

Analisa Pengaruh Cuaca Dan Penempatan Trafo Pada Intensitas Terbentuknya Corona Discharge Pada Bushing Trafo

Ardiansah Ismail Saputra ^{1*}, Sujito ²
^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang

Article Info

Article history:

Received Juni 22, 2025
Revised Agustus 14, 2025
Accepted Maret 3, 2026

Keywords:

Corona Dicharge
Bushing
Transformator
Cuaca

ABSTRACT

Corona discharge adalah fenomena pelepasan muatan listrik yang terjadi ketika medan listrik pada suatu konduktor melebihi kekuatan dielektrik udara di sekitarnya. Fenomena ini banyak terjadi pada sistem tegangan tinggi dan umumnya muncul pada bagian bushing trafo. Selama pelaksanaan magang di PT. Indonesia Power UBP Grati, penulis mengamati bahwa kondisi cuaca dan penempatan fisik trafo memengaruhi intensitas terbentuknya corona discharge. Dengan metode observasi langsung, dokumentasi lapangan, serta kajian literatur, ditemukan bahwa kelembaban tinggi, hujan ringan, dan paparan langsung terhadap lingkungan terbuka cenderung meningkatkan risiko terjadinya corona. Penempatan trafo yang tidak terlindung juga mempercepat degradasi isolasi pada bushing. Oleh karena itu, mitigasi perlu dilakukan melalui pemilihan lokasi penempatan yang tepat serta pemeliharaan rutin.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Ardiansah Ismail Saputra,
Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No 5, Kec. Sumbersari, Kota Malang, Indonesia
Email: ardiansah.ismail.2205366@students.um.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sistem irigasi memegang peranan penting dalam mendukung produktivitas pertanian, khususnya pada budidaya padi yang menjadi komoditas strategis dalam ketahanan pangan nasional. Produksi padi nasional berkontribusi signifikan terhadap stabilitas pangan Indonesia dan menjadi indikator penting dalam sektor agribisnis [1]. Selain itu, padi sebagai bahan pangan pokok memiliki peran sentral dalam sistem pangan nasional maupun global [2]. Oleh karena itu, pengelolaan air yang efisien dan berkelanjutan menjadi faktor krusial dalam menjaga kualitas pertumbuhan tanaman serta stabilitas hasil panen.

Namun demikian, sistem irigasi konvensional yang masih banyak diterapkan di lahan persawahan menghadapi berbagai keterbatasan. Evaluasi terhadap sistem irigasi konvensional menunjukkan bahwa pengelolaan air yang dilakukan secara manual cenderung kurang terukur dan berpotensi menyebabkan distribusi air yang tidak merata [3]. Kondisi ini dapat meningkatkan pemborosan air, menambah biaya operasional, serta menurunkan efisiensi produksi akibat ketidaktepatan waktu dan volume pengairan. Ketergantungan pada tenaga kerja manual juga menjadi kendala tersendiri, terutama pada lahan dengan akses sumber air yang terbatas.

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) menawarkan solusi dalam bentuk sistem irigasi otomatis yang mampu melakukan pengendalian berbasis sensor secara adaptif. Beberapa penelitian telah mengembangkan prototipe gerbang irigasi otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler [4], serta sistem pengendalian irigasi berbasis Arduino untuk otomatisasi pengairan [7]. Penggunaan sensor kelembapan tanah berbasis IoT juga telah diterapkan pada sistem irigasi tetes [6], sementara integrasi Real Time Clock (RTC) dengan panel surya telah digunakan dalam sistem irigasi otomatis untuk meningkatkan efisiensi operasional [5], [12]. Selain itu, pengembangan perangkat pertanian berbasis IoT dan energi surya juga telah diterapkan

