

Rancang Bangun Generator Ozon sebagai Oksidator Alternatif dalam Menetralkan Kualitas Udara dalam Ruangan

Agung Sigit Purnomo, Lela Nurpulaela, Reni Rahmadewi

Abstrak— Pemanfaatan teknologi ozon pada berbagai sektor telah menunjukkan kegunaan dan keunggulan dari pemanfaatan ozon. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghasilkan ozon melalui pelepasan muatan listrik dengan korona discharge. Metoda perancangan generator ozon menggunakan pembangkitan tegangan tinggi dari trafo dengan variasi tegangan $\pm 3000V$ & $\pm 4000V$, laju alir oksigen (1 dan 3 liter/menit), dan waktu ozonisasi (5; 10; 15; 20; 25 dan 30 menit) dan mengatur jarak antar batang konduktor 0,3 cm. Produk ozon dialirkan pada air bersih dan dihitung konsentrasi sisa ozonnya menggunakan larutan indigo kolorimetri. Hasil menunjukkan bahwa semakin menurunnya laju alir oksigen, konsentrasi ozon meningkat. Peningkatan tegangan output akan menambah besar medan listrik yang dihasilkan, sehingga konsentrasi ozon meningkat. Besar tegangan yang berhasil dibangkitkan sebesar 3370 V dan 4324 V. Konsentrasi maksimum ozon yang terbentuk adalah 0.088 mg O₃/liter pada voltase 4324 V dan laju alir oksigen 1 liter/menit. Konsentrasi minimum ozon yang terbentuk adalah 0,012 mgO₃/L pada voltase 3370 dan laju alir oksigen 3 liter/menit.

Kata Kunci— corona discharge, electric field, ozon, ozon generator

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi ozon pada berbagai sektor telah menunjukkan kegunaan dan keunggulan dari pemanfaatan ozon. Ozon tidak menimbulkan efek samping seperti pemanfaatan khlor yaitu terbentuknya senyawa trihalomethan yang bersifat karsinogen. Teknologi ozon sangat ramah lingkungan dan ozon merupakan senyawa hijau ramah lingkungan masa depan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghasilkan ozon adalah dengan mengalirkan gas oksigen ke dalam tabung yang ada loncatan muatan listrik. Dalam penulisan ini akan dirancang generator ozon yang akan menghasilkan ozon dalam skala kecil yang cukup untuk membersihkan udara di ruangan kamar tidur atau mobil. Ozon yang dihasilkan di ukur pada variasi tegangan (6800, 7650, 8500, 9350, 10200 volt), laju alir oksigen (1, 2, 3, 4, 5 liter/menit), dan waktu ozonasi (5, 10, 15, 20, 25 menit).

Pemanfaatan ozon saat ini telah digunakan untuk pembersihan udara ruangan yaitu menjadi bagian dari perangkat AC (Air Conditioner). Dan tidak hanya digunakan

sebagai disinfektan dalam pengolahan air minum, sterilisasi bahan makanan mentah, pengawetan bahan makanan, sterilisasi peralatan kedokteran, pengolahan air untuk kolam renang umum Sedan spa, pengolahan limbah cair hasil industri, proses produksi pada pabrik tekstil, pulp dan kertas, pembuatan *ultrapure water* pada industri elektronik, laundry untuk kepentingan industri atau komersial (Prihatinningtyas, 2006).

Secara alami ozon dapat terbentuk melalui radiasi sinar ultraviolet pancaran sinar matahari. Karakteristik interaksinya dengan sinar ultraviolet merupakan hal terpenting dalam fungsinya sebagai pelindung bumi. Chapman (1930), menjelaskan bahwa sinar *ultraviolet* dari pancaran sinar matahari mampu menguraikan gas oksigen (O₂) di udara bebas, sehingga terbentuklah ozon (O₃). Sifat Ozon di alam yang tidak stabil mengakibatkan ozon tidak dapat dipaketkan untuk dibawa ke suatu tempat, sehingga ozon harus dibuat di tempat yang membutuhkan ozon. (Purwadi, dkk, 2002). Untuk itu dibutuhkan sebuah alat yang mampu memproduksi ozon dengan waktu yang singkat dan tidak membutuhkan energi yang banyak. Pembangkit ozon terdiri dari dua bagian utama yaitu sumber tegangan AC dan tabung reaktor ozon karena untuk memecah molekul oksigen (O₂) menjadi ion-ion oksigen (O*) dibutuhkan suatu medan listrik yang cukup kuat. Hal ini bisa terjadi apabila oksigen dilewatkan atau dikenal medan listrik yang cukup tinggi. (Yusuf, dkk, 2008).

