

# Rancang Alat Pengolah Limbah Cair Dan Penetralisasi Udara Dalam Ruangan Dengan Pemanfaatan Ozon Generator

Wali Pahrinal Napitupulu, R. Harahap, Zulfadli Pelawi, Yusniati

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UISU-Medan

[harahapri@yahoo.com](mailto:harahapri@yahoo.com); [yusniati@ft.uisu.ac.id](mailto:yusniati@ft.uisu.ac.id)

## Abstrak

*Perkembangan teknologi tentu memberikan perubahan yang besar dalam kehidupan manusia, mulai dari pengelolaan infrastruktur, industri makanan, industri obat semuanya sangat mudah dilakukan dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi saat ini. Namun, tanpa disadari bahwa dampak buruk juga banyak yang timbul dari kemajuan teknologi tersebut, diantaranya yang paling menonjol adalah pencemaran akibat limbah yang dihasilkan dari industri tersebut. Meskipun sebagian industri sudah menerapkan pengolahan limbah, namun pengolahan tersebut hanya berhasil beberapa persen saja bahkan sebagian dari industri industri kecil masih mengabaikan hal ini. Dampak yang terjadi dari kegagalan dalam pengolahan limbah adalah terjadinya pencemaran udara, tanah dan air. Seperti contoh kabibot pencemaran udara adalah akan muncul berbagai jenis virus yang akan mengganggu kesehatan manusia seperti yang terjadi saat ini. Kemudian pencemaran pada tanah akan menyebabkan berkurangnya kesuburan dari tanah tersebut dan yang paling fatal adalah apabila terjadi pencemaran pada air, maka semua mahluk hidup akan merasakannya. Terjadinya pencemaran pada udara dan air akibat kesalahan dalam pengolahan limbah akan menjadi faktor utama penyebab masalah pada manusia itu sendiri. Sehingga untuk meminimalisir terjadinya hal tersebut, dilakukan penelitian berlanjut dan juga upaya pembuatan alat yang dapat mengolah limbah cair dan dan udara. Dengan memanfaatkan tegangan tinggi yang kemudian ditransmisikan untuk menghasilkan petir kecil yang kemudian akan menghasilkan senyawa O<sub>3</sub> (Ozone) dan dengan kontrol plc yang akan mengatur semua kinerja dari sistem sehingga alat dapat difungsikan dengan semaksimal mungkin. Sasaran utama yaitu membunuh virus yang biasa mengendap di air yaitu virus e-coli dan juga virus di udara. Kemudian menjernihkan air dari beberapa senyawa yang sudah terlarut sehingga air tersebut dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga.*

**Kata Kunci :** *Poksigen, Tegangan, Timer, Ozone, Pengolahan Limbah*

## I. PENDAHULUAN

Saat ini manusia diresahkan dengan adanya virus yang dapat mengancam kesehatan dan juga semakin sulitnya mendapatkan air yang layak pakai. Semua itu disebabkan kelalaian dalam penanganan limbah yang semakin hari semakin menumpuk dan pada akhirnya tidak dapat terurai dengan baik. Pengolahan limbah sudah tertuang pada peraturan pemerintah republik Indonesia Nomor 18 tahun 1999 Tentang Pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Namun upaya tersebut tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya pendekatan terhadap lingkungan. Hal yang paling diperlukan adalah kesadaran setiap pribadi untuk melakukan upaya penanggulangan terhadap limbah yang sudah tercipta. Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan metode dan alat apapun selagi alat tersebut dikategorikan ramah terhadap lingkungan dan tidak memberikan efek samping terhadap sekitar.

