
**PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI KORONA SEBAGAI PROTEKSI
KUBIKEL KELUARAN 20 kV PELANGGAN TEGANGAN
MENENGAH**

**Sriyadi, Agung Pangestu, Sinka Wilyanti, Rosyid Ridlo Al Hakim dan
Devan Junesco Vresdian**
Universitas Global Jakarta

E-mail: sriyadi@jgu.ac.id, agungp@jgu.ac.id, sinka@itkj.ac.id,
rosyidridlo@student.jgu.ac.id dan devan@jgu.ac.id

Diterima:

25 April 2021

Direvisi:

1 Mei 2021

Disetujui:

14 Mei 2021

Abstrak

Keandalan jaringan tenaga listrik merupakan tuntutan masyarakat modern saat ini. Berbagai program peningkatan keandalan terus dilakukan antara lain dengan inspeksi dan pemeliharaan gardu distribusi. Inspeksi dilaksanakan secara periodik untuk mengetahui kondisi peralatan berfungsi dengan baik. Namun demikian masih terdapat gangguan yang disebabkan oleh korona pada kubikel 20 kV. Dampaknya yaitu terhentinya pasokan listrik ke pelanggan dan berpotensi menimbulkan kerusakan kubikel itu sendiri. Penelitian ini terkait dengan perancangan prototipe alat pendeteksi korona sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV. Tujuan penelitian adalah menghasilkan sebuah prototipe alat pendeteksi korona sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah serta mengetahui pengaruh suhu dan kelembapan terhadap jumlah O_3 yang dihasilkan, agar dapat diimplementasikan sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah. Metode yang dilakukan meliputi analisa kebutuhan, perencanaan desain, perakitan dan pengujian sistem. Prototipe alat berfungsi untuk mengukur konsentrasi ozon (O_3), suhu dan kelembapan pada kubikel. Parameter uji meliputi pengaruh kelembapan dan besar tegangan terhadap pembentukan konsentrasi O_3 . Uji pengaruh kelembapan menghasilkan tingkat kelembapan 99% RH jumlah O_3 sebesar 241,0 ppb, kelembapan 95% RH jumlah O_3 sebesar 106,2 ppb dan 90% RH jumlah O_3 sebesar 78,55 ppb. Uji pengaruh tegangan menghasilkan nilai tegangan 14 V jumlah O_3 sebesar 225,36 ppb dan tegangan 12 V jumlah O_3 sebesar 106,63 ppb. Prototipe alat pendeteksi korona dapat diimplementasikan sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah.

Kata kunci: Kelembapan; Korona; Kubikel; Prototipe; Ozon

Abstract

The reliability of the Electric Power Grid is the demand of modern society today. Various reliability improvement programs continue to be carried out, among others, by inspection and maintenance of distribution substations. Inspections are carried out periodically to determine the condition of the equipment is functioning properly. However, there are still disturbances caused by corona in cubicles of 20 kV. The impact is the cessation of electricity supply to customers and the potential to

cause damage to the cubicle itself. This research is related to the design of a prototype corona detection tool as a cubicle protection output of 20 kV. The purpose of the study was to produce a prototype corona detection tool as cubicle protection output 20 kV medium voltage customers and know the influence of temperature and humidity on the amount of O₃ produced, in order to be implemented as cubicle protection output 20 kV medium voltage customers. Methods include needs analysis, design planning, assembly, and system testing. Prototype tool serves to measure ozone concentration (O₃), temperature and humidity in cubicles. Test parameters include the influence of humidity and large voltage on the formation of O₃ concentrations. Moisture influence test produces a humidity level of 99% RH O₃ amount of 241.0 ppb, humidity of 95% RH the number of O₃ is 106.2 ppb, and 90% RH the amount of O₃ is 78.55 ppb. The voltage influence test produced a voltage value of 14 V the amount of O₃ of 225.36 ppb, and a voltage of 12 V the amount of O₃ of 106.63 ppb. Corona detection device prototype can be implemented as cubicle protection of 20 kV output of medium voltage customers.