Seiring dengan perkembangan teknologi berbasis tegangan tinggi (*high voltage*), ozon dapat diproduksi pada tekanan udara atmosfer melalui proses lucutan elektron (*elektron discharge*) menggunakan instrumentasi generator ozon. Sampai saat ini, pembentukan ozon dapat dilakukan dengan metode radiasi sinar-UV, lucutan elektron dan reaksi elektrolisis kimia. (Ebbing dan Gammon, 2009). Berdasarkan latar belakang diatas maka akan dipelajari cara perancangan generator ozon ini dengan menggunakan metode *korona discharge*.

Pada penelitian ini pemanfaatan teknologi ozon pada proses sterilisasi dilakukan dengan memanfaatkan air yang telah mengandung ozon atau air berozon, untuk mewakili udara dalam kamar dan mobil. Dengan metode ini bahan baku makanan dapat dicuci dengan air yang telah mengandung ozon dengan tanpa kekhawatiran akan kerusakan pada bahan baku tersebut. Lebih daripada itu menggunakan air berozon dapat

dipergunakan lebih luas untuk mencuci peralatan dan tempat memasak serta proses pengawetan produk makanan. Sehingga total biaya proses sterilisasi pada industri pangan dapat ditekan lebih rendah.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam Proyek Tugas Akhir ini terdiri dari 5 tahap, yaitu:

Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan pendalaman pemahaman tentang konsep dan teori dari ozon, ruang sintesa ozon, flyback transformator, aerator dan bagaimana cara kerja dari generator ozon.

Tahap Analisa perencanaan

Analisa perencanaan merupakan tahap pertama yang menjadi dasar proses rancang bangun generator ozon untuk membersihkan udara dalam ruangan kamar dan mobil. Kelancaran proses desain sistem dan perancangan sangat tergantung pada hasil analisa kebutuhan ini.

Tahap Desain Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan spesifikasi komponen dan desainnya sesuai dengan perancangan sebelumnya.

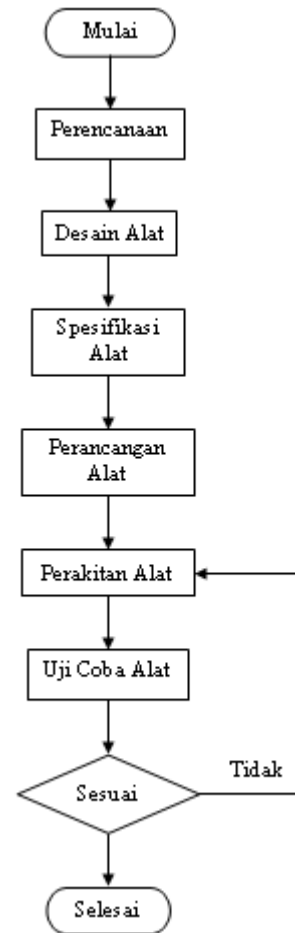
Tahap Perancangan

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan dari rancang bangun generator ozon untuk membersihkan udara dalam ruangan kamar dan mobil sesuai dengan perencanaan dan desain sistem yang telah dibuat.

Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan analisis masalah yang terjadi saat perancangan.

B. Flowchart



Gambar 2.1 Flowchart Penelitian

Perencanaan

Pada proses ini merupakan tahap awal dalam menentukan sebuah rancang bangun generator ozon untuk membersihkan udara dalam ruangan dan mobil.

Desain Alat

Desain alat adalah proses penentuan desain box, tata letak komponen dan komponen apa saja yang digunakan.

Spesifikasi Alat

Setelah diketahui perencanaan dan desain alat barulah menentukan spesifikasi alat, menentukan spesifikasi alat perlu dilakukan agar sesuai dengan kebutuhannya.

Perancangan Alat

Perancangan adalah proses realisasi dari tahap desain.