Penulis akan merancang sebuah alat yang mampu meningkatkan kualitas air yang sebelumnya sudah terindikasi bakteri dan juga mengalami perubahan warna seperti pada kebanyakan kolam renang di Indonesia. Selain dari pada itu, alat ini juga mampu mengurangi penyebaran virus akibat udara yang terindikasi

berbagai bakteri khususnya didalam ruangan. Alat ini tidak memiliki limbah karena hanya memanfaatkan energi listrik. Kemudian alat ini juga tidak mengeluarkan suara yang kuat yang menyebabkan orang-orang tidak nyaman. Hal yang benar-benar harus diperhatikan adalah pada bagian isolasi karena alat ini memproduksi senyawa O<sub>3</sub> dengan memanfaatkan tegangan tinggi.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Ozone

Ozon adalah oksidan yang dapat diaplikasikan pada air dan udara. Beberapa aplikasi untuk pengolahan makanan juga ada yang menggunakan ozon sebagai pengendali reaksi kimia dengan tujuan tertentu. Disinfektan yang ada sekarang juga beberapa berbasis generator ozon (Facta et al. 2008). Ozon sangat disenangi masyarakat khususnya terkait dalam penggunaannya untuk mengolah makanan, karena bisa menggantikan fungsi zat aditif pada makanan serta merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia. (O'Donnell et al. 2012)

Ozon menjadi alternatif bagi industri makanan dalam perannya untuk membersihkan makanan tanpa meninggalkan residu. Pembersihan

pada makanan dengan cara pembersihan menggunakan air yang didalamnya terkandung ozon dan penyimpanan makanan yang udaranya mengandung ozon. Ozon dapat berfungsi sebagai pestisida yang mengakibatkan serangga perusak makanan mati tanpa memberikan efek negatif kepada makanan yang dikenai. Rasa dari makanan adalah menjadi hal yang sangat penting bagi konsumen makanan, sehingga ozon sebagai oksidan yang digunakan untuk pengolahan makanan menjadi sangat penting.

Ozon pertama kali ditemukan oleh Schoenbein pada tahun 1839, yang mengamati bahwa elektrolisis pada air menghasilkan gas. Pertama kali ozon digunakan secara komersial sebagai disinfektan air minum di Perancis diawal tahun 1900-an. Sekarang diestimasi ribuan air minum diproses dengan menggunakan ozon. Kata ozon sebenarnya berasal dari bahasa Yunani yakni 'ozein' yang berarti membaui. Sebenarnya arti kata ini menggambarkan permasalahan ozon pada atmosfer rendah.

Ozon berada pada lapisan stratosfer dan lapisan ini terletak sepuluh sampai lima puluh kilometer diatas permukaan bumi. Pada kehidupan sehari-hari ozon juga berfungsi menyerap seluruh radiasi ultra violet meliputi UV-A dengan panjang gelombang lebih dari 320 nanometer, UV-B dengan panjang gelombang antara 290 sampai 320 nanometer dan UV-C dengan panjang gelombang kurang dari 290 nanometer. Pada tahun 1930 ada seorang ilmuwan berkebangsaan Inggris bernama Sydney Chapman yang menjelaskan bagaimana ozon terbentuk dan rusak di atmosfer. Menurut Chapman bahwa molekul Oksigen menyerap cahaya ultraviolet dengan panjang gelombang yang pendek. Ozon melindungi bumi dari sinar ultraviolet yang tidak bisa diterima langsung oleh manusia. Namun pada faktanya terdapat fenomena penipisan lapisan ozon yang disebabkan oleh fenomena kimia karena adanya Klorin dan Bromin yang merusak Ozon dalam jumlah besar. (Gillespie 2005)

Secara alami ozon terbentuk secara fotokimia pada lapisan stratosfer, dengan listrik tegangan tinggi yang memancarkan bunga api. Kereaktifan ozon sangat dipengaruhi oleh struktur dari molekulnya. Molekul ozon terdiri dari tiga atom Oksigen yang pada valensi tiap atom Oksigen terdapat dua elektron yang tidak memiliki pasangan. Masing – masing menempati orbital 2p. Hal ini berarti selama atom Oksigen berada pada formasi, tiga atom dikombinasi seperti pada gambar berikut:

