

STUDI ANALISA RUGI DAYA AKIBAT KORONA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV GARDU INDUK SOLOK - GARDU INDUK INDARUNG – GARDU INDUK PAUH LIMO

Alison Prayogi¹⁾, Indra Nisja²⁾

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: alisonprayogi11@gmail.com

ABSTRAK

Saluran Transmisi adalah penyaluran energi listrik dari pembangkit listrik sampai ke sistem distribusi hingga sampai pada konsumen pengguna listrik. Pada saluran udara tegangan tinggi 150 kV, masalah korona merupakan suatu masalah yang sudah harus diperhitungkan. Pada peristiwa korona ada beberapa faktor yang mempengaruhi yakni faktor alam dan faktor teknik, agar mengetahui rugi-rugi korona maka pada penelitian ini dianalisa untuk mengetahui korona pada saluran udara tegangan tinggi pada SUTT 150 kV GI Solok – GI Indarung – GI Pauh Limo. Jika tegangan kritis korona (V_{kk}) lebih tinggi dari tegangan line ke netral (VLN) maka rugi-rugidaya korona (PK) adalah 0 baik dalam kondisi basah maupun dalam kondisi kering, namun dalam kondisi basah rugi-rugi korona akan lebih cepat muncul (V_{kk} < VLN). Panjang saluran dari gardu induk solok sampai gardu induk indarung adalah 34 kms dan dari gardu induk indarung sampai gardu induk pauh limo adalah 7 kms. Nilai tegangan kritis korona pada saluran GI Solok – GI Indarung untuk kondisi basah dengan rata rata 99,055 kV dan untuk kondisi kering 123,673 kV, dan untuk nilai rugi daya korona GI Solok - GI Indarung untuk kondisi basah dengan rata rata 70,971 kW, dan untuk kondisi kering 580,275 kW. Nilai tegangan kritis korona pada saluran GI Indarung – GI Pauh Limo untuk kondisi basah dengan rata rata 96,949 kV, dan untuk kondisi kering 121,059 kV dan untuk Nilai rugi – rugi daya korona pada saluran GI Indarung GI Pauh Limo untuk kondisi basah dengan nilai rata rata 9,882 kW , dan untuk kondisi kering 108,900 kW.

Kata Kunci : *Saluran Udara Tegangan Tinggi; Korona; Kawat Penghantar; Gardu Induk; Transmisi.*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sekarang ini energi listrik, listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Tidak ada seluk beluk kehidupan sekarang ini tidak lepas dari adanya energi listrik. Tidak hanya dibutuhkan oleh masyarakat namun industri pada saat sekarang ini bertumpu pada energi listrik, hal ini menyebabkan kebutuhan energi listrik sangat besar. [1. Nevendri, 2020]

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Gardu Induk adalah bagian dari sistem transmisi yang menerima dan menyalurkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan tegangan serta memiliki peralatan untuk memisahkan sistem tenaga, peralatan yang terganggu atau peralatan

yang akan dipelihara. Gardu Induk mendapatkan energi listrik yang berasal dari pembangkit ataupun dari gardu induk lainnya dan menyalurkannya energi listrik tersebut ke gardu induk lain, konsumen tegangan tinggi dan ke jaringan sistem distribusi. Permasalahn yang sering di temui pada sitem tenaga salah satunya yaitu hilangnya daya pada saluran transmisi alasan teknis hilangnya daya pada sistem transmisi adalah karena jaraknya yang relatif jauh juga mengalami beberapa faktor yang menyebabkan hilangnya daya, yaitu kebocoran isolator, korona (fenomena saat udara di sekitar konduktor atau penghantar terioniasi). Jika tegangan kirim dan tegangan terima berbeda, maka rugi daya diketahui. [1. Nevendri, 2020]