Keywords: Humidity; Corona; Cubicle; Prototype; Ozone

PENDAHULUAN

Kubikel merupakan perangkat tegangan menengah 20 kV yang terdapat pada gardu distribusi (Pasra, Makulau, & Abriyanto, 2018). Kubikel ini mempunyai fungsi utama sebagai media penghubung dan pemutus yang menggunakan gas SF₆ sebagai media peredam busur api (M Hariansyah & Awaluddin, 2014). Kubikel jenis *Load Break Switch* (LBS) biasanya terpasang pada gardu distribusi atau gardu hubung (Wijaya, 2019). Kubikel jenis *Circuit Breaker* (CB) biasa dipasang pada gardu distribusi arah ke pelanggan. Kubikel jenis CB memiliki sistem pengaman dan dilengkapi dengan *relay* proteksi (Syahputra, Robandi, Ashari, & Tofan, 2013).

Pemeliharaan instalasi gardu distribusi dilakukan untuk menunjang keandalan pasokan listrik dengan metode preventif dan korektif (Esmaeeli, Kazemi, Shayanfar, & Haghifam, 2015). Inspeksi gardu dilakukan secara periodik setiap 3 bulan sekali untuk mengetahui kondisi peralatan yang ada di gardu, mencatat dan memberikan rekomendasi perbaikan jika ditemukan terdapat tanda-tanda gangguan pada kubikel (Madhona & Siwu, 2018). Pemeliharaan peralatan yang ada di gardu dilakukan dengan pembersihan, penggantian komponen dan pengujian sesuai fungsi peralatan seperti pengujian tahanan isolasi, tahanan kontak dan sebagainya (Kim, Kim, Kim, & Kim, 2020)

Meskipun program pemeliharaan telah dilakukan, namun masih terdapat gangguan yang disebabkan oleh korona (Sugihamretha, 2020). Korona ditandai dengan timbulnya cahaya yang berwarna violet muda di sekitar permukaan kawat penghantar yang disertai dengan suara mendesis dan berbau ozon (Syahbana, 2019). Korona biasa terjadi pada gardu yang mempunyai kelembapan tinggi (Rahmono, 2019). Jika fenomena korona tidak segera diidentifikasi maka berdampak pada terhentinya pasokan listrik ke pelanggan dalam skala yang lebih luas. Selain itu dampak yang terjadi adalah kerusakan terhadap peralatan kubikel itu sendiri (Primanto & Sasmoko, 2014).

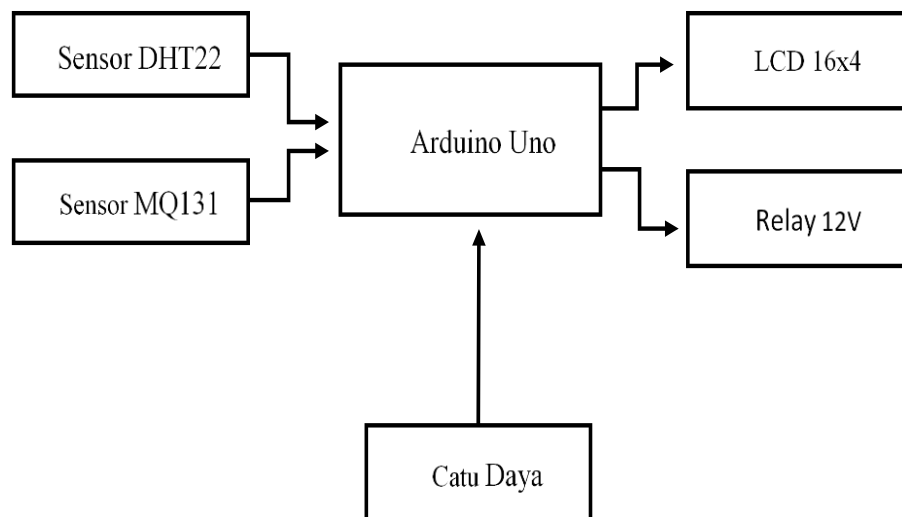
Berdasarkan latar belakang tersebut maka sangat perlu adanya alat yang bisa mendeteksi korona yang dipergunakan sebagai proteksi pada kubikel tegangan menengah.

