

ANALISIS KINERJA OZONATOR PADA PROSES WATER TREATMENT DI PT TIRTA SUKSES PERKASA

Inriyanita Bernadetta Br Ketaren¹, Yohana Sari Sitompul², Rahmawaty³

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

inriyanitab@students.polmed.ac.id¹, yohanasitompul@polmed.ac.id², rahmawaty@polmed.ac.id³

ABSTRAK

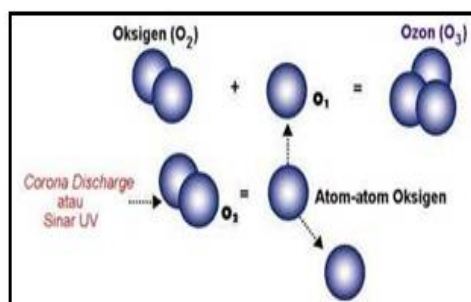
Perkembangan teknologi telah menjadi kebutuhan pokok di zaman modern ini. Kemajuan teknologi ini tentunya tidak hanya bertujuan untuk teknologi itu sendiri melainkan yang lebih penting adalah untuk kesejahteraan manusia. Dewasa ini industri air mineral tumbuh dengan pesat. Kebersihan merupakan salah satu kunci dari mutu dan kualitas produk minuman ini. Dimana setiap produk makanan dapat terkontaminasi oleh bakteri atau virus setelah melalui proses panjang mulai dari pemilihan bahan baku, proses pemasakan, penyimpanan, kebersihan tempat pemrosesan dan transportasi. Pemanfaatan teknologi ozon pada berbagai sektor telah menunjukkan kegunaan dan keunggulan dari pemanfaatan ozon. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghasilkan ozon pada proses *water treatment* melalui peluahan muatan listrik dengan korona discharge. Metoda perancangan ozonator menggunakan pembangkitan tegangan tinggi dari trafo dengan variasi tegangan dari 3000 V hingga 4000 V, laju alir oksigen (1 hingga 3 liter/menit), dan waktu ozonasi (5; 10; 15; 20; 25 dan 30 menit) dan mengatur jarak antar batang konduktor 0,3 cm. Produk ozon dialirkan pada air dan dihitung konsentrasi sisa ozonnya menggunakan larutan indigo kolorimeter sehingga diperoleh kadar ozon 0,5 ppm dengan debit 2 Liter/menit yang menjadi sterilisator air minum dengan mengurangi tingkat kepekatan cairan serta membunuh mikroorganisme berbahaya seperti *Escherichia coli*.

Kata Kunci : Ozon, Medan Listrik, Ozonator

PENDAHULUAN

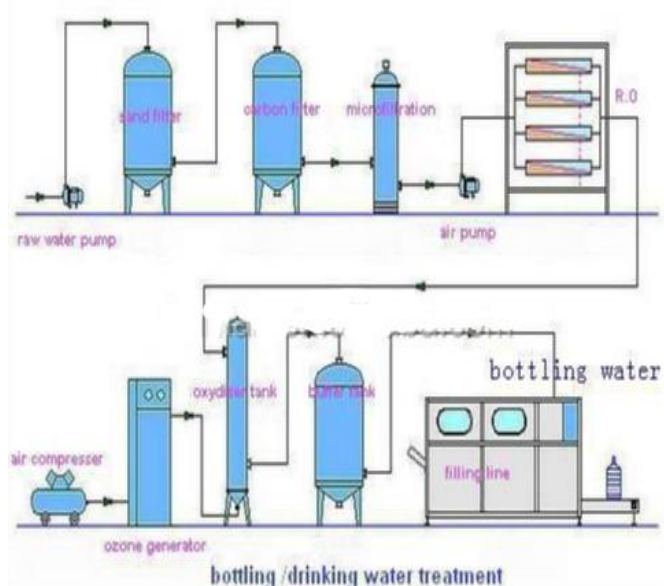
Air yang digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari wajib memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan, khususnya untuk air yang akan dikonsumsi akan berpengaruh pada kesehatan manusia. Ketentuan mengenai air minum isi ulang yang layak untuk dikonsumsi telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Persyaratan air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel debu, bakteri *E.coli* dan *Coliform* yang terdapat pada air minum sehingga air minum yang dihasilkan terbebas dari bakteri-bakteri pengotor. Pengolahan air minum yang umum diterapkan di Indonesia berupa pengolahan konvensional yang terdiri dari koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Akan tetapi pengolahan konvensional ini memiliki kelemahan seperti membutuhkan luas lahan besar, operasional dan perawatan yang rumit, hingga kualitas air yang masih dibawah standar (Anerasari Meidinariasty dkk, 2019).