Bila tegangan arus bolak balek pada suatu kawat

dinaikan terus menerus, maka akan dicapai suatu nilai yaitu tegangan kritis korona, pada tegangan mana kelihatan cahayaviolet yang disebut korona. Korona dibarengi dengan suara berdesis dan menimbulkan bau ozon. Korona dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti penampang konduktor, keadaan permukaan konduktor (kasar, runcing, kotor), dan keadaan cuaca. Maka diperlukan kajian terhadap rugi daya akibat korona pada saluran udara tegangan tinggi Gardu Induk Solok – Gardu Induk Indarung – Gardu Induk Pauh Limo sehingga mengetahui besaran rugi-rugi daya yang terjadi. Panjang saluran gardu induk solok sampai ke indarung yaitu sejauh 34 km dan jarak gardu induk indarung ke gardu induk pauh limo sejauh 7 km dan masing masing saluran tersebut memiliki berbagai latar belakang dan permasalahan terhadap corona yang dimana parameternya ialah debu dan lingkungan yang kotor di sepanjang saluran gardu induk indarung sampai gardu induk pauh limo dan kedua faktor kelembapan udara dan suhu di sepanjang saluran transmisi gardu induk solok ke gardu induk indarung memiliki tingkat kelembapan udara yang tinggi. [3. Dewi, 2020].

Adapun beberapa faktor dibawah ini yang menyebabkan terjadinya gejala peristiwa korona, yaitu:

1) Jarak Konduktor antar fasa

Insinyur desain menghitung jarak antara dua konduktor di saluran transmisi setelah penelitian yang cermat dan ekstensif. Seperti fenomena lucutan korona yang dipengaruhi oleh jarak antar konduktor. Jika jarak antara dua penghantar sangat jauh dibandingkan dengan diameter penghantar, maka efek korona tidak akan terjadi. Itu karena jarak yang lebih besar antara konduktor mengurangi tegangan elektro-statis pada permukaan konduktor, sehingga menghindari pembentukan korona.

2) Kondisi Atmosfer

Ion di atmosfer lebih banyak selama cuaca badai dan hujan. Oleh karena itu, atmosfer lebih konduktif. Konduktivitas udara yang lebih tinggi berarti ada lebih banyak ion di sekitar permukaan konduktor. Semakin banyak ion di udara menyebabkan semakin banyak korona yang hilang. Pada musim hujan, konduktivitas udara lebih tinggi

sehingga menyebabkan lebih banyak kehilangan korona. Karena korona terbentuk karena ionisasi udara yang mengelilingi konduktor, maka korona dipengaruhi oleh keadaan fisik atmosfer. Dalam cuaca badai, jumlah ion lebih banyak dari cuaca normal. Penurunan nilai tegangan tembus diikuti dengan peningkatan jumlah ion. Akibatnya, korona terjadi pada tegangan yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai tegangan tembus pada cuaca cerah.

3) Kondisi Permukaan Konduktor

Efek korona bergantung pada bentuk, bahan, dan kondisi konduktor. Permukaan yang kasar dan tidak beraturan yaitu permukaan yang tidak rata, menurunkan nilai tegangan tembus. Penurunan tegangan tembus ini karena medan listrik terkonsentrasi di titik-titik kasar, menimbulkan lebih banyak efek korona. Kekasaran konduktor biasanya disebabkan karena pengendapan kotoran, debu dan goresan. Tetesan air hujan, salju, kabut dan kondensasi yang terakumulasi pada permukaan konduktor juga merupakan sumber ketidakaturan permukaan yang dapat meningkatkan korona.

4) Tegangan Sistem

Medan listrik di sekitar penghantar akan semakin besar bila tegangannya semakin besar. Tegangan yang lebih tinggi menghasilkan medan listrik yang kuat di sekitar konduktor dan mengionisasi udara di sekitarnya. Oleh karena itu rugi daya korona akan lebih besar untuk tegangan yang lebih tinggi.