(Bosco, 2008). Tujuan penelitian adalah menghasilkan sebuah prototipe alat pendeteksi korona sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah serta mengetahui pengaruh suhu dan kelembapan terhadap jumlah O_3 yang dihasilkan, agar dapat diimplementasikan sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah. Dengan implementasi alat tersebut, gangguan akibat korona dapat dideteksi dan dilokalisasi sehingga tidak menyebabkan terhentinya pasokan listrik pada skala yang luas dan kerusakan kubikel akibat korona dapat dicegah. Perancangan prototipe alat pendeteksi korona menggunakan sensor ozon (O_3) yang dipergunakan sebagai pengaman kubikel 20 kV pelanggan tegangan menengah masih belum banyak diteliti, oleh karena itu perancangan alat ini menjadi suatu kebutuhan dan diharapkan dapat dipergunakan menjawab permasalahan korona yang terjadi pada kubikel khususnya pada pelanggan tegangan menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan perancangan sistem yang terdiri atas tahapan perencanaan desain sistem, pemilihan material, pengujian sistem dan analisa data. Metode yang dilakukan meliputi analisa kebutuhan, perencanaan desain, perakitan dan pengujian sistem. Prototipe alat berfungsi untuk mengukur konsentrasi ozon (O_3), suhu dan kelembapan pada kubikel

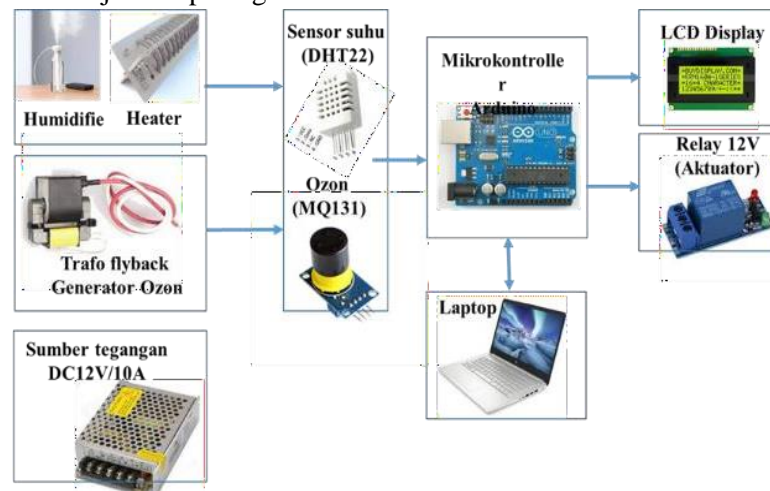
Perencanaan desain sistem meliputi perencanaan *software* dan *hardware*. Dalam perencanaan *hardware* penentuan spesifikasi komponen menjadi hal yang penting untuk diperhatikan yang meliputi sensor-sensor, mikrokontroller dan aktuator yang sesuai (Saptadi, 2014). Blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Komponen *input* terdiri dari 2 buah sensor yaitu sensor DHT22 yang digunakan sebagai sensor suhu (Cobantoro, Setyawan, & Wibowo, 2019), kelembapan dan sensor MQ131 yang merupakan sensor gas untuk mendeteksi O_3 . Modul kontroller menggunakan mikrokontroller Arduino-Uno AT328P dengan *software* IDE 1.8.13. Besaran *input* berupa suhu, kelembapan dan nilai O_3 yang akan dibaca dan ditampilkan pada LCD 4X16. Komponen *output* terdiri dari *relay* 12 DC berfungsi sebagai aktuator dan *interface*

yang dipergunakan sebagai kontak bantu *tripping coil* pada kubikel 20 kV. Perencanaan desain sistem ditunjukkan pada gambar 2.