Perakitan Alat

Setelah perancangan dari tahap desain selesai barulah memasang semua komponen sesuai dengan desainya.

Uji Coba Alat

Pada proses ini dapat mengetahui kinerja alat yang dibuat dan pada proses ini dapat dilakukan pengambilan data.

C. Waktu dan Tempat Penelitian

Tugas Akhir ini dilaksanakan di Lab Teknik Elektro Universitas Singaperbangsa Karawang mulai dari Juli 2018

sampai dengan Desember 2018.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Alat

Pengukuran Tegangan AC

Pengukuran tegangan AC dilakukan beberapa tahap, yang pertama pengukuran input tegangan AC, pengukuran yang ditampilkan pada layar AC panel meter, dan pengukuran output tegangan AC setelah melewati AC panel meter.

Tabel 1 Pengukuran Tegangan AC

Input Tegangan AC (Multi Meter)	Tampilan Layar Panel AC	Output Tegangan AC (Multimeter)
222,6 VAC	221 VAC	222,2 VAC

Pengukuran Tegangan Driver Coil

Pengukuran tegangan driver coil ada dua tahap yaitu, pengukuran input driver coil dan output driver coil.

Tabel 2 Pengukuran tegangan driver coil minimum

Input	Output
222,2 VAC	85,9 VAC

Tabel 3 Pengukuran tegangan driver coil maksimum

Input	Output
222,2 VAC	201,5 VAC

Pengukuran Daya

Pengukuran daya hanya dapat dilakukan dengan melihat layar pada AC panel meter. Ada beberapa tahap pengukuran yaitu, pengukuran ketika aerator dalam keadaan mati dan keadaan hidup, serta ruang sintesa ozon dalam keadaan minimum dan maksimum yang diatur melalui potensio.

Tabel 4 Pengukuran daya

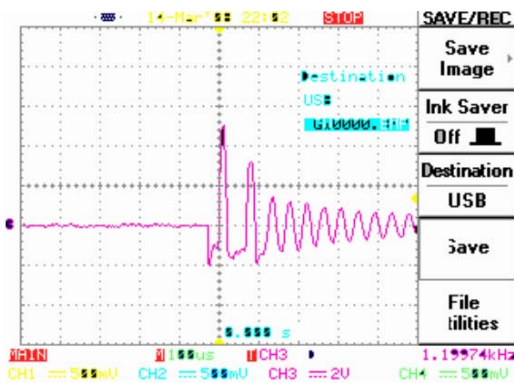
Kondisi	V (VAC)	I (A)	P (W)	P/jam (Wh)
Keadaan aerator mati dan ruang sintesa ozon keadaan minimum	222	0	1,2	4

Keadaan aerator hidup dan ruang sintesa ozon keadaan minimum	222	0	1,3	4
Keadaan aerator mati dan ruang sintesa ozon keadaan maksimum	222	0,1	6,3	4
Keadaan aerator hidup dan ruang sintesa ozon keadaan maksimum	222	0,11	6,9	Wh

Pengukuran Pada Flyback Transformator

Tegangan keluaran dari transformator flyback dapat bervariasi antara 5 kVolt sampai dengan 20kVolt. pengukuran yang dilakukan yaitu sebanyak 4 kali dengan besar tegangan keluaran yang berbeda yaitu:

Pengukuran pertama pada keluaran transformator flyback dapat dilihat dari hasil pengukuran dengan osiloskop seperti pada gambar



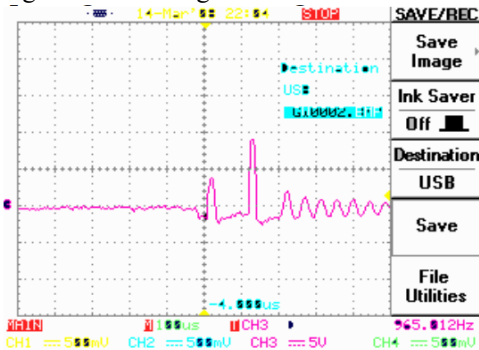
Gambar 3.1 Tegangan keluaran flyback transformator pada pengukuran pertama. 2 volt/div, 100 s/div, probe x100

Dari gambar 3.1 dapat dilihat bahwa besarnya tegangan puncak keluaran dari trafo adalah sebesar 2,5 div. Maka besarnya tegangannya dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 V &= 2,5 \text{ div} \times 2 \text{ volt/div} \times 100 \\
 &= 500 \text{ Volt} \\
 &= 0.5 \text{ kVolt}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengukuran pertama didapat bahwa tegangan keluaran dari pembangkit tegangan tinggi impuls adalah sebesar 5 kVolt.

