

Efektifitas Proses Ozonisasi Studi Kasus: Sungai Cikapundung

Dwinda Maudila¹, Siti Ainun², M. Rangga Sururi³

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas, Bandung.

Email: dwindamaudy@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas air permukaan biasanya didominasi oleh kandungan bahan organik. Hal yang dapat mempengaruhi kandungan bahan organik salah satunya adalah perubahan tata guna lahan. Apabila kandungan bahan organik tinggi maka DO akan menurun, sehingga memungkinkan adanya degradasi bahan organik oleh bakteri anaerob pada sungai. Ozon merupakan oksidator kuat yang dapat mengoksidasi bahan organik dan anorganik dalam air, hasil dekomposisinya dapat menghasilkan OH radikal yang bersifat tidak selektif. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik bahan organik di Sungai Cikapundung serta mengetahui penyisihan kekeruhan dan BOD dengan menggunakan proses ozonisasi. Proses ozonisasi dilakukan pada reaktor batch selama 60 menit dengan interval kontak waktu 10 menit pada ozon kontaktor yang bervolume 1,5 liter. Parameter yang diukur meliputi pH, suhu, DHL, kekeruhan, COD, BOD, alkalinitas, UV_{254} dan KSO yang didasarkan pada SNI dan SMWW. Hasil yang didapatkan pada karakteristik yaitu dengan adanya perubahan tata guna lahan dari daerah yang belum terbangun menjadi daerah terbangun menyebabkan kualitas air Sungai Cikapundung mengalami penurunan dari Hulu menuju Hilir, hal ini dapat dilihat dari adanya peningkatan kekeruhan pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah Hilir berturut-turut adalah 1,97 NTU, 19,33 NTU dan 20 NTU. Peningkatan BOD pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir adalah 2,38 mg/L, 26,72 mg/L dan 35,68 mg/L. Proses ozonisasi menyebabkan penurunan nilai kekeruhan pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah, Hilir sebesar 35,02%, 38,84% dan 34,16% serta peningkatan nilai BOD sebesar 57,97%, 63,53% dan 60,23%. Karakteristik bahan organik pada Sungai Cikapundung semakin hilir semakin meningkat, dengan adanya proses ozonisasi dapat menurunkan nilai kekeruhan dan meningkatkan konsentrasi BOD yang menunjukkan adanya perubahan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana.

Kata kunci : Sungai Cikapundung, kualitas air, proses ozonisasi

ABSTRACT

Surface water quality usually dominated by organic matter. Things that can affect the organic matter content one of them is the change of land use. If the content of organic matter is high then the DO will decrease, thus allowing the degradation of organic material by anaerobic bacteria in the river. Ozone is a powerful oxidizing agent that can oxidize organic and inorganic materials in water, its decomposition results in non-selective OH radicals. This research was conducted to know the characteristic of organic material in Cikapundung River and to know the removal of turbidity and BOD by using ozonation process. The ozonation process was carried out on a batch reactor for 60 minutes with a 10 minute contact time interval on a 1.5 liter volume of contactor ozon. Parameters measured include pH, temperature, conductivity, turbidity, COD, BOD, alkalinity, UV254 and KSO based on SNI and SMWW. The results obtained on the characteristics that is with the change of land use from the area that has not been built into the built area caused the water quality Cikapundung River has decreased from Hulu to Hilir, this can be seen from the increase of turbidity in Cikapundung River Upstream, Middle and Downstream respectively is 1.97 NTU, 19.33 NTU and 20 NTU. The increase of BOD in Cikapundung River Upstream, Middle and Downstream was 2.38 mg/L, 26.72 mg/L and 35.68 mg/L. The ozonation process caused the decrease of turbidity value in Cikapundung River Upstream, Middle and Downstream is 35.02%, 38.84% and 34.16% and BOD value increased is 57.97%, 63.53% and 60.23%. Characteristics of organic material in Cikapundung River increasingly downstream, in the presence of ozonization process can reduce the turbidity value and increase the concentration of BOD which shows the change of complex organic compounds into simple organic compounds.