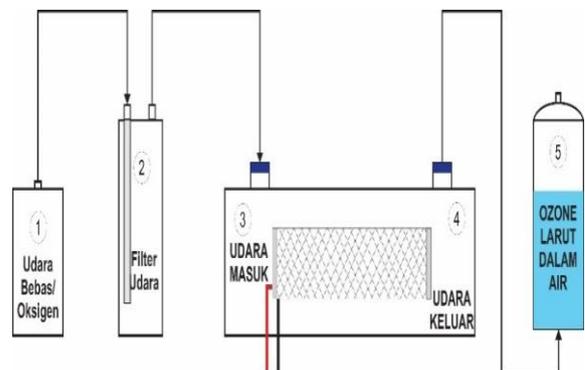
Telah diketahui bahwa ozon adalah oksigen triatomik yang terbentuk dari hasil penambahan dari sebuah Oksigen radikal terhadap molekul Oksigen (O'Donnell et al. 2012). Warna dari ozon adalah biru ketika berada pada temperatur biasa yang dihasilkan dari udara kering. Namun menjadi tidak berwarna ketika dihasilkan dari oksigen yang sangat murni.

Daya larut ozon pada air dipengaruhi oleh temperatur, daya larut ozon di air akan berkurang saat temperaturnya bertambah. Telah diketahui bahwa solubilitas ozon pada suhu 0°C adalah 0.6401 ozon/L air, sedangkan pada saat temperatur 60°C ozon tidak bisa larut dalam air. Pada temperatur ruangan ozon adalah gas yang tidak stabil. Kemurnian air mempengaruhi kestabilan ozon. Pada sisi yang lain, untuk menghasilkan ozon, molekul oksigen diatomik terlebih dahulu harus dipisah.

Ozon dapat menjadi racun, kadar racun pada ozon tergantung pada konsentrasi dan besar keberadaannya. Pada saat kandungan ozon 0,1-1.0 ppm efek yang ditimbulkan adalah sakit kepala, mimisan, iritasi mata, tenggorokan kering dan iritasi pernafasan. Namun pada saat kadar ozon 1-100ppm gejala yang ditimbulkan lebih banyak termasuk asma, kelelahan, dan kehilangan nafsu makan (O'Donnell et al. 2012).

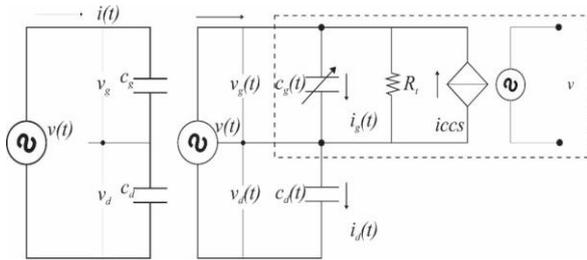
## 2.2 Ozon Generator

Berdasarkan kuatnya sebagai oksidan dan ramah lingkungan, maka ozon banyak diaplikasikan dalam berbagai hal seperti pengolahan air, pereduksi asap, kontrol bau, penghilang warna, disinfektan, terapi medis, pengolahan makanan dan lain sebagainya.



**Gambar 1. Gambaran sistem ozon generator yang telah terintegrasi**

Pada umumnya generator ozon terdiri dari sumber tegangan tinggi, elektroda dan dielektrikum yang berada dalam reaktor ozon. Pada generator ozon yang menggunakan elektroda plat paralel medan listrik yang terjadi tidak homogen. Medan listrik pada bagian tepi lebih lemah jika dibanding dengan medan listrik yang timbul pada bagian tengah elektroda. Dielectric barrier discharge merupakan piranti yang sangat efisien dalam skala industri karena efektif dan ekonomis. Dielectric barrier discharge secara umum dapat digambarkan dengan menggunakan banyak filamen atau bisa disebut dengan microdischarge. Sehingga DBD dapat dibuat rangkaian ekivalennya seperti Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian ekivalen reaktor DBD

Pada Gambar 2. Tersebut  $v(t)$  adalah tegangan rangkaian,  $i(t)$  adalah total arus listrik,  $i_d(t)$  adalah arus perpindahan pada *barrier*,  $i_g(t)$  adalah arus perpindahan pada bagian gap antar elektroda,  $i_{ccs}$  adalah arus yang melewati CCS,  $v_d(t)$  tegangan yang ada pada *dielectric barrier* dan  $v_g(t)$  adalah tegangan pada bagian gap antara dua elektroda (C. Zhang et al. 2010).