Keberadaan ozon di alam diakibatkan oleh dua hal, yang pertama adalah karena peristiwa alamiah, yaitu adanya ionisasi udara oleh petir (pada saat udara mendung, banyak hujan dan banyak petir). Keberadaan ozon yang kedua adalah karena pembuatan (secara artifisial) ozon oleh tegangan listrik tinggi (*corona discharge*) ataupun oleh adanya pancaran gelombang UV. Korona energi tinggi yang terbentuk di antara kedua elektroda tersebut memicu terurainya O_2 menjadi dua molekul oksigen tunggal (radikal oksigen) yang kemudian bergabung dengan 2 molekul O_2 lainnya untuk membentuk 2 molekul ozon, seperti disajikan secara sederhana pada gambar 1 di bawah ini (Setijo Bismo, 2010).



Gambar 1. Proses Pembentukan Ozon (O_3) dari Molekul Oksigen (O_2)
Sumber: Setijo Bismo, 2010

Ozonator pada proses *water treatment* diuraikan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Sederhana Proses *Water Treatment*
Sumber: (Dedeh Rosmaniar, 2019)

Proses disinfeksi atau *water treatment* yang dilakukan pada produksi air minum dalam kemasan mencakup serangkaian proses diantaranya :

1. Proses ini dimulai dari *Raw Water Pump* atau pompa air. Ini merupakan tahapan pertama yaitu pompa air yang berfungsi sebagai elemen untuk menyerap sekaligus mendorong air dari sumur sumber air (Zakariya, 2015). Pada tahap pertama ini juga terdapat *Injector* yang berfungsi meninjeksikan klorin, disinfeksi pertama.
2. Pada tahap *Sand Filter* digunakan metode *rapid sand filter* yaitu salah satu jenis unit filtrasi yang mampu menghasilkan debit air yang lebih banyak dibandingkan *slow sand filter*; namun kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air hasil filtrasi. Selain itu, debit air yang menyebabkan lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk sebaik apa yang terjadi pada *slow sand filter*, sehingga membutuhkan proses disinfeksi yang lebih efektif. Ukuran media pasir yang digunakan berkisar 0,5 mm-2 mm, dengan laju aliran $5\text{ m}^3\text{-}15\text{ m}^3$ tiap jam (Deni Maryani dkk, 2019).
3. *Carbon Filter*; karbon aktif yang dipilih karena memiliki sejumlah sifat kimia maupun kimia yang menarik, diantaranya mampu menyerap zat organik maupun anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi kimia (Mifbakhuddin, 2010). Bahan baku lain yang dapat digunakan sebagai *carbon filter* adalah limbah cangkang kelapa sawit yang merupakan limbah industri kelapa sawit atau *crude palm oil (CPO)*, penelitian mengenai

- pemanfaatan cangkang kelapa sawit sebagai karbon aktif digunakan untuk menurunkan parameter pencemar pada air sungai perlu dilakukan (Teddy Hartono dkk, 2014).
4. *Microfiltration*. Fungsi dari mikrofilter adalah untuk menghilangkan material seperti pasir, lumpur, tanah liat atau bahan organik dari air. Mikrofilter ini mempunyai ukuran 1 μm hingga 5 μm (Anerasari Meidinariasty dkk, 2019).
 5. Rangkaian *Reverse Osmosis*. *Reverse osmosis* dengan ukuran membran 0,0001 mikron dapat memisahkan komponen-komponen yang tidak diinginkan seperti komponen organik, non-organik, bakteri, virus, partikulat, serta ion atau garam terlarut. Terdiri dari filter sedimentasi 1 μm hingga 5 μm , *granular activated carbon* dan karbon blok (CTO) (Anerasari Meidinariasty dkk, 2019). Pada tahap ini aliran turut dibantu oleh pompa air.
 6. Tahap disinfeksi yang utama terjadi pada pada Ozonator. Ozon yang terbentuk menggunakan ozonator berasal dari udara bebas yang mengandung molekul Oksigen (O_2) menggunakan *air compressor* yang kemudian dikontakkan langsung dengan radiasi sinar Ultraviolet yang berasal dari lampu Ultraviolet 40 Watt dengan panjang gelombang 242 nm. Kontak tersebut secara perlahan akan memecah molekul oksigen yang besarnya tergantung dari jumlah molekul O_2 . Atom-atom oksigen tersebut secara cepat membentuk molekul Ozon (O_3) (Ferry Kriswandana dkk, 2014).
 7. *Oxidizer Tank*. Fungsi dari tangki ini sama seperti *air separator* yaitu memungkinkan campuran udara yang lebih ringan untuk pindah ke bagian pusat kecepatan yang lebih rendah. Air yang membentuk gelembung keluar melalui ventilasi udara atau tangki yang dipasang pada *air separator* (Ilyas Ahmed, 2017).
 8. *Buffer Tank*. Pada tahap ini, *buffer tank* berfungsi untuk menampung cairan yang dipompakan dan dan mengkondisikan agar tekanan cairan dapat dikurangi atau diperkecil dengan maksud agar tidak terjadi turbulensi (Nugroho Kristiono, 2018).
 9. *Filling Machine* atau *filling line* merupakan mesin yang berfungsi khusus untuk mengisi air yang telah mendapat perlakuan filtrasi dan disinfeksi ke dalam kemasan sesuai kebutuhan (pada konteks ini menggunakan kemasan botol 1500 mL). Mesin ini bekerja dengan bantuan *air compressor*. Pertama botol dibersihkan agar tidak ada kotoran yang menempel di dalam botol (botol yang digunakan masih baru). Setelah itu botol diletakkan ke konveyor (*conveyor input*) yang berjalan ke proses pengisian air ke dalam botol secara otomatis dengan batas waktu (*timer*) yang telah ditentukan sesuai set operator. Sensor pendeteksi botol masuk berfungsi dan selanjutnya terdapat 6 buah kran pengisi botol sesuai kecepatan yang dibutuhkan. Terdapat pula lima buah *valve* untuk menggerakkan tabung silinder. Kemudian botol ditutup (*capper*) dan kembali ke konveyor (*conveyor output*) selanjutnya perekatan label dan pengemasan ke kardus (Muhammad Syaiful, 2017).