Pengukuran kedua pada keluaran flyback transformator dapat dilihat dari hasil pengukuran dengan osiloskop seperti pada gambar 3.2 sebagai berikut



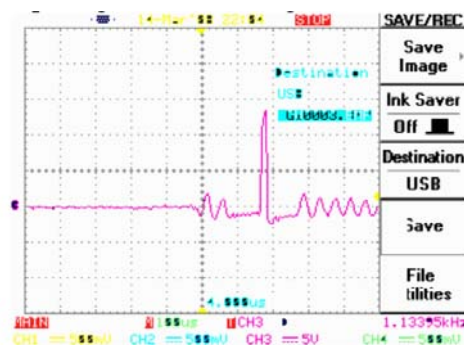
Gambar 3.2 Tegangan keluaran pada flyback transformator pada pengukuran kedua. 5 volt/div, 100 s/div, probe x100

Dari gambar 3.2 dapat dilihat bahwa besarnya tegangan puncak keluaran dari trafo adalah sebesar 2 div. Maka besarnya tegangannya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V &= 2 \text{ div} \times 5 \text{ volt/div} \times 100 \\
 &= 1000 \text{ Volt} \\
 &= 1 \text{ kVolt}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengukuran kedua didapat bahwa tegangan keluaran dari pembangkit tegangan tinggi impuls adalah sebesar 10 kVolt.

Pengukuran ketiga pada keluaran flyback transformator dapat dilihat dari hasil pengukuran dengan osiloskop seperti pada gambar 2.3 sebagai berikut.



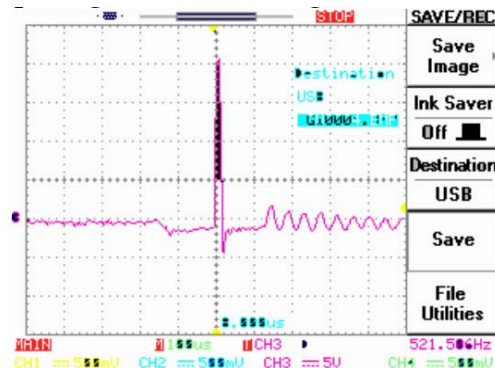
Gambar 3.3 Tegangan keluaran pada flyback transformator pada pengukuran ketiga. 5 volt/div, 100 s/div, probe x100

Dari gambar 3.3 dapat dilihat bahwa besarnya tegangan puncak keluaran dari trafo adalah sebesar 3 div. Maka besarnya tegangannya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V &= 3 \text{ div} \times 5 \text{ volt/div} \times 100 \\
 &= 1500 \text{ Volt} \\
 &= 1.5 \text{ kVolt.}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengukuran ketiga didapat bahwa tegangan keluaran dari pembangkit tegangan tinggi impuls adalah sebesar 15 kVolt.

Pengukuran keempat pada keluaran transformator flyback dapat dilihat dari hasil pengukuran dengan osiloskop seperti pada gambar 5.4 sebagai berikut :



Gambar 3.4 Tegangan keluaran pada transformator flyback pada pengukuran keempat. 5 volt/div, 100 s/div, probe x100

Dari gambar 3.4 dapat dilihat bahwa besarnya tegangan puncak keluaran dari trafo adalah sebesar 4 div. Maka besarnya tegangannya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V &= 4 \text{ div} \times 5 \text{ volt/div} \times 1000 \\
 &= 20.000 \text{ Volt} \\
 &= 20 \text{ kVolt.}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengukuran keempat didapat bahwa tegangan keluaran dari pembangkit tegangan tinggi impuls adalah sebesar 20 kVolt.