Keywords: Cikapundung River, water quality, ozonation process

1. Pendahuluan

Peranan sungai bagi kota-kota besar sangatlah penting, salah satunya yaitu Sungai Cikapundung yang melewati Kota Bandung. Sungai Cikapundung memegang peranan penting karena berdasarkan Perda Kota Bandung No. 18 Tahun 2011 tentang RTRW Kota Bandung Tahun 2011-2031 merupakan sungai yang dimanfaatkan sebagai air baku air minum, sumber air PLTA, drainase utama pusat kota, dan objek wisata Bandung.

Penggunaan lahan merupakan kegiatan yang bersifat dinamis untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Penggunaan lahan di sekitar DAS Sungai Cikapundung bervariasi seperti hutan; perkebunan; lahan kosong; pemukiman; kegiatan industri; perkantoran dan pertokoan. Adanya pemanfaatan lahan di bantaran Sungai Cikapundung akan berpengaruh terhadap kualitas air permukaan. Berdasarkan BPLHD Kota Bandung Tahun 2010 menyebutkan bahwa kualitas air Sungai Cikapundung mengalami penurunan, secara umum data menunjukkan bahwa semakin hilir kualitas air semakin buruk. Status mutu air Sungai Cikapundung dihitung dengan metode *Storet* dimana status mutu air Sungai Cikapundung Hulu yaitu Cemar Ringan dan Sungai Cikapundung Hilir Cemar Sedang.

Kandungan bahan organik pada air dapat diukur dengan BOD dan COD. COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan seluruh bahan organik baik yang sukar dan mudah di degradasi dalam air (Boyd, 1982). BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik (Boyd, 1982). Jika nilai BOD pada suatu perairan tinggi, maka nilai DO (*Dissolved Oxygen*) akan semakin berkurang. DO memegang peranan penting, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik. Jika kadar DO pada perairan rendah maka memungkinkan terjadinya degradasi bahan organik secara anaerob.

Umumnya kandungan bahan organik di air permukaan melebihi standar baku mutu. Kandungan organik di dalam air permukaan biasanya mendominasi hingga mencapai 60% (Effendi, 2003). Sehingga pengukuran kandungan bahan organik menjadi sangat penting bagi air permukaan, serta diperlukan adanya penyisihan kandungan bahan organik pada air permukaan.

Ozon termasuk oksidator kuat dan bersifat tidak stabil pada konsentrasi tinggi yang kemudian akan meluruh menjadi oksigen. Ozon mampu mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang terdapat di dalam air. Ozon memiliki sifat selektif, sehingga tidak semua pencemar akan bereaksi dengan ozon. Berbeda dengan senyawa hasil dekomposisi ozon yaitu OH radikal yang memiliki sifat tidak selektif, maka apabila ada bahan yang tahan terhadap ozon akan dioksidasi oleh OH radikal (Von Gunten, 2003). Ozon mampu mengoksidasi senyawa dalam air dengan dua cara yaitu reaksi langsung dan reaksi tidak

langsung. Reaksi langsung dilakukan oleh ozon itu yang terlarut dalam air, sedangkan reaksi tidak langsung yaitu dengan memproduksi OH radikal sebagai hasil dari proses dekomposisi ozon.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kandungan bahan organik pada Sungai Cikapundung bagian Hulu, Tengah dan Hilir serta mengetahui efisiensi penyisihan BOD dan kekeruhan dengan menggunakan proses ozonisasi sebagai upaya untuk menyisihkan kandungan bahan organik dalam air permukaan.

