

Studi Literatur Tentang Jenis dan Penyebab Gangguan Pada Saluran Transmisi

Nabila Khoirunnisa^{1*}, Nelli Inayah¹, Farid Wiherdiansyah¹, I Kadek Dwi Adyano¹, Didik Aribowo¹

¹Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117

E-mail: 2283220044@untirta.ac.id*

Abstract

Power transmission lines play an important role in distributing electrical energy from power plants to consumers. The reliability of transmission lines is very important to ensure a stable and safe electricity supply. However, various disturbances often occur in transmission lines, both caused by external and internal factors, which can disrupt the operation of the electric power system. This study aims to conduct a literature study on the types of disturbances that occur in transmission lines and identify the causative factors. The method used in this study is a literature study by analyzing various references from books, scientific journals, research reports, and relevant articles. This study identifies several main types of disturbances, such as disturbances due to lightning, strong winds, heavy rain, overload, component failure, and human error. Environmental factors, such as extreme weather and interaction with vegetation, are also common causes of disturbances in transmission lines.

Keywords: Transmission Channel, Disturbance, Causative Factors

Abstrak

Saluran transmisi listrik memiliki peranan penting dalam penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit menuju konsumen. Keandalan saluran transmisi sangat penting untuk menjamin pasokan listrik yang stabil dan aman. Namun, berbagai gangguan sering terjadi pada saluran transmisi, baik yang disebabkan oleh faktor eksternal maupun internal, yang dapat mengganggu operasional sistem tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi literatur mengenai jenis-jenis gangguan yang terjadi pada saluran transmisi dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan menganalisis berbagai referensi dari buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian, serta artikel yang relevan. Studi ini mengidentifikasi beberapa jenis gangguan utama, seperti gangguan akibat petir, angin kencang, hujan deras, kelebihan beban, kegagalan komponen, dan kesalahan manusia. Faktor lingkungan, seperti cuaca ekstrem dan interaksi dengan vegetasi, juga menjadi penyebab umum terjadinya gangguan pada saluran transmisi.

Kata kunci: Saluran Transmisi, Gangguan, Faktor Penyebab

1. Pendahuluan

Sistem transmisi merupakan komponen vital dalam infrastruktur tenaga listrik, bertugas mengirimkan energi dari sumber pembangkit ke area konsumen atau beban. Keandalan saluran transmisi berperan penting dalam memastikan efisiensi dan stabilitas jaringan kelistrikan secara keseluruhan. Namun, seringkali saluran transmisi menghadapi tantangan yang berpotensi mempengaruhi kinerja sistem secara signifikan [1].

Saluran transmisi dilengkapi dengan tegangan listrik yang tinggi, mengacu pada standar tegangan transmisi di Indonesia, seperti 70, 150, 270, 380,

dan 500 kV, sesuai dengan rekomendasi dari IEC. Tegangan tinggi ini diberikan untuk mengurangi kerugian energi dan penurunan tegangan selama proses transmisi energi listrik yang melintasi jarak-jarak jauh [2].

Gangguan pada saluran transmisi dapat berasal dari berbagai faktor, termasuk kondisi alam seperti petir, angin kencang, dan hujan, serta masalah teknis seperti kerusakan komponen atau kelebihan beban [3]. Pentingnya memahami jenis gangguan yang sering terjadi serta penyebabnya terletak pada kemampuan untuk mengantisipasi dan menanggulangi gangguan tersebut secara efisien. Ditambah dengan ekonomi yang