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaplikasian ozonator pada proses *water treatment*, untuk mengetahui bagaimana kinerja ozonator sehingga dapat menghasilkan ozon dan untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan dari penggunaan ozonator.

TINJAUAN PUSTAKA

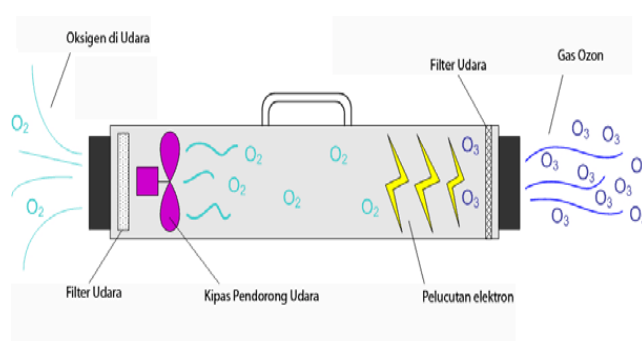
Dalam penulisan karya ilmiah ini, penulis turut menggali informasi dari penelitian mengenai ozonator peneliti terdahulu melalui jurnal-jurnal ilmiah maupun pustaka berupa laporan tugas akhir yang berkaitan. Sehingga dengan mempelajari beberapa penelitian terdahulu dapat diperoleh data perbandingan dengan efisiensi ozonator yang menjadi rujukan judul karya ilmiah yang dipilih penulis yaitu “Analisis Kinerja Ozonator Pada Proses *Water Treatment* di PT Tirta Sukses Perkasa” juga menjadi landasan teori dalam penulisan karya ilmiah ini.

Adi Lukmanto (2009) dengan judul Skripsi “Rancang Bangun Ozonator Koaksial *Shell and Tube* Untuk Pengolahan Air Bersih Dan Air Minum”. Ozon yang keberadaannya pada bagian atas dan bawah dari lapisan stratosfer melindungi bumi dari radiasi berlebihan oleh ultraviolet, namun pada lapisan troposfer ozon merupakan polutan dan sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Karena toksisitasnya, *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) telah menetapkan paparan

batasan maksimum untuk manusia terhadap ozon, yaitu sebanyak 0,06 ppm dalam periode delapan jam, lima hari seminggu, dan untuk dosis maksimum 0,30 ppm dalam 15 menit.

Widdi Usada, Suryadi, Agus Purwadi, Isyuniarto dan Mintolo melalui Prosiding PPI – PDIPTN 2005 Puslitbang Teknologi Maju – BATAN melakukan penelitian mengenai penggunaan manfaat Ozon dengan mengambil judul penelitian “Plasma Ozonizer 20 W Terkendali Sederhana Untuk Penyimpanan Buah Dan Sayur” menggunakan metode penelitian kualitatif. Dari penelitian ini dibuat plasma ozonizer terkontrol sederhana. Piranti ini memberikan waktu hidup selama 2 detik dan waktu mati selama 60 detik. Dengan memodifikasi dalam pengendalian waktu maka diharapkan piranti ini dapat dimanfaatkan untuk penyimpanan buah, sayur, daging, telur, ikan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan Pembangkit ozon terkontrol sederhana dapat dibuat, dengan waktu nyala selama 2 detik dan waktu mati selama 60 detik.