5) Jari – Jari Konduktor

Intensitas medan listrik pada permukaan konduktor lebih kecil untuk radius konduktor yang lebih besar yang menghasilkan kerugian korona yang lebih sedikit. Penghantar berdiameter lebih kecil menyebabkan lebih banyak kehilangan korona karena intensitas medan listrik yang tinggi pada permukaan penghantar.

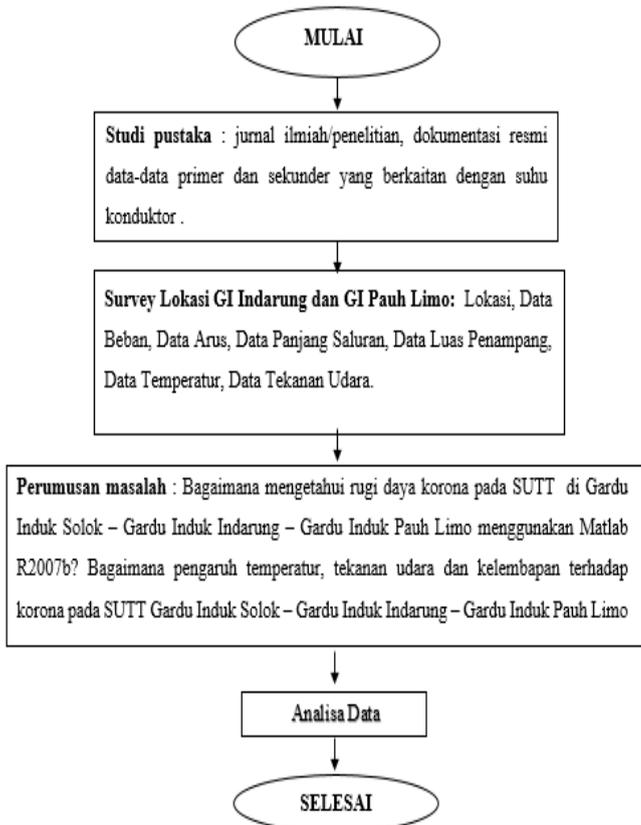
6) Kerapatan Udara

Kerugian korona berbanding terbalik dengan kepadatan udara. Dengan penurunan densitas udara maka rugi daya akibat korona meningkat. Dan, kerugian korona berkurang dengan meningkatnya kepadatan udara. Misalnya, saluran transmisi yang melewati daerah perbukitan akan mengalami lebih

banyak kehilangan daya akibat korona daripada saluran yang melewati tanah datar karena kerapatan udara lebih sedikit di daerah perbukitan.

METODE

Adapun tahapan dalam proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini di gambarkan dalam beberapa langkah dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Langkah-langkah pelaksanaan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel di bawah ini ialah Data Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) yang berada di gardu induk solok - gardu induk indarung - gardu induk pauh limo dengan tegangan nominal 150 kV. Berikut merupakan data yang digunakan pada saluran udara tegangan tinggi 150 kV di GI Solok – GI Indarung – GI Pauh limo.

Tabel 1 Data saluran SUTT 150 kV GI Solok- GI Indarung

No	Uraian	keterangan
1.	Tegangan	150 kV
2.	Panjang Saluran	33,874 kms
3.	Jenis Konduktor	ACSR 240 mm ²

4.	Jarak Antar Konduktor	450 cm
----	-----------------------	--------

Tabel 2. Data saluran SUTT 150 kV GI Indarung – GI Pauh Limo

No	Uraian	Keterangan
1.	Tegangan	150 kV
2.	Panjang Saluran	6,6 kms
3.	Jenis Konduktor	ACSR 240 mm ²
4.	Jarak Antar Konduktor	450 cm