2. Metodologi

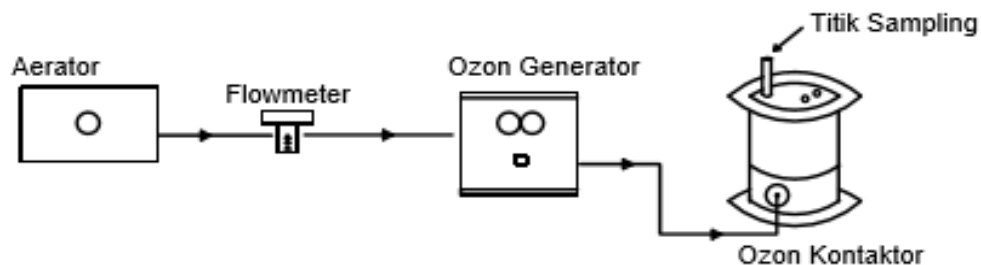
Tahapan pada penelitian ini yaitu studi pustaka, persiapan penelitian, pengukuran karakteristik awal, penelitian proses ozonisasi, analisa pembahasan dan kesimpulan.

2.1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan pada literatur yang menunjang proses penelitian. Studi pustaka didapatkan dari jurnal-jurnal, penelitian sebelumnya, dan buku. Studi pustaka merupakan hal yang penting dilakukan untuk menunjang kelancaran penelitian.

2.2. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian diantaranya meliputi persiapan alat yang akan digunakan dan persiapan bahan yang dibutuhkan. Alat yang dipersiapkan yaitu alat yang mendukung proses ozonisasi yaitu *aerator*, *flow meter*, ozon generator dan ozon kontaktor. Berikut skema rangkaian proses ozonisasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Ozonisasi

Aerator berfungsi untuk mensuplai udara ke ozon generator, dimana aliran udara yang disuplai diatur oleh *flow meter*. Ozon generator pada rangkaian ini menggunakan prinsip *plasma corona discharge* yang memecah O_2 untuk membentuk O_3 (Said, 2007). Gas ozon yang terbentuk lalu dialirkan menuju ozon kontaktor.

Reaktor yang digunakan merupakan reaktor dengan sistem *batch*, dimana debit udara yang dialirkan dari *aerator* sebesar 2 L/menit dengan menggunakan selang ke dalam ozon generator. Ozon yang dihasilkan dari ozon generator kemudian dialirkan pada ozon kontaktor bervolume 1,5 liter. Sampel direaksikan dengan ozon yang disuplai secara terus menerus dari ozon generator.

Persiapan bahan yang digunakan dalam penelitian didasarkan pada SNI dan SMWW. Persiapan bahan untuk pengukuran karakteristik yaitu pengukuran BOD menggunakan air pengencer yang terdiri dari buffer fosfat, magnesium sulfat, feri klorida, kalsium klorida, untuk pengukuran COD menggunakan larutan FAS 0,05 N, silver sulfat, kalium dikromat, untuk pengukuran alkalinitas menggunakan larutan HCL 1 N dan NaOH 0,1 N.

2.3. Pengukuran Kualitas Sampel Air

Pengukuran kualitas air dilakukan selama 12 hari dengan metode pengambilan sampel *composite sampling*, hal tersebut disebabkan karena adanya faktor yang dapat mempengaruhi masuknya pencemar bahan organik yang tidak bisa diperkirakan sehingga pengambilan sampel dilakukan selama 12 hari untuk melihat seberapa jauh fluktuasinya. Sampel yang digunakan berasal dari 3 titik yaitu Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir. Lokasi Bagian Hulu berada di di Jalan Bukit Tunggul Desa Cipanjalu Kecamatan Cilengkrang Bandung mewakili daerah dengan tata guna lahan yang belum terbangun dimana masih didominasi oleh hutan, kebun dan ladang; bagian Tengah berlokasi di Jalan Siliwangi (Teras Cikapundung) Kota Bandung mewakili tata guna lahan dengan daerah yang telah dipadati oleh pemukiman penduduk; dan bagian hilir berlokasi di Jalan Asia Afrika Kota Bandung mewakili daerah yang didominasi oleh kegiatan komersil.