Pembentukan ozon secara sederhana diuraikan oleh gambar 2 dibawah ini (Monika Oktavia, 2019).



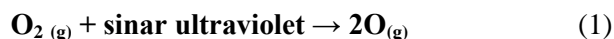
Gambar 3. Proses Sederhana Oksigen Menjadi Ozon
Sumber: Isa Albanna, 2013

Pembentukan Ozon Melalui Proses Tumbukan

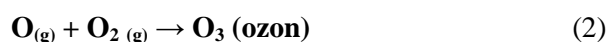
Ozon dapat dibuat dengan melewati gas oksigen (O_2) pada daerah yang dikenai tegangan tinggi. Molekul oksigen (O_2) yang dikenai tegangan tinggi ini akan mengalami ionisasi yaitu proses terlepasnya suatu atom atau molekul dari ikatannya menjadi ion-ion oksigen. Molekul molekul oksigen yang terionisasi ini biasa disebut kondisi plasma.

Pembentukan Ozon Melalui Proses Penyerapan Cahaya

Gas oksigen (O_2) maupun ozon (O_3) dapat menyerap sinar ultraviolet. Gas oksigen dapat menyerap radiasi sinar ultraviolet dengan panjang gelombang kurang dari 240 nanometer, sedangkan ozon dapat menyerap radiasi sinar ultraviolet dengan panjang gelombang antara 240 sampai 290 nanometer. Apabila gas oksigen menyerap radiasi sinar ultraviolet dengan panjang gelombang kurang dari 240 nanometer, maka gas oksigen tersebut akan terurai menjadi dua atom oksigen. Oksigen (O_2) dapat menyerap radiasi sinar ultraviolet diuraikan pada persamaan 1 berikut ini.

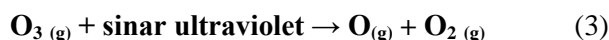


Atom oksigen hasil reaksi tersebut sangat reaktif dan dapat bereaksi dengan O_2 dan membentuk ozon diuraikan pada persamaan 2 dibawah ini.



Reaksi ini bersifat eksotermik, dan akibat dari kedua reaksi tersebut adalah perubahan tiga molekul oksigen (O_2) menjadi dua molekul ozon dan konversi radiasi sinar ultraviolet menjadi panas. Reaksi tersebut menyebabkan ozon mengalami perubahan komposisi menjadi gas oksigen dan atom oksigen

ditunjukkan pada persamaan (3) berikut ini.



Reaksi yang bersifat eksotermik ini mampu mengkonversi radiasi sinar ultraviolet menjadi panas. Maria Oktaviani Simamora (2015) dengan judul Skripsi, Pembentukan Ozon Pada Akuarium Menggunakan *High Voltage* dengan tujuan dari Skripsi ini yaitu menciptakan pembersih akuarium dari kuman yang efektif dan ekonomis dan menjadikan budidaya ikan lebih sehat dan produktif jika keadaan air bebas dari kuman dan bakteri. Salah satu kesimpulannya yaitu berhasil merancang sebuah alat pembentuk ozon dengan menggunakan tegangan tinggi.

Setijo Bismo (2010) dengan judul penelitian Kajian Prospek Penggunaan Ozon untuk Pengendalian Limbah Industri hasil kerjasama dengan CV. Minatama Mineral Perdana, Produsen Zeolit Alam Klinoptilolit - ZKK. Dengan hasil rekayasa dan rancang bangun ozonator yang telah dilakukan Dr. Setijo Bismo yaitu membangun suatu unit pembangkit ozon yang dapat beroperasi pada suhu ambien, yaitu antara 28 – 30 °C. Hal yang cukup menarik untuk dicatat, adalah bahwa kinerja dari elektroda yang digunakan tidak berbeda dengan elektroda yang digunakan oleh ozonator-ozonator hasil rancangan perusahaan-perusahaan besar.