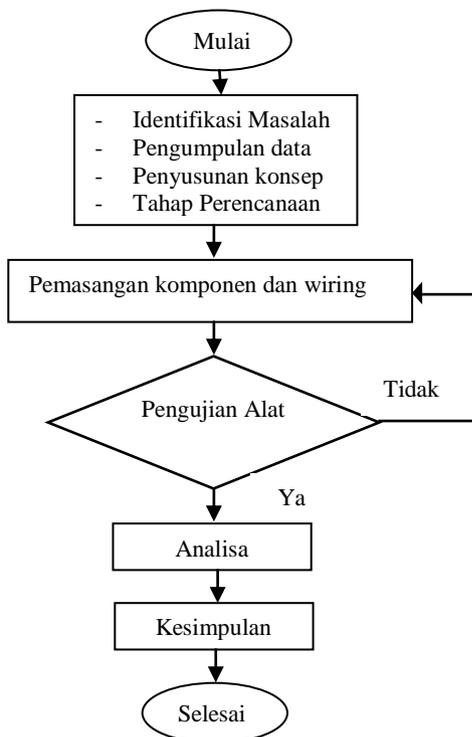
### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Waktu penelitian dilakukan selama 4 bulan dari bulan Februari – Mei 2022 pada satu kolam renang di Jl. Jamin Ginting, kompleks Royal Sumatera, Topaz No. 25

#### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Prosedur Penelitian

#### 3.3 Sumber Data

Data pada penelitian ini diperoleh dari dua sumber, yaitu:

- Sumber data primer  
Sebagian data tersebut diperoleh lewat wawancara dengan petugas yang ada pada kolam renang yang menjadi tempat penelitian, beberapa data yang diperoleh juga melalui pengalaman dilapangan sehingga diangkat sebagai pembandingan.
- Sumber data sekunder  
Pada tahap ini data diperoleh secara tidak langsung melainkan melalui media perantara, seperti jurnal yang terdapat di beberapa website.

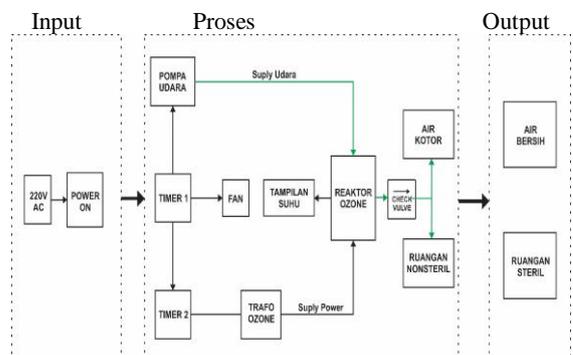
#### 3.4 Instrument Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, diperlukan beberapa instrument antara lain:

- Mesin las, digunakan untuk mengelas besi yang menjadi dudukan ozone generator
- Grinda tangan, digunakan untuk memotong besi dudukan ozone generator
- Bor tangan, digunakan untuk melobangi besi
- Mata bor nachi, sebagai media utama pada bor untuk melobangi besi.
- Tab, digunakan untuk membuat drat pada besi dan juga akrilik
- Kikir, digunakan untuk menghaluskan pinggiran besi dan akrilik
- Kertas pasir halus, digunakan untuk menghaluskan pinggiran besi dan akrilik
- Olso, digunakan untuk memberikan lubang bulatan pada tabung filter udara
- Toolkit, digunakan sebagai alat bantu dalam perakitan alat ini

#### 3.5 Blok Diagram Sistem

Blok diagram rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan suatu alat, karena dari blok diagram rangkaian inilah dapat diketahui cara kerja rangkaian keseluruhan. Sehingga keseluruhan blok diagram rangkaian tersebut akan menggambarkan bagaimana kerja dari alat yang akan dibuat. Berikut diagram alat yang akan dirancang.



Gambar 4. Diagram keseluruhan alat

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian Ozon Generator dilakukan untuk melihat kinerja keseluruhan komponen apakah bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam pengujian alat ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem yang telah di buat kemudian mencatat hasil keluaran berupa tegangan dan juga senyawa kedalam tabel daftar. Pengujian yang dilakukan bervariasi untuk memperoleh perbandingan nilai.