Sampel air diuji di Laboratorium Lingkungan ITENAS dengan parameter yang diukur yaitu KSO, pH, temperatur, DHL, kekeruhan, alkalinitas, BOD, COD dan UV_{254} . Pengukuran konsentrasi sisa ozon (KSO) dilakukan untuk melihat reaksi yang dominan terjadi pada saat proses ozonisasi, apakah reaksi langsung oleh ozon yang bersifat selektif atau reaksi tidak langsung oleh OH radikal yang bersifat tidak selektif. Pengukuran pH dan alkalinitas bertujuan untuk mengetahui respon sampel air terhadap proses ozonisasi. Pengukuran DHL dan kekeruhan bertujuan untuk melihat kandungan bahan organik yang terdapat pada sampel air adalah tersuspensi atau terlarut. Pengukuran kandungan bahan organik yaitu BOD dan COD untuk mewakili mengetahui tingkat biodegradibilitasnya, pengukuran UV_{254} untuk mengetahui struktur bahan organik pada air. Metode pengukuran masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengukuran

Parameter	Metode	Sumber
pH	Elektroda Potensiometri	SNI 06-6989.11-2004
Kekeruhan	Turbidimetri dengan alat Turbidimeter Helliege	<i>Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 22 th edition</i>
Temperatur	Membrane Electrode	<i>Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 22 th edition</i>
DHL	Conductivitimetri	SNI- 06-6989.1-2004
Alkalinitas	Titration Asam-Basa	SNI No. 06-2422-1991
BOD	Titration Winkler	SNI 6989.72:2009
COD	Refluks Tertutup Secara Titrimetri	SNI 6989.73:2009
Konsentrasi Sisa Ozon (KSO)	<i>Indigo Colorimetri</i>	<i>Standard Methods for The Eximination Water and Wastewater 22 th edition</i>
Organik Aromatik	<i>UV Absorban Method</i>	<i>Standard Methods for The Eximination Water and Wastewater 22 th edition</i>

Sumber: SNI dan SMWW

2.4. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan proses ozonisasi konvensional. Waktu kontak pada penelitian ini yaitu selama 60 menit dengan interval waktu kontak per 10 menit. Waktu kontak tersebut ditentukan karena ozon adalah oksidator yang kuat dan memiliki nilai CT yang rendah dibandingkan dengan dengan desinfektan lainnya (Sururi, 2008). Debit udara yang digunakan yaitu 2 L/menit karena pada penelitian sebelumnya yaitu Kharisma, 2007 dalam Sururi, 2008 dengan debit udara tersebut menghasilkan ozon sebesar 66,67 ppm/detik, tabel produksi ozon dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Produksi Ozon Berdasarkan Debit Udara

Debit Udara (L/menit)	2	1	0,5
Waktu (detik)	1,5	3	6
Produksi Ozon (ppm/detik)	66,67	33,33	16,67

Sumber: Kharisma, 2007 dalam Sururi 2008

Sampel diambil dari kontaktor dan dilakukan pengukuran parameter konsentrasi sisa ozon, pH, suhu, DHL, kekeruhan, COD, UV₂₅₄, sedangkan untuk parameter BOD diukur pada saat menit ke 0, 30 dan 60 untuk melihat peningkatan nilai BOD, sedangkan parameter alkalinitas diukur pada saat menit ke 0 dan 60.

2.5. Analisa dan Kesimpulan

Analisa yang akan dilakukan pada hasil penelitian ini adalah analisa terhadap karakteristik awal Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir, analisa konsentrasi sisa ozon dan analisa efisiensi penyisihan parameter kekeruhan dan BOD pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Air Sungai Cikapundung

Sebelum melakukan proses ozonisasi, maka perlu diketahui karakteristik sampel air Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir terlebih dahulu, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Awal Sungai Cikapundung Tengah dan Hilir