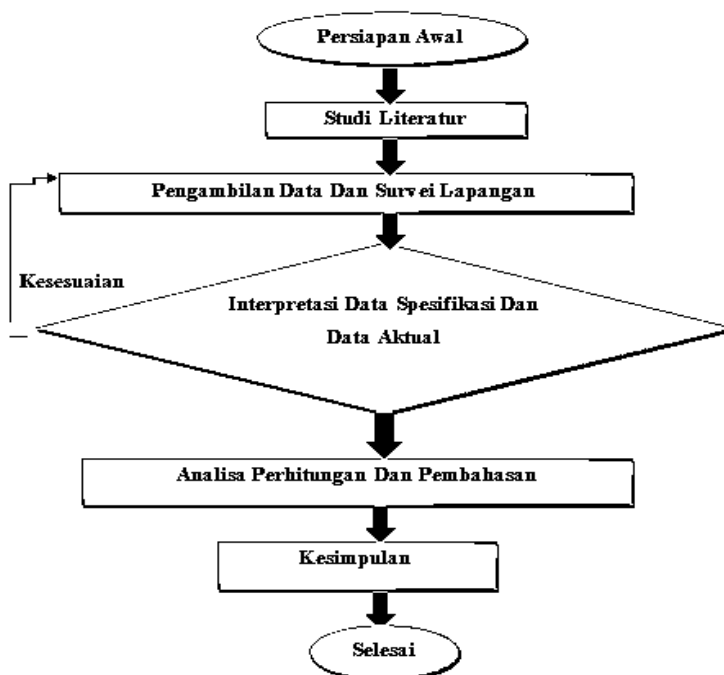
METODE PENELITIAN

Tahapan-Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan yaitu :

- a. Menentukan topik penelitian
- b. Melakukan studi kepustakaan
- c. Menetapkan lokasi penelitian
- d. Studi pendahuluan
- e. Penetapan metode pengumpulan data penelitian
- f. Mengumpulkan data
- g. Analisa data setelah validasi dan reliabilitas
- h. Laporan hasil penelitian

Rancangan Penelitian



Gambar 4. *Flowchart* Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan metode kualitatif dengan observasi langsung penggunaan ozonator sebagai objek utama penelitian pada proses *water treatment*.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT.TIRTA SUKSES PERKASA. Desa Bintang Meriah, Kecamatan Pancur Batu (Kode Pos 20353), Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Diadakan selama lebih satu bulan (2 Juni 2021 hingga 10 Juli 2021).

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada proses pengambilan data secara faktual, data yang diambil berdasarkan hasil pengamatan langsung ke objek penelitian (observasi) ketika ozonator yang beroperasi per satuan waktu melakukan desinfeksi terhadap produk yang dibutuhkan. Sedangkan untuk pengamatan yang dilakukan adalah mengamati perubahan faktor pendukung yang terpengaruh langsung dari aktifitas ozon, seperti perubahan warna pada cairan setelah perlakuan desinfeksi oleh ozon.

Model Penelitian

Model penelitian ini adalah analisis kinerja ozonator pada proses *water treatment*. Analisis ini berfokus pada kinerja ozonator sebagai alat desinfeksi pada produksi air mineral dalam kemasan. Ozonator pada penelitian ini dapat berfungsi karena adanya tegangan tinggi yang diberikan untuk dapat mengubah molekul Oksigen menjadi Ozon.

Teknik Analisis data

Teknik analisa data yaitu menghitung efisiensi kinerja ozonator berdasarkan rumus-rumus yang bersumber dari dasar teori yang digunakan.

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan rumusan-rumusan terkait dengan penelitian. Hal-hal yang terkait untuk dianalisis, yaitu: Spesifikasi ozonator tipe KSA 20 Druck/pressure 6-207022; Perhitungan efisiensi kinerja ozonator tipe KSA 20 Druck/pressure 6-207022; Pembuktian ozonator tipe KSA 20 Druck/pressure 6-207022 sebagai sterilisator air bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk penulisan jurnal ilmiah ini, sehingga diperoleh data pada tabel 1 hingga tabel 6 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Pada Ozonator

No	Spesifikasi	Nilai
1.	Tegangan	230 V
2.	Frekuensi	50 Hz
3.	Arus Maksimal; Arus saat produksi AMDK	5A ; 2,5 A
4.	Jenis Gas	Oksigen (O ₂)
5.	Kapasitas Produksi Ozon	20 g/jam
6.	Tekanan	1 bar
7.	Volume Aliran Udara Maks	0,2 m ³ /jam = 200 L/jam

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan 2021

8.	Volume Efektif ozonator (Oxygen Flow Rate)	3,33 L/menit
9.	Waktu detensi	99,9 detik \approx 100 detik

Tabel 2. Hasil Pengambilan O₃ Pada Udara Bebas Sebagai Kontrol

Percobaan ke-	Debit Udara (Liter/menit)	Kadar O ₃ (ppm)
1	2	$4,0 \times 10^{-6}$
2	2	$4,5 \times 10^{-6}$
3	2	$4,0 \times 10^{-6}$
4	2	$3,8 \times 10^{-6}$
5	2	$4,3 \times 10^{-6}$