tumbuh pesat dan industrialisasi yang semakin meningkat, keandalan jaringan transmisi menjadi semakin mendesak [4]. Karena setiap gangguan dapat menyebabkan pemadaman listrik yang meluas, dampaknya dapat berpotensi mendatangkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi konsumen dan industri. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang gangguan yang sering muncul dan penyebabnya menjadi krusial dalam mengembangkan tindakan pencegahan yang lebih efektif [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sejumlah jenis gangguan yang biasa terjadi pada saluran transmisi dan menganalisis akar permasalahannya melalui studi literatur. Diharapkan studi literatur ini memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang mekanisme munculnya gangguan dan cara-cara untuk mengurangi frekuensi serta dampaknya. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi landasan untuk pengembangan strategi mitigasi gangguan yang lebih efektif, sehingga meningkatkan keandalan sistem transmisi listrik ke depan.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk menganalisis jenis dan penyebab gangguan pada saluran transmisi listrik. Metode studi literatur dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, mengkaji, dan menganalisis informasi yang relevan dari berbagai sumber, termasuk buku, jurnal ilmiah, artikel, dan laporan penelitian terkait [6]. Penelitian ini menggunakan sumber data sekunder, yaitu referensi yang diambil dari buku teks, jurnal ilmiah, makalah konferensi, laporan teknis, dan situs web yang terkait dengan topik gangguan pada saluran transmisi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengertian Gangguan Saluran Transmisi dalam Sistem Tenaga Listrik

Saluran transmisi dalam sistem tenaga listrik biasanya memiliki konduktor bertegangan tinggi di gardu induk dan saluran transmisi. Ini digunakan untuk menyalurkan atau mentransmisikan tenaga listrik dari pembangkit listrik ke gardu induk dan kemudian ke konsumen yang menggunakan listrik. Gangguan pada saluran transmisi adalah setiap penyimpangan dari kondisi normal operasi suatu sistem tenaga listrik yang menyebabkan terganggunya aliran daya listrik. Gangguan ini dapat mengganggu

pasokan listrik ke konsumen dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik [7].

3.2 Jenis Gangguan Eksternal Sistem Transmisi

1. Petir:

Petir merupakan salah satu penyebab utama gangguan pada sistem transmisi. Sambaran petir dapat menyebabkan lonjakan tegangan yang merusak isolator, konduktor, atau peralatan listrik lainnya [8].

2. Angin Kencang:

Angin kencang dapat menyebabkan pohon tumbang atau benda asing mengenai saluran transmisi, sehingga mengakibatkan hubungan singkat atau putusnya penghantar.

3. Hujan Es:

Hujan es dapat menempel pada konduktor dan isolator, menyebabkan terjadinya flashover atau loncatan bunga api yang dapat merusak peralatan.

4. Pencemaran:

Pencemaran udara atau lingkungan dapat menyebabkan lapisan konduktif pada isolator, mengurangi jarak tempuh listrik dan meningkatkan risiko terjadinya flashover.

5. Hewan:

Burung atau hewan lainnya dapat bersinggungan dengan saluran transmisi dan menyebabkan gangguan.

3.3 Dampak Gangguan Eksternal:

1. Pemadaman Listrik: Gangguan eksternal yang parah dapat menyebabkan pemadaman listrik pada area yang luas [9].
2. Kerusakan Peralatan: Peralatan listrik seperti trafo, pemutus daya, dan isolator dapat rusak akibat gangguan.
3. Kebakaran: Loncatan bunga api akibat gangguan dapat memicu kebakaran pada tiang listrik atau sekitar saluran transmisi.

3.4 Upaya Mitigasi:

1. Sistem Proteksi: Penggunaan sistem proteksi seperti pemutus daya (circuit breaker) dan relai dapat membantu meminimalkan dampak gangguan [7].
2. Petunjuk Bumi: Pemasangan petunjuk bumi dapat membantu mengalirkan arus gangguan ke tanah dan mengurangi kerusakan.
3. Jarak Bebas dan Jarak Sela: Menjaga jarak bebas dan jarak sela yang cukup antara konduktor dan benda-benda di sekitarnya dapat mengurangi risiko gangguan.
4. Pemeliharaan Rutin: Pemeliharaan rutin pada saluran transmisi sangat penting untuk memastikan kondisi peralatan selalu baik [10].

3.5 Kategorisasi SUTT di Banten

SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) di

Banten dapat dikategorikan berdasarkan beberapa aspek, antara lain:

1. Berdasarkan Fungsi:

- Transmisi: Menyalurkan energi listrik dari pembangkit ke pusat-pusat beban utama.
- Distribusi: Menyalurkan energi listrik dari pusat-pusat beban utama ke konsumen akhir.