Parameter	Satuan	Sungai Cikapundung Hulu	Sungai Cikapundung Tengah	Sungai Cikapundung Hilir
Temperatur	°C	19 – 19,70	22,2 – 22,8	22,35 - 22,85
pH		6,68 – 6,98	7,22 – 7,64	7,23 - 7,47
Kekeruhan	NTU	1,67 – 2,91	10,97 – 27,60	11,48 - 44,65
DHL	µmhos/cm	52,56 – 57,12	141,60 – 266	198 – 265
BOD	mg/L	2,25 – 2,52	13,10 – 61,2	22,3 - 71,70
COD	mg/L	3,67 – 4,00	24 – 48	56 – 96
UV-254	A	0,0423 – 0,0623	0,183 – 0,609	0,278 – 0,591

Sumber: Hasil Penelitian, 2017

Nilai temperatur pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir memiliki nilai sebesar 21.8 ± 2 °C. Temperatur termasuk parameter yang dapat mempengaruhi pelarutan ozon dalam air. Pada temperatur yang tinggi ketahanan dan keberadaan ozon di dalam air akan berkurang. Waktu paruh ozon dalam air pada temperatur 20 °C adalah 20 menit, sedangkan pada temperatur 25 °C adalah 15 menit (Hoigne dan Bader, 1983).

Nilai pH pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir berkisar diantara 6,68 – 7,64. pH menjadi salah satu parameter yang penting karena ion hidroksida dapat menginisiasi dekomposisi ozon. Nilai pH tinggi menunjukkan ion hidroksida yang tinggi, sehingga keadaan air akan basa dan ion hidroksida yang berperan sebagai inisiator semakin meningkat (Hoigne dan Bader, 1983).

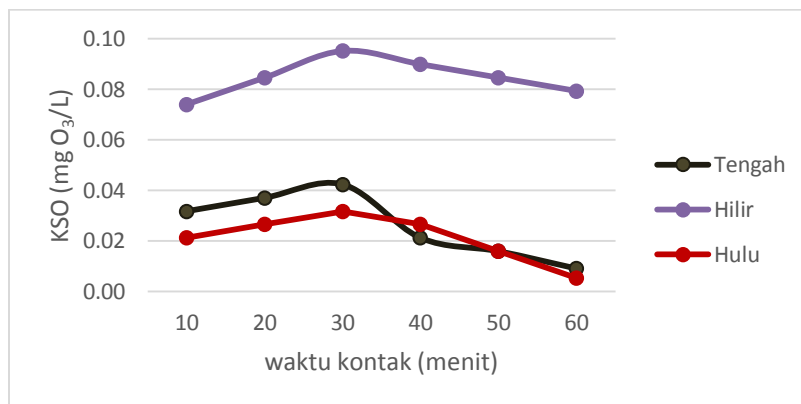
Nilai kekeruhan pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir berkisar antara 10,94 – 45,8 NTU. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air (Davis & Cornwell, 1991).

Daya Hantar Listrik (DHL) atau konduktivitas adalah kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik (Effendi, 2003). Semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, maka akan semakin tinggi pula nilai DHL (Sawyer, 2003). Nilai DHL pada Sungai Cikapundung Tengah dan Hilir berkisar antara 52,56 – 266 $\mu\text{mhos/cm}$. Tingginya nilai DHL pada perairan dapat menunjukkan tingkat pencemaran pada air.

Pengukuran konsentrasi COD menggambarkan kandungan organik dalam Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir, khususnya kandungan organik yang sukar terdegradasi. Kandungan organik dapat menjadi inisiator terjadinya dekomposisi ozon menjadi OH radikal. Pengukuran BOD bertujuan untuk mengetahui karakteristik awal pada sampel, pengukuran BOD dapat menggambarkan kandungan organik yang mudah terbiodegradasi.

3.2. Konsentrasi Sisa Ozon (KSO)

Pemantauan terhadap kelarutan ozon dalam air dapat dilakukan dengan mengetahui konsentrasi sisa ozon dalam sampel. Hal ini bertujuan untuk memantau kemampuan inisiator dalam mempercepat proses dekomposisi ozon (Krisnawati, 2014). Konsentrasi sisa ozon ozonisasi untuk Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir dapat dilihat pada Gambar 2.