pada sistem pakan ikan otomatis [11] serta sistem pengendalian hama berbasis IoT [16], yang menunjukkan potensi integrasi teknologi digital dan energi terbarukan dalam sektor agrikultur.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan pada aspek integrasi sistem secara menyeluruh, khususnya dalam menggabungkan pemantauan real-time berbasis cloud, pengendalian adaptif multi-sensor, serta catu daya mandiri berbasis energi surya dalam satu arsitektur yang teruji langsung pada lahan persawahan. Penelitian terkait sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino [8], alat penyiraman tanaman padi [10], maupun kontrol fertigasi berbasis IoT [13] umumnya masih berfokus pada satu aspek tertentu, seperti otomasi lokal atau monitoring terbatas, tanpa evaluasi komprehensif terhadap integrasi sistem dan kemandirian energi.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem irigasi otomatis berbasis IoT dengan dukungan energi surya yang mampu memantau kelembapan tanah, suhu, dan ketinggian air secara real-time melalui platform monitoring berbasis internet. Sistem yang dikembangkan dirancang sebagai solusi terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, serta mendukung praktik smart agriculture yang berkelanjutan melalui pendekatan teknologi digital dan energi terbarukan.

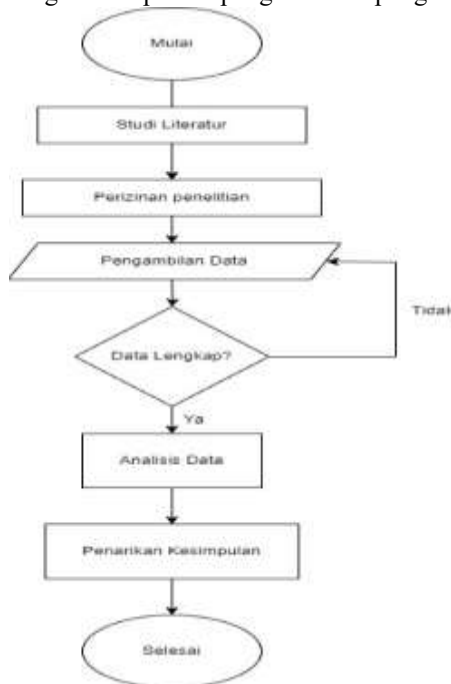
2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan observasional untuk menganalisis pengaruh kondisi cuaca dan penempatan transformator terhadap intensitas corona discharge pada bushing. Objek penelitian adalah transformator GT 1.2–1.3 dan ST 3.0 yang berada di lingkungan operasional PT. Indonesia Power UBP Grati.

Data intensitas corona discharge diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan alat deteksi corona (sebutkan alat: ultrasonic detector / UV camera / partial discharge detector) pada periode pengamatan tertentu. Parameter yang dicatat meliputi nilai intensitas corona (dalam satuan dB atau pC), suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban relatif (%RH), dan kondisi cuaca (cerah, lembab, hujan).

Pengambilan data dilakukan pada berbagai kondisi cuaca untuk mengidentifikasi variasi intensitas corona. Selain itu, dilakukan analisis terhadap faktor lokasi penempatan transformator, khususnya jarak terhadap sumber kontaminasi seperti intake compressor.

Data yang diperoleh dianalisis secara komparatif dan deskriptif untuk melihat perbedaan intensitas corona antar lokasi dan kondisi cuaca. Kajian literatur dari jurnal ilmiah dan standar teknis seperti IEEE digunakan sebagai dasar pembandingan terhadap hasil pengamatan lapangan.



Gambar 1. Diagram langkah-langkah alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

No	Nama Peralatan	Count Rate Max		
		Phasa		
		R	S	T
1	GT 1.2-1.3	7555	6211	8977
2	TRAFO ST 3.0	566	3400	288

Tabel 1. Data Corona Discharge Trafo GT 1.2-1.3

Dari data corona discharge diatas diambil menggunakan CoroCam menunjukkan perbedaan antara trafo GT 1.2-1.3 dengan trafo ST 3.0. Perbedaan yang sangat besar ini menunjukkan bahwa trafo GT 1.2-1.3 terindikasi terkena corona discharge sedangkan trafo ST 3.0 tidak terindikasi terkena corona discharge. Count Rate Max dari GT 1.2-1.3 telah melewati batas ambang yang telah ditentukan dan termasuk kedalam kategori berbahaya.