Tabel 3. Data temperatur, tekanan udara dan debu pada daerah Gunung Talang

No	Waktu	Tekanan Udara (b)(mm Hg)	Temperatur (°C) (T)	Debu PM 10	Kelembapan
1.	Selasa/30-05-2023	1010,5	25	12,45 mg/m ³	82%
2.	Rabu/31-05-2023	1012,2	21	18,6 mg/m ³	99%
3.	Kamis/1-06-2023	1012,5	23	14,36 mg/m ³	87%
4.	Jumat/2-06-2023	1011,9	24	22,8 mg/m ³	80%
5.	Sabtu/3-06-2023	1011,9	21	24,24 mg/m ³	98%
6.	Minggu/4-06-2023	1012,2	20	34,35 mg/m ³	100%
7.	Senin/5-06-2023	1011,9	19	26,2 mg/m ³	99%

Tabel 4. Data temperatur, tekanan udara dan debu pada daerah Pauh Limo

No	Waktu	Tekanan Udara (b) (mm Hg)	Temperatur (°C) (T)	Debu PM 10	Kelembapan
1.	Senin/1-05-2023	1010,5	29	25,96 mg/m ³	87%
2.	Selasa/2-05-2023	1011,5	30	23,13 mg/m ³	81%
3.	Rabu/3-05-2023	1006,1	27	11,59 mg/m ³	95%
4.	Kamis/4-05-2023	1006,1	29	24,25 mg/m ³	88%

5.	Jumat/5-05-2023	1008,1	26	10,52 mg/m ³	94%
6.	Sabtu/6-05-2023	1009,1	27	10,8 mg/m ³	85%
7.	Minggu/7-05-2023	1013,2	24	10,8 mg/m ³	82%

Perhitungan rugi-rugi daya korona (PK) dan tegangan kritis korona (V_{kk}) untuk kondisi cuaca basah dan kondisi cuaca kering/baik sebagai berikut:

a. Kondisi cuaca basah

$$b = 1010,5 \quad T = 25^{\circ}C \quad A = 240 \text{ mm}^2 \quad m_o = 0,8 \quad D = 450 \text{ cm}$$

$$\delta = \frac{0,392 \cdot b}{273 + T} = \frac{0,392 \times 1010,5}{273 + 25} = \frac{396,116}{298} = 1,329$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{240}{3,14}} = 8,72 \text{ mm} \rightarrow 0,872 \text{ cm}$$

$$V_{kk} = 16,9 \cdot m_o \cdot r \cdot \delta \cdot \ln \frac{D}{r}$$

$$V_{kk} = 16,9 \times 0,8 \times 0,872 \times 1,329 \times \ln \frac{450}{0,872} = 97,867 \text{ kV}$$

$$P_k = \frac{244}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{r}{D}} (V - V_{kk})^2 \cdot 10^{-5} \times 3 \times 33,87$$

$$P_k = \frac{244}{1,329} (50 + 25) \sqrt{\frac{0,872}{800}} (86,6 - 97,867)^2 \times 10^{-5} \times 3 \times 33,87$$

$$P_k = 58,639 \text{ kW}$$

b. Kondisi cuaca kering/baik

$$b = 1010,5 \quad T = 25^{\circ}C \quad A = 240 \text{ mm}^2 \quad m_o = 0,8 \quad D = 450 \text{ cm}$$

$$\delta = \frac{0,392 \cdot b}{273 + T} = \frac{0,392 \times 1010,5}{273 + 25} = \frac{396,116}{298} = 1,329$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{240}{3,14}} = 8,72 \text{ mm} \rightarrow 0,872 \text{ cm}$$

$$V_{kk} = 21,1 \cdot m_o \cdot r \cdot \delta \cdot \ln \frac{D}{r}$$

$$V_{kk} = 21,1 \times 0,8 \times 0,872 \times 1,329 \times \ln \frac{450}{0,872} = 122,188 \text{ kV}$$

$$P_k = \frac{244}{\delta} (f + 25) \sqrt{\frac{r}{D}} (V - V_{kk})^2 \cdot 10^{-5} \times 3 \times 33,87$$

$$P_k = \frac{244}{1,329} (50 + 25) \sqrt{\frac{0,872}{800}} (86,6 - 122,188)^2 \times 10^{-5} \times 3 \times 33,87$$

$$P_k = 585,037 \text{ kW}$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan rugi-rugi daya akibat korona:

1. GI Solok – GI Indarung

Tabel 5. Perhitungan Rugi daya Akibat korona GISolok-GI Indarung

O	Kondisi cuaca	hm Hg	T (°C)	δ (Kerapatan udara)	V _{kk} (Kv)	P _k (KW)
1	Kondisi cuaca Basah	1010,5	25	1,329	97,869 (kV)	58,639 (KW)
2		1012,2	21	1,349	99,339 (kV)	73,852 (KW)
3		1012,5	23	1,341	98,750 (kV)	67,581 (KW)
4		1011,9	24	1,336	98,382 (kV)	63,787 (KW)
5		1011,9	21	1,349	99,339 (kV)	73,852 (KW)
6		1012,2	20	1,354	99,707 (kV)	77,891 (KW)
7		1011,9	19	1,358	100,002 (kV)	81,197 (KW)
1	Kondisi cuaca kering/baik	1010,5	25	1,329	122,188 (kV)	585,037 (KW)
2		1012,2	21	1,349	124,027 (kV)	637,469 (KW)
3		1012,5	23	1,341	123,292 (kV)	616,332 (KW)
4		1011,9	24	1,336	122,832 (kV)	603,224 (KW)
5		1011,9	21	1,349	124,027 (kV)	637,469 (KW)

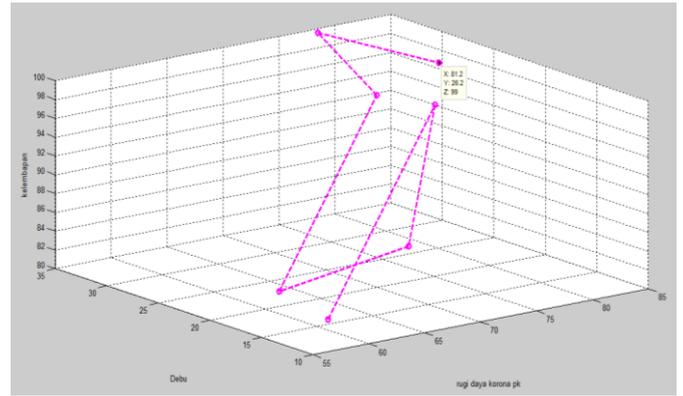
6		1012,2	20	1,354	124,487 (kV)	650,823 (KW)
7		1011,9	19	1,358	124,855 (kV)	661,572 (KW)

2. GI Indarung – GI Pauh Limo

Tabel 6. Perhitungan Rugi daya Akibat korona GI Indarung-GI Pauh Limo

O	Kondisi cuaca	mm Hg)	T (°C)	δ (Kerapatan udara)	V _{kk} (Kv)	P _K (KW)
1	Kondisi Cuaca Basah	1010,5	29	1,311	96,541 (kV)	9,099 (KW)
2		1011,5	30	1,308	96,320 (kV)	8,719 (KW)
3		1006,1	27	1,315	96,836 (kV)	9,618 (KW)
4		1006,1	29	1,305	96,009 (kV)	8,347 (KW)
5		1008,1	26	1,322	97,351 (kV)	10,554 (KW)
6		1009,1	27	1,319	97,130 (kV)	10,148 (KW)
7		1013,2	24	1,337	98,455 (kV)	12,689 (KW)
1	Kondisi cuaca kering/baik	1010,5	29	1,311	120,534 (kV)	106,029 (KW)
2		1011,5	30	1,308	120,258 (kV)	104,551 (KW)
3		1006,1	27	1,315	120,901 (kV)	108,006 (KW)
4		1006,1	29	1,305	119,982 (kV)	103,079 (KW)
5		1008,1	26	1,322	121,545 (kV)	111,506 (KW)
6		1009,1	27	1,319	121,269 (kV)	110,001 (KW)
7		1013,2	24	1,337	122,924 (kV)	119,129 (KW)