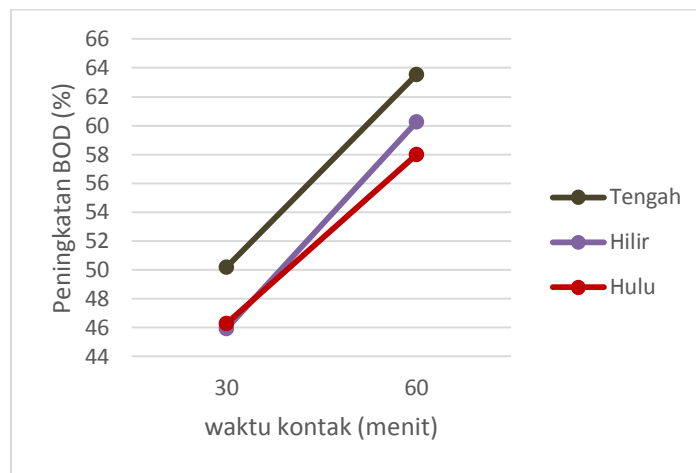
Gambar 2. Konsentrasi Sisa Ozon

Dapat dilihat pada Gambar 2 di atas bahwa nilai KSO menunjukkan adanya peningkatan pada waktu kontak 10 – 30 menit. Peningkatan konsentrasi sisa ozon untuk Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir pada waktu kontak 30 menit secara berturut-turut adalah 0,032 mg/L, 0,190 mg/L dan 0,357 mg/L. Konsentrasi sisa ozon kemudian

mengalami penurunan pada waktu kontak 40–60 menit. Penurunan nilai KSO dapat dipengaruhi oleh adanya peningkatan pH saat proses ozonisasi. Hal lain yang dapat mempengaruhi adalah adanya kandungan bahan organik pada sampel yang dapat menjadi promotor bagi reaksi berantai, akibatnya konsentrasi sisa ozon mengalami penurunan (Paramanita, 2011).

3.3. Penyisihan BOD dan Kekeruhan dengan Menggunakan Ozonisasi

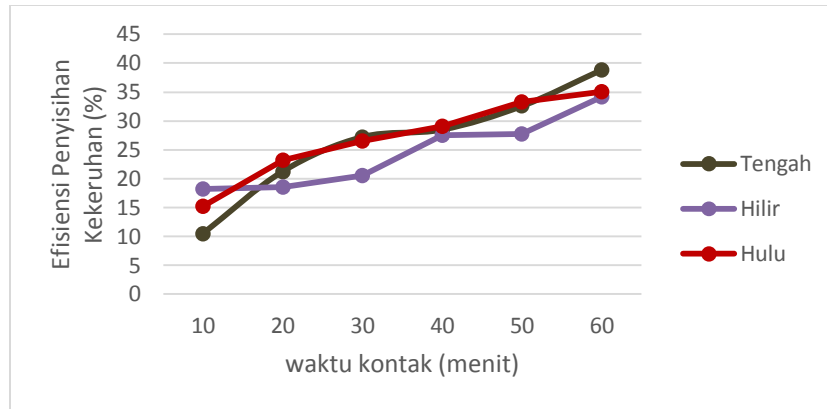
Pengukuran kandungan bahan organik diukur dengan menggunakan BOD. Tujuan dari pengukuran BOD yaitu untuk mengetahui seberapa tinggi kandungan bahan organik yang mudah terbiodegradasi terkandung di dalam sampel air. Berikut terdapat peningkatan konsentrasi BOD yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peningkatan Nilai BOD

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan adanya proses ozonisasi adanya peningkatan BOD pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir secara berturut-turut adalah 57,97%, 63,53% dan 60,23%. Adanya peningkatan nilai BOD disebabkan oleh proses ozonisasi dapat mengoksidasi kandungan bahan organik yang sulit terurai menjadi kandungan bahan organik yang mudah terurai, sehingga dengan proses ozonisasi dapat meningkatkan tingkat biodegradabilitas pada air.