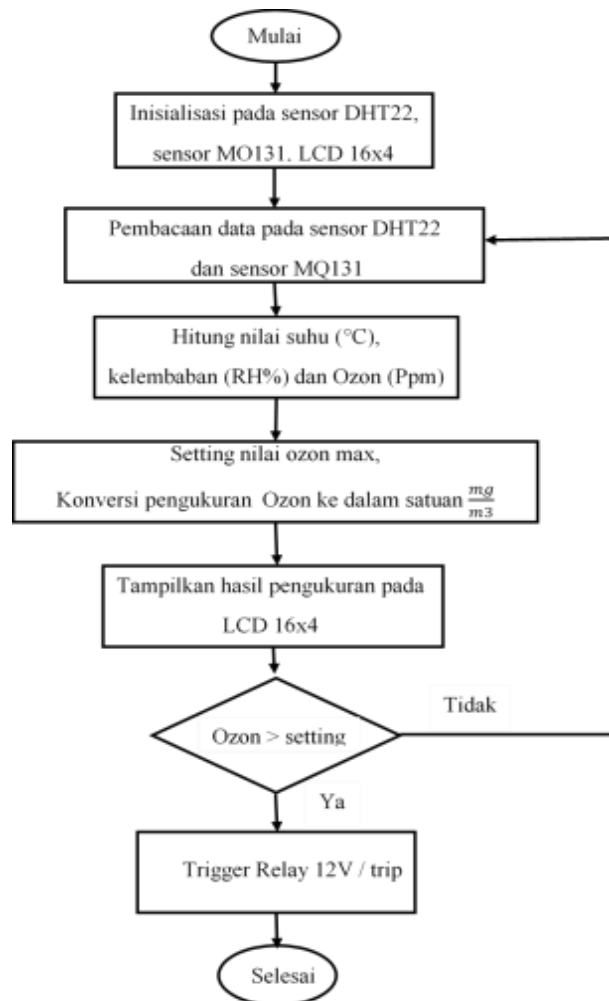


Gambar 2. Perencanaan desain sistem

Pemilihan material untuk menentukan spesifikasi material yang digunakan pada sistem. Material yang dipilih dalam penelitian ini adalah sensor DHT22, sensor ozon MQ131, modul controller Arduino-Uno, *power supply* (catu daya) eksternal 12 V-DC (*non USB*) dengan konektor plug ukuran 2,1 mm polaritas positif di tengah ke *jack power* di board Arduino-Uno dan generator ozon O_3 (modul *Zero Voltage Switching (ZVS)* dan *Trafo Flyback*). Modul ZVS dapat diterapkan untuk *generate* tegangan tinggi dengan keluaran arus relatif yang rendah (Muthi'ah, Rahardjo, Husnayain, & Hudaya, 2020).

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem yang telah dibuat untuk mengetahui apakah prototipe alat pendeteksi korona sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV berhasil bekerja dengan baik sebelum diimplementasikan. Sebelum dilakukan pengujian sistem maka perlu dilakukan pengujian masing-masing fungsi secara individual. Pengujian *hardware* meliputi pengujian fungsi generator ozon. Fungsi sensor dan catu daya. Pengujian *software* meliputi pengujian fungsi pemrograman pada Arduino-Uno. Setelah dilakukan pengujian secara individual selanjutnya dilakukan pengujian secara sistem yaitu pengujian *hardware* dan *software*. Uji pengaruh tegangan terdiri atas uji tegangan input generator O_3 di-set bertahap pada tegangan 12 V, 14 V, kelembapan 95%, suhu 25°C (tetap). Generator O_3 dinyalakan selama 30 detik, *monitor* pengukuran O_3 pada *serial port*, kemudian diakhiri dengan evaluasi data. Uji selanjutnya berupa uji pengaruh kelembapan. Kelembapan diatur bertahap pada 90%, 95%, dan 99%. Tegangan di-set pada 14 V. Generator O_3 dinyalakan selama 30 detik, *monitor* pengukuran O_3 pada *serial port*, kemudian diakhiri dengan evaluasi data.

Pengujian perangkat lunak dilakukan pada *software* Arduino IDE 1.8.13. Tujuannya untuk mengetahui apakah terjadi error dari program yang telah ditulis saat dikompilasi. Tahapan pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tahapan pengujian sistem

Tahap pengambilan data prototipe alat pendeteksi korona sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV diambil melalui pengukuran tegangan, suhu, kelembapan dan O_3 . Data diambil dari beberapa pengujian pengukuran dengan variasi tegangan, suhu dan kelembapan yang berbeda. Pengambilan data meliputi parameter tegangan *input* konstan suhu dan kelembapan bisa diatur (*adjustable*). Tujuan dari pengukuran ini untuk mengetahui pengaruh tegangan suhu dan kelembapan terhadap produksi O_3 . Langkah pertama yaitu mengatur sumber tegangan input 12 V, selanjutnya suhu diatur pada 25°C dan kelembapan 95% RH (kode *12V_25°C_95%RH*). Proses tersebut diulang kembali dengan merubah suhu 33°C dan kelembapan 90% RH (kode *12V_33°C_90%RH*).