Berikut merupakan grafik rugi-rugi daya korona, kerapatan udara dan tegangan kritis korona pada saluran transmisi 150 kV (GI Solok – GI Indarung – GI Pauh Limo):



Gambar 2 Grafik hubungan Rugi-Rugi Daya Korona, debu dan kelembapan udara dalam kondisi basah pada daerah gunung talang, GI Solok-GI Indarung

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun parameter yang mempengaruhi terjadinya corona ialah pertama faktor luas penampang kawat penghantar, jarak antara kawat penghantar, keadaan permukaan kawat penghantar dan kondisi cuaca. Untuk mengurangi rugi-rugi daya korona yaitu dengan cara memperbesar jarak antara kawat penghantar, memperbesar luas penampang kawat penghantar.

Nilai tegangan kritis korona pada saluran gardu induk solok – gardu induk indarung dengan nilai tegangan kritis korona tertinggi yaitu terjadi pada hari senin yaitu sebesar 100,002 kV untuk kondisi basah sedangkan untuk kondisi kering yaitu sebesar 124,855 kV dan untuk nilai terendah yaitu pada hari Selasa yaitu sebesar 97,869 kV pada kondisi kering pada hari rabu yaitu sebesar 122,188 kV. Nilai tegangan kritis korona pada saluran gardu induk indarung – gardu induk pauh limo dengan nilai tertinggi yaitu pada hari Senin yaitu 98,455 kV dalam kondisi basah dan untuk kondisi kering yaitu 122,924 kV, sedangkan untuk nilai terendah pada hari Jumat yaitu 96,009 kV pada kondisi basah dan untuk kondisi kering yaitu 119,982 kV. Korona terjadi apabila tegangan kritis korona kecil atau sama dengan tegangan line to netralnya ($V_{kk} \leq V_{LN}$), sehingga pada saluran gardu induk solok – gardu induk indarung – gardu induk pauh limo tidak adanya korona.

Nilai rugi – rugi daya korona pada saluran gardu induk solok – gardu induk indarung dengan nilai rugi-rugi daya tertinggi yaitu terjadi pada hari Senin yaitu sebesar 81,197 kW untuk kondisi basah

sedangkan untuk kondisi kering yaitu pada hari kamis yaitu sebesar 661,572 kW dan untuk nilai terendah yaitu pada hari selasa yaitu sebesar 58,639 kW pada kondisi kering yaitu sebesar 585,037 kW. Nilai rugi – rugi daya korona pada saluran gardu induk indarung – gardu induk pauh limo dengan nilai tertinggi yaitu pada hari senin yaitu 12,689 kW dalam kondisi basah dan untuk kondisi kering yaitu 119,129 kW, sedangkan untuk nilai terendah pa

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. **Reza Bagus Nevendri, 2020** “Analisis Rugi Rugi Daya Akibat Peristiwa Korona Pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv G.I Cawang – G.I Bekasi” skripsi mahasiswa Institut Teknologi PLN.
- [2]. **Wisnu Anggara, 2019** melakukan penelitian mengenai “ Studi Rugi Daya Listrik Akibat Korona Pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 500 KV Gardu Induk Pedan – Ungaran” Skripsi mahasiswa universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] **Arfita Yuana Dewi, 2020** melakukan penelitian mengenai “Studi Analisa Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Udara Terhadap Rugi Daya Korona Sutt 150 Kv” Skripsi Mahasiswa Institut Teknologi PLN.
- [4] **Juniffer Naomi Veronica Wasida, 2021** melakukan penelitian mengenai “Analisa Efek Korona Pada Saluran Transmisi Gardu Induk Paniki” Skripsi Mahasiswa Universitas Samratulangi Manado