Gambar 2. Trafo GT 1.2-1.3



Gambar 3. Trafo ST. 3.0

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa panjang cahaya dari total string dari GT 1.2-1.3 telah melewati batas ambang yang telah ditetapkan dan masuk dalam kategori sangat berbahaya. Pada GT 1.2-1.3 berada pada lokasi yang berdekatan dengan intake compressor hal tersebut menyebabkan transformator terpapar oleh polutan dari lingkungan akibat aliran udara yang lebih tinggi karena adanya intake compressor.

Hasil pengukuran menggunakan CoroCam menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara trafo GT 1.2-1.3 dan ST 3.0. Nilai Count Rate Max pada trafo GT 1.2-1.3 tercatat sebesar 7555 (fasa R), 6211 (fasa S), dan 8977 (fasa T), dengan rata-rata sebesar 7581. Sementara itu, trafo ST 3.0 menunjukkan nilai yang lebih rendah yaitu 566 (fasa R), 3400 (fasa S), dan 288 (fasa T), dengan rata-rata sebesar 1418.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa intensitas corona discharge pada trafo GT 1.2-1.3 sekitar 5 kali lebih tinggi dibandingkan trafo ST 3.0. Nilai tertinggi terjadi pada fasa T trafo GT 1.2-1.3 sebesar 8977, yang mengindikasikan adanya aktivitas partial discharge yang signifikan.

Perbedaan ini diduga kuat dipengaruhi oleh faktor lokasi penempatan transformator. Trafo GT 1.2-1.3 berada dekat dengan intake compressor, yang berpotensi menghasilkan aliran udara dengan partikel kontaminan dan kelembapan tinggi. Akumulasi kontaminan pada permukaan bushing dapat menyebabkan distribusi medan listrik menjadi tidak merata, sehingga meningkatkan konsentrasi medan listrik lokal. Ketika kuat medan listrik lokal melebihi kekuatan tembus udara, maka terjadi ionisasi udara yang memicu corona discharge.

Sebaliknya, trafo ST 3.0 yang tidak berdekatan dengan sumber polutan menunjukkan intensitas corona yang jauh lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan eksternal memiliki kontribusi terhadap pembentukan corona discharge.

Selain faktor lokasi, kondisi cuaca juga berpengaruh terhadap intensitas corona. Pada kondisi hujan, nilai corona cenderung menurun karena air hujan membersihkan permukaan bushing dari debu dan partikel kontaminan. Pembersihan ini meningkatkan resistansi permukaan isolasi dan menaikkan tegangan tembus udara. Sebaliknya, pada kondisi kelembapan tinggi tanpa hujan, akumulasi uap air dan kontaminan dapat

meningkatkan konduktivitas permukaan, sehingga mempermudah terjadinya ionisasi udara dan meningkatkan intensitas corona discharge.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penempatan transformator dan kondisi cuaca memiliki pengaruh signifikan terhadap intensitas terbentuknya corona discharge pada bushing transformator.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan CoroCam, intensitas corona discharge pada trafo GT 1.2–1.3 memiliki nilai rata-rata sebesar 7581, sedangkan pada trafo ST 3.0 sebesar 1418. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas corona discharge pada GT 1.2–1.3 sekitar 5 kali lebih tinggi dibandingkan ST 3.0. Nilai tertinggi tercatat pada fasa T trafo GT 1.2–1.3 sebesar 8977, yang mengindikasikan adanya aktivitas partial discharge yang signifikan. Perbedaan intensitas tersebut dipengaruhi oleh faktor lokasi penempatan transformator. Trafo GT 1.2–1.3 yang berada dekat dengan intake compressor cenderung lebih terpapar partikel kontaminan dan kelembapan, sehingga menyebabkan distribusi medan listrik pada permukaan bushing menjadi tidak merata dan meningkatkan kemungkinan terjadinya ionisasi udara. Selain itu, kondisi cuaca juga berpengaruh terhadap pembentukan corona discharge. Pada kondisi hujan, intensitas corona cenderung menurun akibat proses pembersihan alami permukaan isolator, sedangkan pada kondisi kelembapan tinggi tanpa hujan intensitas corona meningkat akibat meningkatnya konduktivitas permukaan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa faktor cuaca dan penempatan transformator memiliki pengaruh signifikan terhadap intensitas terbentuknya corona discharge pada bushing transformator. Oleh karena itu, strategi penempatan transformator dan pemeliharaan berbasis kondisi lingkungan perlu diterapkan untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu penelitian kami, sampai selesai serta sampai pembuatan artikel ini selesai