Parameter berikutnya adalah parameter tegangan *input* yang bisa diatur (*adjustable*) suhu dan kelembapan konstan. Tujuan dari pengukuran ini untuk mengetahui pengaruh tegangan input terhadap produksi ozon. Langkah pertama yaitu mengatur sumber tegangan input konstan pada 12 V suhu dibuat konstan pada 25°C, kelembapan 95% RH, dilanjutkan pengukuran suhu 28°C kelembapan 99,9% RH. Selanjutnya tegangan dibuat konstan 14 V suhu 25°C kelembapan 95% RH, dilanjutkan suhu 28°C kelembapan 99,9% RH.

Pengujian fungsi proteksi merupakan tahapan analisa data terakhir, dengan memasukkan nilai *setting* O_3 pada 377 ppb, 797 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nilai *setting* ini diambil berdasarkan pendekatan menurut *ISPU*). Generator O_3 dinyalakan selama 30 detik. Data

pengukuran bisa di-monitor melalui *serial port*. Setelah pengukuran lebih besar sama dengan (\geq) nilai *setting*, maka *digital output* aktif “1” dan memerintahkan *relay* aktuator 12 V bekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran ozon dengan tegangan konstan 14 V dilakukan untuk melihat nilai produksi ozon berdasarkan pemberian tegangan *input* yang konstan dengan waktu yang terus meningkat. Secara lebih rinci, hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran ozon tegangan konstan 14 V

No.	Waktu (menit)	Ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ozon (ppb)	Suhu (celcius)	Kelembapan (% RH)	Tegangan <i>input</i> (Volt)
1	Ke-1	188,46	89,17	25,4	95,7	14,2
2	Ke-5	189,15	89,49	25,4	95,7	14,2
3	Ke-10	224,72	106,33	25,4	95,7	14,2
4	Ke-15	237,48	112,36	25,4	95,7	14,2
5	Ke-20	244,73	115,80	25,4	95,7	14,2
6	Ke-25	249,23	117,92	25,4	95,7	14,2
7	Ke-30	250,42	118,49	25,4	95,7	14,2
8	Ke-35	250,38	118,46	25,4	95,7	14,2
9	Ke-40	248,68	117,66	25,4	95,7	14,2
10	Ke-45	246,85	116,80	25,4	95,7	14,2
11	Ke-50	243,90	115,40	25,4	95,7	14,2
12	Ke-55	240,65	113,86	25,4	95,7	14,2
13	Ke-60	239,44	113,29	25,4	95,7	14,2

Sumber: data diolah.

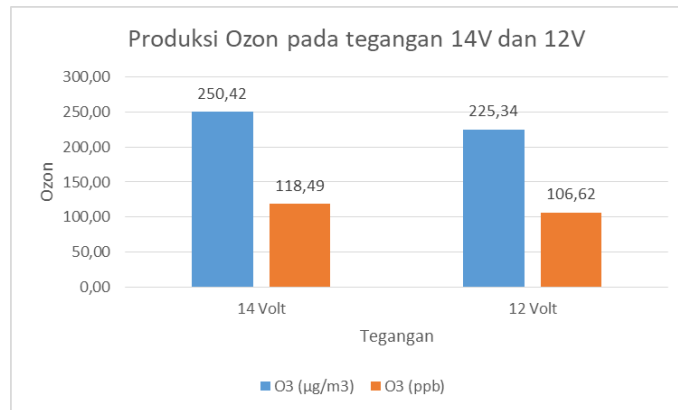
Berdasarkan tabel 1, ozon tertinggi dihasilkan pada menit ke-30 sebesar 250,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 118,49 ppb. Sempat mengalami kenaikan dari menit ke-1 hingga menit ke-30. Setelah itu pengukuran ozon berangsur turun kembali seiring dengan berjalannya waktu. Kemudian pengukuran ozon dilanjutkan dengan pemberian nilai tegangan *input* sebesar 12 V, hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran ozon tegangan konstan 12 V