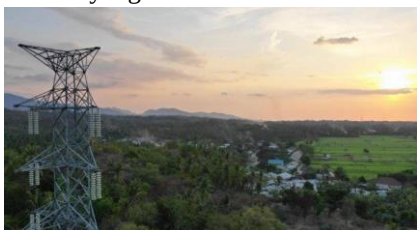
2. Berdasarkan Tegangan:

- 150 kV: Umumnya digunakan untuk transmisi jarak menengah.



Gambar 1. SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) 150 kV [11]

- 70 kV: Digunakan untuk distribusi di area yang lebih luas



Gambar 2. SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) 70 Kv [12]

3. Berdasarkan Lokasi:

- SUTT Selatan: Melayani wilayah selatan Banten, seperti Lebak, Pandeglang, dan sekitarnya.
- SUTT Utara: Melayani wilayah utara Banten, seperti Tangerang, Serang, dan sekitarnya.

Analisis SUTT di Banten

- SUTT Selatan

Perkembangan: Pembangunan SUTT di selatan Banten, seperti SUTT Malingping-Bayah, menunjukkan upaya pemerintah dan PLN dalam meningkatkan keandalan pasokan listrik di wilayah yang sebelumnya sering mengalami kendala.

Tantangan: Terkendala oleh kondisi geografis yang bergunung – gunung, sehingga pembangunan dan perawatan SUTT menjadi lebih kompleks dan membutuhkan biaya yang lebih tinggi.

Manfaat: Meningkatkan pertumbuhan ekonomi di wilayah selatan Banten, terutama sektor industri dan UMKM.

- SUTT Utara

Perkembangan: SUTT di utara Banten umumnya

sudah lebih mature dibandingkan di selatan. Namun, dengan pertumbuhan industri dan penduduk yang pesat, kapasitas SUTT perlu terus ditingkatkan.

Tantangan: Pertumbuhan beban listrik yang tinggi akibat industrialisasi dan urbanisasi menjadi tantangan utama. Selain itu, masalah pembebasan lahan juga sering menjadi kendala dalam pembangunan SUTT baru.

Manfaat: Mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah industri dan perkotaan, serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

3.6 Gangguan Sistem Transmisi di Banten

Berikut tabel kejadian gangguan sistem transmisi yang ada di Banten pada tahun 2019 sampai 2024 dapat dilihat pada **tabel 1**. Berdasarkan **tabel 1** yang merangkum kejadian gangguan sistem transmisi listrik di Banten, beberapa analisis dapat ditarik mengenai penyebab, dampak, dan upaya mitigasi yang dilakukan. Matinya listrik di Banten disebabkan oleh berbagai faktor teknis dan eksternal yang mempengaruhi sistem transmisi. Misalnya, kerusakan pada jaringan tegangan tinggi menunjukkan bahwa meskipun infrastruktur sudah baik, kerentanan terhadap kerusakan masih merupakan risiko yang signifikan. Selain itu, faktor eksternal seperti angin kencang, pohon tumbang, dan sambaran petir semakin memperumit gangguan ini, terutama jika mempertimbangkan kondisi geografis dan cuaca yang tidak dapat diprediksi.

Tabel 1.
Kejadian Gangguan Sistem Transmisi di Banten

Tanggal/ Bulan/Tahun	Lokasi	Penyebab Gangguan	Tanggal/ Bulan/Tahun
Januari, 2024	Serang, Banten	Kerusakan teknis pada jaringan transmisi tegangan tinggi	Pemadaman listrik di sebagian besar wilayah Serang
Maret, 2024	Banten (Umum)	Pohon tumbang akibat angin kencang	Gangguan distribusi listrik di beberapa daerah
Juli, 2019	Jabodetabek, termasuk Banten	Gangguan teknis di jaringan transmisi Ungaran - Pemalan	Pemadaman massal selama lebih dari 6 jam di wilayah jabodetabek

Ketika terjadi pemadaman listrik, dampaknya terhadap pasokan listrik dan perekonomian sekitar sangat terasa. Misalnya, pemadaman listrik besar-besaran pada bulan Januari 2024 berdampak pada sebagian besar wilayah Serang, namun gangguan lokal seperti pohon tumbang atau sambaran petir masih dapat mengganggu distribusi listrik di wilayah tertentu. Dampak pemadaman listrik skala besar seperti yang terjadi di Jabodetabek pada Juli 2019 menunjukkan

betapa pentingnya keandalan pasokan listrik bagi pelaku usaha industri dan ritel [13].