REFERENCES

- [1] xin wang, "PARTIAL DISCHARGE BEHAVIOURS AND BREAKDOWN MECHANISMS OF ESTER TRANSFORMER LIQUIDS UNDER AC STRESS," *ProQuest*, 2011.
- [2] E. S. Nasution, F. I. Pasaribu, and M. Arfianda, "RELE DIFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR DAYA PADA GARDU INDUK".
- [3] syarif hidayat, iw garniwa Mulyana, christiono, samsurixal, and miftahul fikri, "PENGEMBANGAN RANCANG BANGUN PENDETEKSI GEJALA KORONA PADA KUBIKEL TEGANGAN MENENGAH (TM) 20 KV BERBASIS SPEKTRUM SUARA," *Inst. Teknol. PLN*, Apr. 2022.
- [4] D. Ajiatmo, "TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK," *EUREKA MEDIA AKSARA*, 2023.
- [5] P. Harahap, M. Adam, and A. Prabowo, "Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap 12.6.0," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [6] D. Aribowo, R. Wiryadinata, and D. A. Yh, "Care and Maintenance System Generator Transformer 20KV-150KV," vol. 8, no. 1, 2014.
- [7] A. Chumaidy, "Analisis Kegagalan Minyak Isolasi Pada Transformator Daya Berbasis Kandungan Gas Terlarut," *Sainstech J. Penelit. Dan Pengkaj. Sains Dan Teknol.*, vol. 22, no. 1, Jun. 2020, doi: 10.37277/stch.v22i1.577.
- [8] M. S. Anindyantoro, "PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA 2017".
- [9] M. H. Indra, Yanolanda Suzantry Handayani, and I. Priyadi, "Pengujian Tahanan Isolasi Pada Transformator Distribusi 160 kVA Di PT. PLN (PERSERO) UP3 Bengkulu," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. ELEKTRO DAN Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 8–15, Nov. 2022, doi: 10.33369/jamplifier.v12i2.25274.
- [10] S. Suganda and A. Muis, "Analisa Kualitas Tahanan Isolasi Transformator Daya," *SINUSOIDA*, vol. 23, no. 2, pp. 1–10, Dec. 2021, doi: 10.37277/s.v23i2.1114.
- [11] M. F. Robbani, D. Nugroho, and G. Gunawan, "Penentuan Kelayakan Tahanan Isolasi Pada Transformator 60 MVA Di Gardu Induk 150 kV Tegal Dengan Menggunakan Indeks Polarisasi, Tangen Delta, Dan Breakdown Voltage," *Elektrika*, vol. 12, no. 2, p. 60, Dec. 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i2.2721.
- [12] B. Badaruddin and R. M. Hutabarat, "PENILAIAN KONDISI TRANSFORMATOR DAYA PADA PT.X," *SINERGI*, vol. 20, no. 3, p. 175, Oct. 2016, doi: 10.22441/sinergi.2016.3.002.
- [13] S. Purnama, "Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya".

- [14] N. Kurniasih and P. Sari, "Analisis Pengaruh Akibat Koro Na Terhadap Rugi Rugi Daya Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV," *J. Tek. Elektro*, vol. 3, Mar. 2014.
- [15] Sulistiyanto S, IsroAfifi MJ, AlBasyi AF. Designing a Solar Power Plant Emergency Box for Rapid Disaster Response in Bucor Wetan Village. *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*. 2025 Oct 22;7(2):445-51.
- [16] Muttaqin A, Syukriyadin S, Syahrizal S, Alfisyahrin A, Helta F. Design of hybrid solar and pyco hydro power plant using water reservoir tank. *Journal Geuthee of Engineering and Energy*. 2024 May 31;3(1):22-32.
- [17] "Rudolfus Masarrang".