No.	Waktu (menit)	Ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ozon (ppb)	Suhu (celcius)	Kelembapan (% RH)	Tegangan <i>input</i> (Volt)
1	Ke-1	178,04	84,24	25,6	95,1	12,2
2	Ke-5	177,32	83,90	25,6	95,1	12,2
3	Ke-10	191,52	90,62	25,6	95,1	12,2
4	Ke-15	207,05	97,97	25,6	95,1	12,2
5	Ke-20	216,17	102,28	25,6	95,1	12,2
6	Ke-25	221,80	104,94	25,6	95,1	12,2
7	Ke-30	225,34	106,62	25,6	95,1	12,2
8	Ke-35	209,58	99,12	25,6	95,1	12,2
9	Ke-40	207,13	97,97	25,6	95,1	12,2
10	Ke-45	205,35	97,16	25,6	95,1	12,2
11	Ke-50	202,86	96,00	25,6	95,1	12,2
12	Ke-55	200,94	95,09	25,6	95,1	12,2
13	Ke-60	191,68	90,98	25,6	95,1	12,2

Sumber: data diolah.

Berdasarkan tabel 2, pengukuran O_3 dengan tegangan *input* 12 V suhu 25°C kelembapan 95% RH produksi O_3 yang dihasilkan adalah 225,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 106,62 ppb. Perbandingan hasil produksi O_3 antara pemberian tegangan *input* 12 V dan 14 V dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan hasil produksi ozon O_3 antara pemberian tegangan *input* 12 V dan 14 V

Berdasarkan gambar 4, grafik menunjukkan perbandingan O_3 pada suhu dan kelembapan tetap 25°C, 95% RH, pada tegangan *input* 12 V diperoleh hasil pengukuran O_3 sebagai berikut: 106,62 ppb, 225,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada tegangan *input* 14 V diperoleh hasil pengukuran O_3 sebagai berikut: 118,49 ppb, 250,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pengukuran dilanjutkan dengan pengukuran O_3 dengan kelembapan konstan. Pengukuran ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kelembapan terhadap O_3 yang dihasilkan. Kelembapan pada ruang generator O_3 diatur berturut-turut pada kelembapan 90,95 dan 99 (% RH). Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 3.

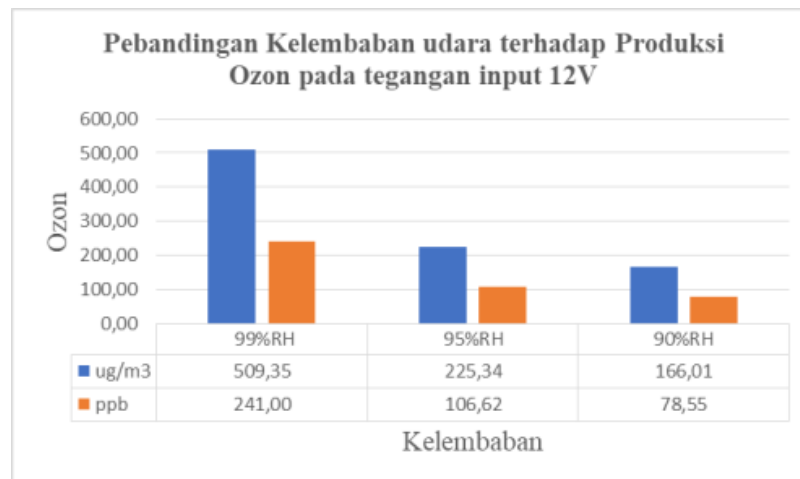
Tabel 3. Hasil pengukuran ozon berdasarkan kelembapan udara 90, 95, 99 (% RH)

No.	Waktu (menit)	Ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ozon (ppb)	Suhu (celcius)	Kelembaban (% RH)	Tegangan <i>input</i> (Volt)
1	Ke-5	234,19	110,81	28,3	99,9	12,2
2	Ke-15	409,87	193,93	28,3	99,9	12,2
3	Ke-25	496,38	234,86	28,3	99,9	12,2
4	Ke-35	509,35	241,00	28,3	99,9	12,2
5	Ke-1	178,04	84,24	25,6	95,1	12,2
6	Ke-10	191,52	90,62	25,6	95,1	12,2
7	Ke-20	2016,17	102,28	25,6	95,1	12,2
8	Ke-30	225,34	106,62	25,6	95,1	12,2
9	Ke-5	148,37	70,20	33	90	12,2
10	Ke-15	161,45	76,39	33	90	12,2
11	Ke-20	166,01	78,55	33	90	12,2

Sumber: data diolah.