Tabel 3. Hasil Pengambilan O₃ Dengan Ozonator

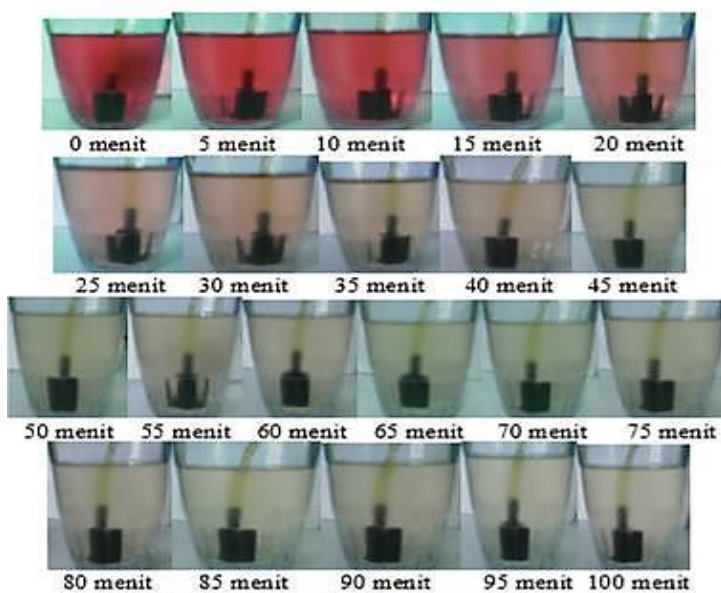
No	Debit Udara (Liter/menit)	Kadar O ₃ (ppm)
1	2	$1,75 \times 10^{-5}$
2	2	$1,66 \times 10^{-5}$
3	2	$1,82 \times 10^{-5}$
4	2	$1,77 \times 10^{-5}$
5	2	$1,80 \times 10^{-5}$

Tabel 4. Efisiensi Ozonator Dalam Menghasilkan Gas Ozon

No	Kadar O ₃ Dihasilkan (ppm)		Kenaikan (ppm)	Efisiensi (%)
	Tanpa Ozonator	Dengan Ozonator		
1	$4,0 \times 10^{-6}$	$1,75 \times 10^{-5}$	0,0000135	4,375
2	$4,5 \times 10^{-6}$	$1,66 \times 10^{-5}$	0,0000121	3,68
3	$4,0 \times 10^{-6}$	$1,82 \times 10^{-5}$	0,0000142	4,55
4	$3,8 \times 10^{-6}$	$1,77 \times 10^{-5}$	0,0000139	4,657
5	$4,3 \times 10^{-6}$	$1,80 \times 10^{-5}$	0,0000137	4,186

Tabel 5. Analisis Ozonator Dalam Menghasilkan Gas Ozon Dengan Input Oksigen Murni

No	Input Oksigen Murni (Liter/menit)	Input Sampel (Liter/menit)	Kadar O ₃ (ppm)
1	1	2	0,015
2	2	2	0,023
3	3	2	0,028
4	4	2	0,035
5	5	2	0,045
6	6	2	0,068
7	7	2	0,077
8	8	2	0,083
9	9	2	0,097
10	10	2	0,102
11	11	2	0,146
12	12	2	0,223
13	13	2	0,348
14	14	2	0,452
15	15	2	0,515



Gambar 5. Sterilisasi Air Menggunakan Ozonator

Tabel 6. Analisis Kinerja Ozonator Sebagai Sterilisator Air Bersih

Percobaan ke-	Debit Air (Liter/menit)	Hasil Pemeriksaan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	
		Sebelum	Sesudah
1	2	Ada	Tidak ada
2	2	Ada	Tidak ada
3	2	Ada	Tidak ada
4	2	Ada	Tidak ada
5	2	Ada	Tidak ada

Subbab ini menjelaskan mengenai pembahasan data hasil penelitian penulisan jurnal ilmiah yang telah diuraikan pada subbab sebelumnya.

Ozonator yang digunakan mempunyai kapasitas udara dalam generator sebesar 3,33 Liter. Kecepatan aliran udara (debit udara) yang didesain sesuai dengan kemampuan peralatan pengambilan sampel udara atau *midget impinger* adalah 2 liter/menit. Dengan demikian waktu detensi udara dalam generator dapat dihitung dengan persamaan (4) sebagai berikut :

$$T_d (\text{waktu detensi}) = \frac{\text{volume udara ozonator}}{\text{debit udara}} \quad (4)$$

$$T_d (\text{waktu detensi}) = \frac{3,33}{2}$$

$$T_d (\text{waktu detensi}) = 1,665 \frac{\text{L}}{\text{menit}} = 99,9 \text{ detik} \approx 100 \text{ detik}$$

Sedangkan, untuk Volume Efektif ozonator diuraikan sebagai berikut :

$$\text{Volume Efektif ozonator} = \frac{\text{Volume Aliran Udara Maks}}{60}$$

$$\text{Volume Efektif ozonator} = \frac{200 \text{ Liter/jam}}{60 \text{ menit}}$$

$$\text{Volume Efektif ozonator} = 3,33 \text{ Liter/Menit}$$

Pengambilan sampel gas ozon dilakukan pada udara bebas, dengan tujuan untuk mengetahui kandungan ozon yang terdapat dalam udara bebas tersebut. Hasil dari analisis ozon pada udara bebas ini akan digunakan sebagai kontrol, untuk dibandingkan dengan pengambilan ozon melalui ozonator yang telah didesain (Ferry Kriswandana dkk, 2014). Adapun hasil secara lengkap ditunjukkan pada tabel 2.