Perhitungan Medan Listrik

Medan listrik diukur dengan membagi tegangan output trafo dengan jarak antar batang konduktor. Hasil perhitungan medan listrik ditunjukkan pada Tabel 2 dengan menggunakan Persamaan di bawah ini.

$$E = \frac{\text{Voltage (KV)}}{d \text{ (cm)}}$$

Tabel 5 Hasil perhitungan pada medan listrik

Tegangan Travo (V)	Output	Medan (Kv/cm)
500 V		2 Kv/cm
1000 V		4 Kv/cm
1500 V		6 Kv/cm
20000 V		80 Kv/cm

Perhitungan KSO dengan Q=1L/menit dan tegangan 5000V

Tabel 6 Hasil perhitungan KSO dengan Q=1L/menit dan tegangan 5000V

Waktu	Perhitungan KSO (mg03/L)
5	0,0151
10	0,0159
15	0,0168
20	0,0177
25	0,0189
30	0,0201
35	0,0216
40	0,0232
45	0,0252
50	0,0274
55	0,0302
60	0,0336
65	0,0378
70	0,0432
75	0,0504
80	0,0604
85	0,0756
90	0,1008
95	0,1512
100	0,304

Tabel 7 Hasil perhitungan KSO dengan Q=1L/menit dan tegangan 10000V

Waktu	Perhitungan KSO (mg03/L)
5	0,0075
10	0,0079
15	0,0084
20	0,0088
25	0,0095
30	0,01008
35	0,0108
40	0,0116
45	0,0126
50	0,0137
55	0,0151

60	0,0168
65	0,0189
70	0,0216
75	0,0252
80	0,0302
85	0,0378
90	0,0504
95	0,0756
100	0,1512

IV. KESIMPULAN

Dari Tugas Akhir ini dapat disimpulkan bahwa reactor ozon dengan mengaplikasikan tegangan tinggi telah selesai dibuat dan bekerja dengan baik. Berdasarkan pengujian, pengukuran dan analisa yang telah dilakukan, diperoleh beberapa hal berikut ini:

Banyaknya konsentrasi ozon yang terbentuk sebanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan ozon.

Pada tegangan 5kVolt ozon yang dihasilkan sangat sedikit atau mendekati nol.

Ozon dapat digunakan sebagai bahan alternatif terbaik untuk pembersih udara yang sangat baik, sehingga sangat tepat kalau aplikasi ozon dapat sesegera mungkin disosialisasikan.

REFERENSI

- [1] Purwadi Agus, UsadaWiddi, Suryadi, Isyuniarto, SriSukmajaya.(2002). *Konstruksi Pembangunan Ozon Bentuk Silinder Dengan Teknik Lucutan Senyap*, Jogjakarta: Prosiding PPI – PDIPTN 2002 Puslitbang Teknologi Maju – BATAN., ISSN 0216-3128
- [2] Purwadi Agus, UsadaWiddi, Suryadi, Isyuniarto, Mintolo.(2005). *Plasma Ozonizer 20 W Terkendali Sederhana Untuk Penyimpanan Buah Dan Sayur*, Jogjakarta : Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah – Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir (Prosiding PPI – PDIPTN) 2005 Puslitbang Teknologi Maju – BATAN. ISSN 0216-3128
- [3] Yusuf Baharudin, Warsito Agung, Syakur Abdul, Widiasta I Nyoman.(2008). *Aplikasi Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Pembuatan Reaktor Ozon*, Semarang: Universitas Diponegoro.
- [4] Bimo, Wasito Agung, Syakur Abdul.(2011). *Aplikasi Ignition Coil Sebagai Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Penyedia Daya Reaktor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5] Angky Syafarudin, Novia. (2013). *Produksi Ozon Dengan Bahan Baku Oksigen Menggunakan Alat Ozon Generator*. Jurnal Teknik Kimia No.2 Vol. 19.
- [6] 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
- [7] K.T Sirait, IR. R. Zoro, IR. Djoko Darwanto.(1987). *Teknik Tegangan*
- [8] *Tinggi.Bandung:Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi & Pengukuran Listrik*. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung.
- [9] Tim Humas dan Protokol PDAM Kota Bandung. (2007). *Instalasi Pengolahan Air LimbahBojongsoang Pdam Kota Bandung*. Bandung: PDAM Kota Bandung.

- [10] 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.
- [11] Ebbing, D.D, Gammon, S.D. (2009). *General Chemistry*. New York: Houghton Mifflin Company.