Untuk mencegah kemungkinan gangguan di masa depan, PLN telah menerapkan sejumlah langkah mitigasi. Untuk mencegah pemadaman serupa, tindakan proaktif termasuk pemeliharaan rutin, penggantian komponen yang rusak, pemangkasan pohon di dekat kabel listrik, dan penggunaan proteksi petir telah diterapkan. Audit infrastruktur secara berkala juga merupakan bagian dari upaya PLN untuk memastikan infrastruktur transmisinya beroperasi secara optimal dan tanpa gangguan jangka panjang [14].

Melalui pengelolaan infrastruktur transmisi yang lebih baik, investasi berkelanjutan, dan penggunaan teknologi canggih, kami berharap dapat mengurangi dampak gangguan di Banten dan mengatasi tantangan masa depan terkait pemeliharaan dan pengembangan kapasitas jaringan transmisi.



Gambar 3. Investigasi Penyebab Pemadaman Listrik Di Wilayah Jabodetabek, Banten, dan Jawa Barat [15]

Gambar 3 merupakan salah satu kejadian gangguan sistem transmisi di Banten. Pekerja tersebut sedang melakukan perawatan jaringan listrik dan sedang menginvestigasi penyebab pemadaman listrik di wilayah Jabodetabek, Banten, dan Jawa Barat.

Pemadaman listrik massal yang terjadi di Pulau Jawa pada tanggal 4 Agustus 2019 merupakan hasil dari gangguan yang muncul pada sistem transmisi tegangan tinggi di jalur Ungaran-Pemalang (500 kV). Diketahui bahwa gangguan tersebut membuat PLN terpaksa melakukan pengalihan beban listrik ke jalur sirkuit selatan yang sebenarnya sedang dalam tahap pemeliharaan. Hal ini pada akhirnya menimbulkan kelebihan beban yang kemudian mengakibatkan pelepasan aliran listrik, merasakan dampak yang signifikan pada wilayah barat Pulau Jawa, termasuk Jabodetabek, Banten, dan sebagian Jawa Barat hingga Jawa Tengah. Durasi pemadaman yang melebihi 10 jam menimbulkan kerugian besar di berbagai sektor, mencakup transportasi,

perbankan, dan layanan telekomunikasi.

Hasil investigasi dari PLN mengungkap bahwa kompleksitas sistem kelistrikan di wilayah Jawa-Bali, yang melibatkan lebih dari 250 pembangkit dan 500 gardu induk, berkontribusi pada kerentanan sistem tersebut. Untuk mencegah kemungkinan gangguan serupa terjadi di masa depan, peningkatan infrastruktur dan manajemen beban yang lebih optimal dianggap sebagai langkah pencegahan yang perlu dipertimbangkan secara serius.

4. Simpulan

Gangguan sistem transmisi listrik di Banten terjadi karena bermacam-macam faktor yang mempengaruhi, dengan yang paling signifikan adalah kerusakan teknis yang terjadi pada Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), seperti contohnya kabel GSW yang mengalami putus secara tiba-tiba, dan juga terdapat gangguan operasional pada fasilitas pembangkit listrik utama, seperti PLTU Suralaya dan PLTGU Cilegon. Di samping itu, faktor-faktor eksternal juga turut memberikan kontribusi terhadap gangguan distribusi listrik seperti pohon tumbang akibat angin kencang yang seringkali menjadi penyebab kerusakan pada saluran listrik di beberapa wilayah. Akibat dari gangguan ini sudah meluas, yang akhirnya mengakibatkan pemadaman listrik yang signifikan di Banten, Jawa Barat, dan DKI Jakarta. Proses pemulihan dari gangguan ini dilakukan dengan mengaktifkan pembangkit cadangan seperti PLTA Cirata dan Saguling serta melakukan perbaikan terhadap komponen-komponen yang mengalami kerusakan. Waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan pemadaman ini bervariasi, mulai dari beberapa jam hingga mungkin mencapai sehari, tergantung pada jumlah serta skala kerusakan yang terjadi. Untuk mencegah kejadian serupa terjadi di masa depan, PLN terus melakukan inspeksi rutin, menjaga perawatan yang terjadwal pada jalur transmisi, dan juga menerapkan sistem proteksi tambahan di area-area yang rentan terhadap gangguan listrik.

