitet Grati*. http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/81054

Siregar, N. Y. (2019). *NALISA RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN 150 kV DI PT. PLN (PERSERO) SISTEM KHATULISTIWA*. *72*, 9.

Sonong, S., Nawir, H., Suharti, F., & Kamil, I. (2020). Simulasi Pengaruh Variasi Konduktor Berkas Terhadap Gangguan Berisik Dan Radio Interferensi Pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 275kV. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, *17*(2), 139. https://doi.org/10.31963/sinergi.v17i2.2076

Syahbana, R. (2019). Analisa Terbentuknya Korona pada Saluran Kubicle Tegangan 20Kv Serta Pengaruhnya Terhadap Rugi-Rugi Daya. *Lensa*, *2*(48), 14–21.

Tamam, I. B., Koerniawan, T., & Ichsan, M. N. (2017). ANALISA PEMBANGUNAN SALURAN TRANSMISI 275 kV ANTARA GI KILIRANJAO DAN GI PAYAKUMBUH. *Energi & Kelistrikan*, *9*(1), 93–99. https://doi.org/10.33322/energi.v9i1.50

Tonmitr, K., & 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), 385–388. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.037

Yunus, S., Laksono, H. D., & Nidya, P. (2016). Memperbaiki Tegangan dan Rugi–rugi Daya pada Sistem Transmisi dengan Optimasi Penempatan Kapasitor menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, *5*(2). https://doi.org/10.20449/jnte.v5i2.291