Untuk mengetahui fungsi dari ozonator dalam mengubah oksigen (O_2) menjadi gas ozon (O_3) maka diperlukan uji coba generator tersebut dengan menggunakan input udara bebas atau alamiah dan juga oksigen murni atau pure oxygen yang didapat dari tabung oksigen. Ozonator dilakukan uji coba pengambilan sampel gas ozon dengan input udara bebas yang mengandung oksigen secara alamiah (Ferry Kriswandana dkk, 2014). Adapun hasil pengambilan contoh gas ozon melalui ozonator ditunjukkan dalam tabel 3.

Ozonator yang digunakan dapat menghasilkan gas ozon yang konsentrasinya lebih besar dibandingkan dengan kadar ozon alamiah di lapisan troposfer. Ini menunjukkan bahwa Ozonator tersebut telah mampu mengubah molekul oksigen (O_2) dan atom oksigen (O) menjadi gas ozon (O_3) (Ferry Kriswandana dkk, 2014). Sebagaimana ditunjukkan pada hasil penulisan jurnal ilmiah pada tabel 4 yang menjelaskan bahwa terjadi kenaikan sebesar 3,68 % sampai dengan 4,657 % konsentrasi gas ozon dari sampel kontrol dibandingkan dengan sampel perlakuan menggunakan ozonator.

Besar kadar ozon yang dapat dihasilkan oleh Ozonator dengan sinar ultraviolet ganda dengan input udara murni di lapisan troposfer berkisar antara $1,61 \times 10^{-5}$ ppm sampai dengan $1,80 \times 10^{-5}$ ppm (Ferry Kriswandana dkk, 2014). Beberapa penulisan penelitian terdahulu menyebutkan bahwa ozon dengan konsentrasi kurang dari 0,5 ppm mampu menghancurkan mikroorganisme termasuk juga virus dalam air (JW dkk, 1974).

Kemampuan ozonator untuk menghasilkan gas ozon sudah dapat dibuktikan pada kegiatan uji coba di atas. Untuk mendapatkan kadar ozon sebagaimana yang diharapkan (0,5 ppm), sehingga mampu berfungsi sebagai sterilisator air bersih tidak dapat dicapai hanya dengan menggunakan input udara bebas. Dalam penulisan jurnal ilmiah ini udara bebas sebagai input ozonator akan dicampur dengan oksigen murni dengan cara menambahkan konsentrasi oksigen murni yang berasal dari tabung gas ozon, sampai mendapatkan hasil kadar ozon yang diharapkan (Ferry Kriswandana dkk, 2014).

Produksi gas ozon yang dihasilkan oleh ozonator dengan sinar ultraviolet ganda sangat tergantung pada input molekul oksigen (O_2) dan atom oksigen (O) kedalam generator tersebut (Ferry Kriswandana dkk, 2014). Hal ini ditunjukkan pada tabel 5 bahwa gas ozon yang dihasilkan dengan melalui beberapa percobaan menunjukkan adanya peningkatan yang cukup baik dengan bertambahnya input oksigen murni ke dalam reaktor ozon. Pada penambahan konsentrasi oksigen murni sebesar 15 liter/menit dapat menghasilkan gas ozon dengan konsentrasi sebesar 0,5 ppm. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gas ozon dengan konsentrasi rendah yakni kurang dari 0,5 ppm mampu menghancurkan mikroorganisme termasuk juga virus dalam air. Dalam bentuk gas, Ozon sangat baik dan mempunyai kemampuan untuk mengoksidasi beberapa zat kontaminan dalam air. Mekanisme desinfeksi Ozon dihasilkan dari reaksi molekul Oksigen (O_2) dan atom Oksigen (O). Konsentrasi 0,5 ppm yang telah dihasilkan selanjutnya diujicobakan sebagai sterilisator air bersih (Ferry Kriswandana dkk, 2014).