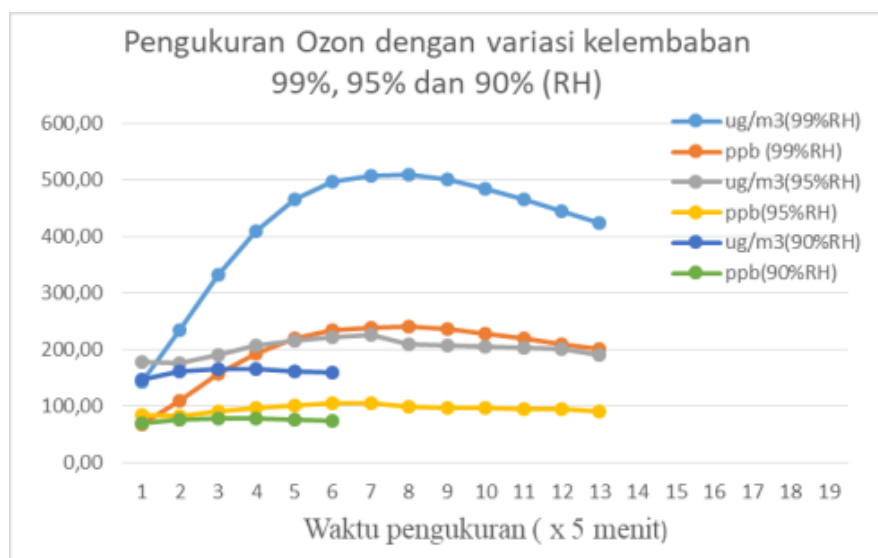
Berdasarkan tabel 3, hasil pengukuran dari berbagai variasi kelembapan udara adalah sebagai berikut: 1) kelembapan 99% RH : 509,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 241,00 ppb; 2) kelembapan 95% RH : 225,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 106,62 ppb; 3) kelembapan 90% RH : 166,01

$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 78,55 ppb. Perbandingan kelembaban udara terhadap produksi O_3 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan kelembaban udara terhadap produksi O_3

Data hasil pengukuran berdasarkan gambar 5 menunjukkan bahwa kelembaban 99% RH, tingkat ozon yang dihasilkan paling besar kemudian diikuti pada kelembaban 95% RH dan 90% RH. Waktu yang tercatat untuk mencapai pengukuran dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengukuran ozon berdasarkan variasi kelembaban

Berdasarkan gambar 6, grafik pengukuran O_3 berdasarkan variasi kelembaban 99% RH, 95% RH, 90% RH tercatat waktu yang diperlukan untuk mencapai pengukuran tertinggi adalah: 1) kelembaban 99% RH pada menit ke-35; 2) kelembaban 95% RH pada menit ke-30; 3) kelembaban 90% RH pada menit ke-20.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa prototipe alat pendeteksi korona sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah dapat direalisasikan dengan menggunakan komponen sensor MQ131 sebagai sensor O₃. Pengembangan yang dapat dilakukan untuk perbaikan sistem ini adalah perancangan prototipe alat pendeteksi korona ini dapat dikembangkan menjadi mini RTU sebagai modul telemetering yang diintegrasikan dengan SCADA menggunakan protokol Modbus TCP dan perancangan prototipe alat pendeteksi korona ini dapat menambahkan LED sebagai indikator trip kubikel dan komunikasi menggunakan internet of things (IoT). Uji pengaruh kelembapan menghasilkan tingkat kelembapan 99% RH jumlah O₃ sebesar 241,0 ppb, kelembapan 95% RH jumlah O₃ sebesar 106,2 ppb, dan 90% RH jumlah O₃ sebesar 78,55 ppb. Uji pengaruh tegangan menghasilkan nilai tegangan 14 V jumlah O₃ sebesar 225,36 ppb, dan tegangan 12 V jumlah O₃ sebesar 106,63 ppb. Prototipe alat pendeteksi korona dapat diimplementasikan sebagai proteksi kubikel keluaran 20 kV pelanggan tegangan menengah.