**4.1 Pengujian Alat**

**a. Hasil pengujian tombol**

Hasil pengujian tombol terdapat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 1. Hasil pengujian tombol start dan stop**

No	Tombol	Kondisi	Status Relay	Kondisi Alat
1	Start/Hijau	Ditekan	On	Run
		Diepas	On	Run
2	Stop/Merah	Ditekan	Off	Stop
		Dilepas	Off	Stop

**b. Hasil Pengujian Timer dan temperature tabung reaktor ozone**

**Tabel 1. Hasil uji coba timer dan nilai temperature dengan step yang berbeda**

Step	Durasi On		Durasi Off		Temperature (Celcius)
	Timer 1 (Detik)	Timer 2 (Detik)	Timer 1 (Detik)	Timer 2 (Detik)	
1	40	10	20	30	32,7
2	50	20	20	30	37,4
3	60	30	20	30	43,6

**c. Hasil Pengujian Potensiometer**

Hasil pengujian potensiometer terlampir pada tabel berikut:

**Tabel 2. Hasil penyeimbangan nilai potensiometer dengan perubahan beban**

No	Nilai Potensiometer (Ohm)	Nilai Arus terukur diinput trafo Ozone (Ampere)	Nilai Arus terukur keseluruhan (Ampere)	Kadar O <sub>3</sub> dalam air
1	0.1	0,10	0,22	0,61
2	728	0,29	0,44	0,33
3	1352	0,45	0,63	0,21

**d. Hasil pengujian limbah cair**

**Pembuatan limbah dengan menggabungkan betadine ke dalam air**

Sebagai contoh media yang digunakan dalam percobaan tersebut adalah air bersih yang kemudian dicampur dengan betadine sebagai media limbah cair. Percobaan dilakukan sebagai berikut:

**Tabel 3. Data hasil pengujian penjernihan air yang terkontaminasi**

Air bersih (Liter)	Betadine (ml)	Warna air sebelum dicampur	Warna air setelah dicampur	PH air sebelum dicampur	PH air setelah dicampur
1,5	5	Bening	Merah	7,82	6,76

**e. Hasil pembuatan limbah cair**

Berikut adalah hasil limbah buatan sebagai bahan percobaan.

**Tabel 4. Spesifikasi limbah yang akan diolah (dijernihkan)**

No	Limbah Cair (Liter)	Warna Limbah	Bau yang dihasilkan
1	1,5	Merah	Betadine

**e. Hasil uji coba menetralisasi ruangan**

Pada percobaan ini media yang dilakukan adalah tabung sebagai ruangan yang akan disterilisasi. Ozon yang dihasilkan oleh reaktor dan disalurkan kedalam tangki air dalam beberapa waktu akan naik karena bentuknya yang berupa gas, inilah yang kemudian dimanfaatkan dengan menarik selang dari tangka air kemudian menyalurkan kedalam ruangan sesuai waktu yang telah ditentukan. Adapun hasil yang diperoleh diantaranya sebagai berikut:

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 Kesimpulan**

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan, di antaranya:

1. kadar oksigen yang melewati reaktor ozon lebih banyak memproduksi O<sub>3</sub> dibandingkan udara biasa.
2. Kadar ozon tidak dapat bertahan lama didalam air
3. O<sub>3</sub> dapat mengurangi PH air
4. Tidak semua bahan tahan terhadap O<sub>3</sub> , adapun beberapa bahan yang bertahan terhadap reaksi O<sub>3</sub> antara lain:
  - a. Stainless still
  - b. Aluminium
  - c. Plastik
  - d. Silikon

5. Panas yang dihasilkan pada titik coil dalam reaktor ozon bisa mencapai 90°C lebih.

## 5.2 Saran

Dari hasil perancangan dan pengujian dapat diambil beberapa saran, diantaranya:

1. Untuk mencapai hasil yang maksimal dan tahan lama, maka durasi On pompa udara lebih lama dibandingkan dengan trafo ozon generator, hal ini untuk menghindari over head pada trafo ozon.
2. Pada saat sterilisasi berlangsung pada air limbah maupun ruangan yang terkontaminasi, sebaiknya menutup dan hanya memberi sedikit ruang sirkulasi, hal ini untuk mempercepat proses sterilisasi.
3. Meninggalkan ruangan pada saat sterilisasi berlangsung karena kontak langsung dengan ozon dalam waktu lebih dari lima menit dapat mengganggu kesehatan.
4. Melakukan servis setiap bulan untuk membersihkan kerak pada tabung reaktor ozone.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Angky Syafarudin, Novia, 2013. *Produksi Ozon Dengan Bahan Baku Oksigen Menggunakan Alat Ozon Generator*. Jurnal Teknik Kimia No.2 Vol. 19. ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [2]. Bimo, Agung Warsito, Abdul Syakur, 2011, *Aplikasi Ignition Coil Sebagai Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Penyedia Daya Reaktor Ozon*, Semarang: Tugas Akhir Universitas Diponegoro. ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [3]. Dobrot, Marina, Natasa Petrovic, Marko Cirovic, and Veljko Jeremic. 2013, *Measuring and Evaluating Air Pollution Per Inhabitant : A Statistical Approach*. APCBEE Procedia, 4th International Conference on Environmental Science and Development- ICESD 2013, 5: 33–37. doi:10.1016/j.apcbee.2013.05.007. ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [4]. Facta, M., Z. Salam, A. Jusoh, and Z. Bin Buntat. 2008. Improvement in Ozone Generation with Low Voltage High Frequency Power Converters. In *Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE 2nd International*, 1446–50. doi:10.1109/PECON.2008.4762704. ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [5]. <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/131/jtpt/unimus-gdl-agusichsan-6547-3-babii.pdf> ([Diakses pada 01.12.2021](#))
- [6]. <https://teknikelektronika.com/pengertian-mcb-miniature-circuit-breaker-prinsip-kerja-mcb/> /<https://teknikelektronika.com/pengertian-triac-dan-aplikasi-triac-thyristor/> ([Diakses pada 09.10.2021](#))
- [7]. <https://www.cnzahid.com/2021/10/jenis-check-valve-cara-kerja-dan.html> ([Diakses pada 12.01.2022](#))
- [8]. <https://www.edukasikini.com/2020/02/timer-yang-perlu-anda-ketahui-jenis.html> ([Diakses pada 09.10.2021](#))
- [9]. <https://www.kelasplc.com/pengertian-relay-dan-fungsinya/> ([Diakses pada 09.10.2021](#)) <https://www.researchgate.net/publication/319475430> Perancangan dan Realisasi Generator Ozon menggunakan Metoda Pembangkitan Tegangan Tinggi Bolak - Balik AC ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [10]. J Hoigne, Badder. 1994. *Characterization of Water Quality Criteria For Ozonation Processes Part II: Life Time Of Added Ozone*, Ozone science and engineering, 16, 121-134 ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [11]. Purwadi Agus, Usada Widdi, Suryadi, Isyuniarto, Sri Sukmajaya. 2002. *Konstruksi Pembangkitan Ozon Bentuk Silinder Dengan Teknik Lucutan Senyap*, Jogjakarta: Prosiding PPI – PDIPTN 2002 Puslitbang Teknologi Maju – BATAN,. ISSN 0216-3128 ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [12]. Said, Idaman Nusa. 2008. *Teknologi Pengelolaan Air Minum, Teori Dan Pengalaman Praktis*. Jakarta: Pusat Teknologi di Lingkungan Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumber Daya Alam. BPPT. ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [13]. Yusuf Baharudin, Warsito Agung, Syakur Abdul, Widiasa I Nyoman. 2008, *Aplikasi Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Pembuatan Reaktor Ozon*, Semarang: Universitas Diponegoro. ([Diakses pada 08.10.2021](#))
- [14]. Zhang, Shuai, LiJia, Wen-chun Wang, Dezheng Yang, Kai Tang, and Zhi-jie Liu. 2014. *The Influencing Factors of Nano second Pulse Homogeneous Dielectric Barrier Discharge in Air*. I Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 117 (January): 535–40. doi:10.1016/j.saa.2013.08.051. ([Diakses pada 08.10.2021](#))