Daftar Pustaka

- [1] Waskita F agung. IDENTIFIKASI DAN ANALISIS BLACK OUT AKIBAT GANGGUAN JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) (STUDI KASUS: PT. PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANAPENGENDALIAN PEMBANGKITAN (UPDK K. AT-TAWASSUTH J Ekon Islam. 2023;VIII(I):1–

- 19.
- [2] Dewi A. Studi Analisa Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Udara Terhadap Rugi Daya Korona SUTT 150 kV. *J Tek Elektro ITP*. 2020;9(1):47–53.
- [3] Agus Kiswantono AK. Rancang Bangun Proteksi Transmisi Listrik terhadap Multi Gangguan. *J Zetroem*. 2023;5(2):113–8.
- [4] Widyastuti N. Analisis Gangguan Sistem Transmisi Listrik Menggunakan Metode Root Cause Analysis. *Ind Eng Online J*. 2014;3(3):1–8.
- [5] Pangestu A. Pengaruh Sambaran Petir Terhadap Kinerja Rele Jarak Dalam Menentukan Titik Gangguan Pada Saluran Transmisi. *Univ Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan*. 2020;
- [6] Sari M, Asmendri A. Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. *Nat Sci*. 2020;6(1):41–53.
- [7] Handayani M, J.P MJ. Analisa Gangguan Penghantar Berdasarkan Data Rekaman Relai Distance dan Rekaman DFR Bay Penghantar KSRAN-SMKEI 1 di PT PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Kisaran Fault Analysis Based on Distance Relay Recording Data and DFR Bay Recordi. 2022;7776.
- [8] Napitupulu J, Safarudin I, Hernandez A. Studi Kegagalan Perlindungan Kawat Tanah terhadap Sambaran Petir pada Saluran Transmisi 150 kV. *J Teknol Energi Uda*. 2021;10(2):60–7.
- [9] Syahputra R. Estimasi Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik. *Semesta Tek*. 2015;17(2):106–15.
- [10] Seftiani YM, Novizon N, Ari Fitra A. Deteksi Gangguan Saluran Transmisi Menggunakan Metode Gelombang Berjalan dan Transformasi Wavelet Diskrit. *Elektron J Ilm*. 2023;15(November):43–50.
- [11] JURNALIS. SUTT 150 kV Kasongan – Kuala Kurun Beroperasi, PLN Hemat Rp5 Miliar Lebih per Bulan [Internet]. 2023. Available from: <https://jurnal.co.id/2023/08/08/sutt-150-kv-kasongan-kuala-kurun-beroperasi-pln-hemat-rp5-miliar-lebih-per-bulan/>
- [12] Woso R. PLN UIP Nusra Siap Percepat Pembangunan SUTT 70 kV PLTMG Flores - GI Labuan Bajo [Internet]. 2024. Available from: <https://kupang.tribunnews.com/2023/06/05/pln-uip-nusra-siap-percepat-pembangunan-sutt-70-kv-pltmg-flores-gi-labuan-bajo>
- [13] Yanti FR. Analisa Pengaruh Kontaminan Isolator Terhadap Jumlah Flashover pada Saluran Transmisi 150 kV Koto Panjang-Payakumbuh. *Pros Sains Nas dan Teknol*. 2022;12(1):559.
- [14] Kiswantono A, Permana Putra A. Analisa Perancangan Sistem Transmisi Pembangkit dengan Power150 KVA dan proteksi gangguan listrik di penyaluran 10 KVA menggunakan UPS 8 KVA pada software etap 16.0.0. *SinarFe*. 2021;565–8.
- [15] Reily M. kadata.co.id. 2019. PLN dan ESDM Investigasi Penyebab Listrik Mati Massal di Sebagian Jawa.