Tabel 6, pada konsentrasi 0,5 ppm, gas ozon mampu berlaku sebagai sterilisator air minum. Berdasarkan uji coba untuk menghasilkan gas ozon dengan konsentrasi 0,5 ppm diperlukan input oksigen ke dalam ozonator sebesar 15 liter/menit dan melalui beberapa kali uji coba serta pengambilan sampel air sebelum dan sesudah didisversikan gas ozon yang dihasilkan oleh ozonator ke dalam air minum menunjukkan dalam 5 (lima) kali pengambilan sampel, seluruhnya dapat meniadakan keberadaan bakteri *Escherichia coli* yang ada pada air sampel. Hal ini menunjukkan bahwa ozon dengan konsentrasi sebesar 0,5 ppm mampu sebagai sterilisator air minum, untuk debit air yang disteril sebesar 2 Liter per menit (Ferry Kriswandana dkk, 2014).

Pada gambar 5 diuraikan hasil penulisan jurnal ilmiah yaitu pada cairan berwarna merah yang merupakan campuran air mineral dan minuman bersoda berwarna merah dengan perbandingan 1:1. Dengan memasukkan selang reaktor ozonator ke dalam gelas percobaan, dapat dibuktikan bahwa ozon juga berperan dalam mengurangi kepekatan cairan (Ferry Kriswandana dkk, 2014). Namun, hal ini membutuhkan serangkaian waktu yang cukup lama. Hal ini juga menyebabkan kita tidak boleh

langsung mengkonsumsi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang baru selesai dikemas dikarenakan ozon yang membutuhkan waktu untuk terurai bersama oksigen (QC Staff PT Tirta Sukses Perkasa, 2021).

SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil analisa data penulisan jurnal ilmiah ini yaitu: kapasitas udara dan oksigen yang masuk ke dalam ozonator sangat menentukan kadar ozon yang dihasilkan. Kapasitas udara dalam ozonator yang dihasilkan sebesar 3,33 Liter yang berfungsi sebagai ruang pembentukan gas ozon. Waktu detensi yang dibutuhkan untuk mengubah molekul oksigen dari molekul oksigen menjadi molekul ozon yaitu sebesar 1,665 menit (100 detik). Hal ini dapat dikendalikan dengan mengatur debit udara yang masuk ke dalam ozonator setelah menghitung kapasitas udara yang ada pada ozonator. Gas ozon dengan kadar 0,5 ppm mampu sebagai sterilisator air minum dengan debit sebesar 2 Liter/menit. penggunaan ozonator juga dapat mengurangi kepekatan (warna) cairan yaitu semakin pekat maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengubahnya menjadi lebih jernih (bening).

Melalui penulisan jurnal ilmiah ini telah diungkapkan banyak hal mengenai Ozonator serta manfaatnya, oleh karena itu penulis menyarankan agar penggunaan Ozonator ini dapat semakin luas. Terutama saat pandemi COVID-19 ini, kiranya Ozonator dapat menjadi salah satu *air purifier* atau *air sterilizer* yang kian mendukung kesehatan masyarakat dengan terciptanya udara yang bersih serta meningkatnya dunia perindustrian di era global kini melalui penggunaan Ozonator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasibuan, Martua. (2020). *Analisis Performansi Pompa Raw Water Di Water Treatment Plant Dengan Kapasitas 35m³/h Dan Head 40 m*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Nur, Amy. (2020). *Analisis Efisiensi Pada Water Tube Boiler Type Vicker Boskins Dengan Kapasitas 45 Ton/Jam Di PT Multimas Nabati Asahan*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Oktavia, Monika. (2019). *Pembentukan Ozon Pada Akuarium Menggunakan Tegangan Tinggi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Meidinariasty, Aneasari, Mustain Zamhari, Dwi Septiani, Novianita. (2019). *Uji Kinerja Membran Mikrofiltrasi Dan Reverse Osmosis Pada Proses Pengolahan Air Reservoir Menjadi Air Minum Isi Ulang*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya 10, 3.
- Rosmaniar, Dedeh. (2019). *Perbandingan Hasil Disinfeksi Menggunakan Ozon Dan Sinar Ultra Violet Terhadap Kandungan Mikroorganisme Pada Air Minum Isi Ulang*. Bandung: Universitas Al-Ghifari 9,1.
- Setiadi, Imam, Ayudia Mutiara. (2020). *Aplikasi Otomatisasi Pompa Kimia Oksidator Menggunakan Modul PLC SRB121FU Pada Unit Penyaringan Pendahuluan Arsinum Swro*. Banten: Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi 13, 2.
- Waluyo, Deril Alvia, Siti Saodah. (2015). *Perancangan dan Realisasi Generator Ozon menggunakan Metoda Pembangkitan Tegangan Tinggi Bolak – Balik (AC)*. Bandung: Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung 1(3) : 38-46.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan 2021

Syaiful, Muhammad. (2017). *Otomasi Sistem Pencucian Botol Pada Produksi Botol AMDK Berbasis PLC OMRON CPIL di PT Segar Utama Mojokerto*. Surabaya: Institut Bisnis dan Informatika Surabaya.