Nilai kekeruhan pada air dapat disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang larut dalam air atau adanya bahan tersuspensi berupa lumpur dan pasir halus (Tchobanoglous, 2003). Proses ozonisasi dapat mengurangi nilai kekeruhan, efisiensi penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi Penyisihan Kekeruhan

Berdasarkan Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa adanya peningkatan efisiensi terhadap parameter kekeruhan. Efisiensi penyisihan kekeruhan pada Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir secara berturut-turut adalah 35,02%, 38,40% dan 34,16%. Nilai kekeruhan mengalami penurunan pada setiap waktu kontak. Penurunan nilai kekeruhan pada proses ozonisasi dapat disebabkan oleh adanya destabilisasi koloid karena adanya kontak dengan ozon yang bermuatan positif, sehingga partikel tersuspensi dapat mengendap (Rezagama, 2012).

4. Kesimpulan

Karakteristik awal Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir menunjukkan adanya peningkatan kandungan bahan organik pada air, hal ini dapat dilihat dengan peningkatan konsentrasi BOD pada Sungai Cikapundung semakin Hilir mengalami peningkatan. Proses ozonisasi pada sampel air Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir dapat menurunkan nilai kekeruhan, efisiensi penyisihan kekeruhan di Sungai Cikapundung Hulu, Tengah dan Hilir secara berturut-turut sebesar 35,02%, 38,84% dan 34,16%. Proses ozonisasi juga dapat meningkatkan biodegradabilitas pada air, hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya konsentrasi BOD saat proses ozonisasi.

5. Daftar Pustaka

- Boyd, 1982. Water Quality Management For Pond Fish Culture. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York
- BPLHD. 2010. Dokumen Kualitas Air di Sungai Cikapundung
- Davis, M.L, dan Cornwell, D.A. 1991. Introduction to Environmental Engineering 2nd. New York: Mc Graw-Hill
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. Kanisius.

- Hoigne, J dan Bader, H. (1983) Rate Constants of reaction of Ozone with Organic and Inorganic Compounds in Water. Dissociating Organic Compounds. Water Research
- Krisnawati, Amalia. 2014. Pengaruh Karakteristik Lindi Terhadap Ozonisasi Konvensional dan Advanced Oxidation Process (AOP). Itenas, Bandung.
- Paramanita. 2011. Penyisihan Bahan Organik Alami Pada Air Permukaan Dengan Ozonisasi dan Ozonisasi-Filtrasi. Intitut Teknologi Nasional. Bandung.
- Rezagama, Arya., Notodarmojo, S. 2012. Studi Ozonisasi Senyawa Organik Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sarimukti. ITB. Teknik-Vol.34 No..2 Tahun 2013, ISSN 0852-1697
- Said, Nusa Idaman. 2008. Teknologi Pengolahan Air Minum: Teori dan Pengalaman Praktis. Jakarta
- Sawyer, C. N., McCarty, P.L., & Parkin, G. F. (2003). Chemistry for Environmental Engineering and Science (5 ed): McGraw-Hill.
- SNI 6989.72:2009 Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)
- SNI 06-6989.11-2004 Tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Alat pH Meter
- SNI 06-6989.1-2004 Tentang Cara Uji Daya Hantar Listrik
- SNI 06-2422-1991 Tentang Keasaman Air dengan Titrimetri
- SNI 6989.73.2009 Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)
- Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 2130.B Nephelometric Method
- Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 4500-O G Membrane Electrode
- Sururi, Rangga. 2008. Pembentukan Lower Molecular Weight (LMW) Organik: Aldehyd Sebagai Hasil Samping Proses Desinfeksi dengan Ozon. Tesis Magister Departemen Teknik Lingkungan ITB, Bandung
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., & Stensel, H.D. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Metcalf and Effy, inc. Hongkong : McGraw-Hill Company, Inc.
- Von Gunten. U.(2003). Ozonation of Drinking Water: Part I. Oxidation Kinetics and Product Formation. Water Research, 37 (7), 1443-1467