BIBLIOGRAPHY

- Bosco, Don. (2008). Analisis dan simulasi tegangan awal terbentuknya korona pada model kubikel. Universitas Indonesia.
- Cobantoro, Adi Fajaryanto, Setyawan, Mohammad Bhanu, & Wibowo, Miftahudin Agung Budi. (2019). Otomasi Greenhouse Berbasis Mikrokomputer RASPBERRY PI. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 13(2), 115–124.
- Esmaeeli, M., Kazemi, A., Shayanfar, H. A., & Haghifam, M. R. (2015). Multistage distribution substations planning considering reliability and growth of energy demand. *Energy*, 84, 357–364. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.002>
- Kim, Kyung Chun, Kim, Doo Hyun, Kim, Sung Chul, & Kim, Jae Ho. (2020). Analysis of Thermal Characteristics and Insulation Resistance Based on the Installation Year and Accelerated Test by Electrical Socket Outlets. *Safety and Health at Work*, 11(4), 405–417. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.06.004>
- M Hariansyah, M. T., & Awaluddin, Jaenal. (2014). Aplikasi Penggunaan Kubikel 20 kV pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Binary Cycle Dieng. *JUTEKS*, 1(1), 38–44.
- Madhona, Yenny Frisca, & Siwu, Rahmad. (2018). Penerapan dan Inspeksi Peralatan Proteksi Kebakaran Aktif PT. Multimas Nabati Asahan Serang. *Jurnal Migasian*, 1(1), 30–35.
- Muthi'ah, Anisah, Rahardjo, Amien, Husnayain, Faiz, & Hudaya, Chairul. (2020). Design of Mazzilli's Zero Voltage Switching (ZVS) Circuit as Plasma Glow Discharge Generator. *ELKHA*, 12(2), 112. <https://doi.org/10.26418/elkha.v12i2.41769>
- Pasra, Nurmiati, Makulau, Andi, & Abriyanto, Muhammad Oka. (2018). Analisa Efek Korona Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV Pada Gardu Beton. *Jurnal Ilmiah SUTET*, 8(2), 103–113.
- Primanto, Meira Dwi, & Sasmoko, Priyo. (2014). Dummy CB sebagai Alat Simulator Kubikel untuk Pemeliharaan Preventif dan Korektif Guna Mengurangi Frekuensi Padam Penyulang 20 Kv (Aplikasi pada Sistem Scada 20 Kv Pt. PLN (Persero) APDJateng & DIY). *Gema Teknologi*, 18(1), 21–26.
- Rahmono, Bayu Cipto. (2019). Studi Perhitungan Tegangan Back Flashover di Terminal Isolator pada Sutet 275 kV Bengkayang-Mambong Akibat Sambaran

- PetirLangsung. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Saptadi, Arief Hendra. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika*, 6(2), 49. <https://doi.org/10.20895/infotel.v6i2.16>
- Sugihamretha, I. Dewa Gde. (2020). Respon Kebijakan: Mitigasi Dampak Wabah Covid-19 Pada Sektor Pariwisata. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 4(2), 191–206.
- Syahbana, Rusdi. (2019). Analisa Terbentuknya Korona pada Saluran Kubicle Tegangan 20kV Serta Pengaruhnya Terhadap Rugi-Rugi Daya. *LENSA*, 2(48), 14–21.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., & Tofan, Aryanto. (2013). Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi Di Gardu Induk 150 Kv Jepara. *Jurnal Dimensi Teknik Elektro Vol, 1*(1), 37–42.
- Wijaya, Toni Kusuma. (2019). Analisa Gangguan Peralatan Proteksi (Sole Fuse) 20 Kv Pada Gardu Distribusi Tongkang Kabil PLN Batam. *SIGMA TEKNIKA*, 2(1), 32–48.



This work is licensed under [a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)