

PENGARUH VARIASI JUMLAH *MICROBUBBLE GENERATOR* (MBG) TERHADAP KENAIKAN KADAR *DISSOLVED OXYGEN* (DO) YANG DIHASILKAN PADA RUANG TERBUKA

EFFECT THE NUMBER OF MICROBUBBLE GENERATORS (MBG) ON THE INCREASE OF DISOLVED OXYGEN (DO) LEVELS PRODUCED IN THE OPEN SPACES

Wr Supratman¹, Lathifa Putri Afisna^{2*}, Harmiansyah³

(1),(2)Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia.

(3)Program Studi Teknik Biosistem, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia.

wrsupratman.119170070@student.itera.ac.id

putri.afisna@ms.itera.ac.id

harmibm@gmail.com

Abstrak

Air bersih merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup yang dibutuhkan setiap hari. *Dissolved Oxygen* (DO) merupakan oksigen yang terlarut pada air yang yang disuplai oleh sebuah alat *Microbubble Generator* (MBG). Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kenaikan tingkat *Disolved Oxygen* (DO) serta *oxygen transfer coefficient* (K_{La}) yang terdapat di dalam air terhadap variasi debit air (Q_L) dan debit udara (Q_G) serta waktu aerasi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan penelitian terhadap kinerja *microbubble generator*. Media utama pengujian ini menggunakan kolam terpal dan air bersih. Penelitian ini dilakukan pada ruang terbuka dengan dua buah MBG dengan tipe yang sama. Parameter pengujian yang digunakan adalah variasi debit air (Q_L) 20 lpm, 30 lpm, 40 lpm dan variasi debit udara (Q_G) 0,1 lpm, 0,5 lpm, 0,7 lpm serta waktu (t) aerasi selama 60 menit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja *multiple-microbubble generator* lebih optimal untuk menghasilkan kadar oksigen terlarut. Nilai DO yang dihasilkan sebesar 1,7 mg/L – 2,3 mg/L. Pengaruh dari debit air (Q_L) menunjukkan bahwa semakin tinggi debit air (Q_L) yang diberikan, maka peningkatan kadar oksigen terlarut didalam air akan lebih cepat dan signifikan. Nilai K_{La} yang dihasilkan berbanding lurus dengan kecepatan aliran, semakin tinggi kecepatan aliran yang diberikan maka akan semakin besar nilai K_{La} yang dihasilkan.

Kata Kunci : *Microbubble Generator*, Air Bersih, *Dissolved Oxygen*

Abstract

Water is a very important necessity for the life of living things that are needed every day. Dissolved Oxygen (DO) is oxygen dissolved in water that is supplied by a Microbubble Generator (MBG). The main objective of this test is to determine the increase in the level of Dissolved Oxygen (DO) and oxygen transfer coefficient (KLa) contained in water against variations in water discharge (QL) and air discharge (QG) and aeration time. The research method used is the experimental method by conducting research on the performance of microbubble generators. The main media of this test used a tarpaulin pool and clean water. This research was conducted in an open space with two MBGs of the same type. The test parameters used were variation of water discharge (QL) 20 lpm, 30 lpm, 40 lpm and variation of air discharge (QG) 0.1 lpm, 0.5 lpm, 0.7 lpm and aeration time (t) for 60 minutes. The results of this study indicate that the performance of multiple-microbubble generator is more optimal to produce dissolved oxygen levels. The resulting DO value is 1.7 mg/L - 2.3 mg/L. The effect of water discharge (QL) shows that the higher the water discharge (QL) given, the increase in dissolved oxygen levels in the water will be faster and more significant. The KLa value produced is directly proportional to the flow velocity, the higher the flow velocity given, the greater the KLa value produced.

Keywords : *Microbubble Generator*, Clean Water, *Dissolved Oxygen*

I. Pendahuluan

Air adalah salah satu kebutuhan dasar dan penting dibutuhkan bagi kehidupan makhluk hidup pada umumnya. Begitu pentingnya air bagi kehidupan, tanpa adanya air, tentu akan menghambat aktivitas makhluk hidup (Sutandi, 2012). Penelitian Oktaviano dkk., (2014) menyatakan bahwa kebutuhan air bersih, sehat serta aman adalah bagian dari kebutuhan hajat hidup yang sangat vital bagi manusia. Baku mutu air adalah standar pada air yang ditetapkan berdasarkan sifat fisik, kimia, radioaktif, dan bakteriologis yang menunjukkan mutu air (A. Oktavianto, 2014).

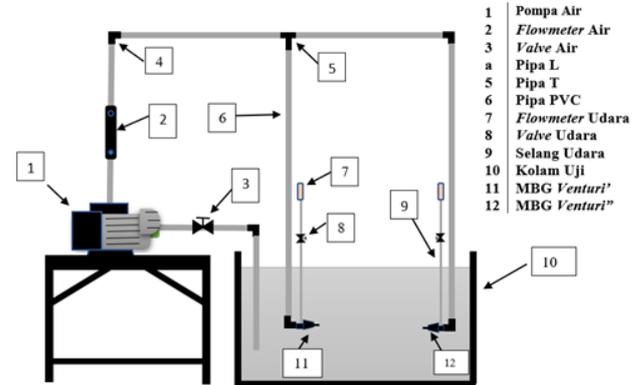
Berbagai teknik telah digunakan dalam pemurnian air di masa lalu. Salah satu teknik pengolahan yang ramah lingkungan dan biaya operasional yang rendah dapat dilakukan dengan teknologi *microbubble*. Peningkatan kualitas air juga bisa dilakukan dengan teknologi *microbubble* ini (D. I. Mawarni, 2019).

Microbubble merupakan sebuah gelembung atau *bubble* dengan diameter dalam milimeter dan mikrometer. Perpindahan massa yang dihasilkan oleh gelembung difusi juga mempengaruhi aplikasi biologi, kimia dan lingkungan. Analisis sederhana menunjukkan bahwa penggunaan *microbubble* merupakan solusi dari beberapa permasalahan yang berkaitan dengan aliran dua fasa, karena dapat menghasilkan nilai kontak antara permukaan fase gas serta cair yang besar (L. P. Afisna, 2020). Pengoperasian teknologi *microbubble* menggunakan sebuah alat yang disebut *Microbubble Generator*. *Microbubble Generator* (MBG) merupakan sebuah teknologi atau alat yang digunakan untuk membuat gelembung kecil atau mikro dengan diameter kurang dari 200 μm . Penelitian oleh Mawarni dkk., (2019) menjelaskan *Microbubble* merupakan *bubble* atau gelembung berukuran kecil dengan diameter kurang dari 100 μm (D. I. Mawarni, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari *microbubble generator* tipe venturi yang memiliki desain sederhana dan mudah diinstalasi. Banyak peneliti sudah melakukan penelitian menggunakan MBG ini. Namun, penelitian ini akan dilakukan pada air bersih dan berfokus pada pengaruh variasi jumlah MBG saat aerasi terhadap tingkat dissolved oxygen (DO) pada detensi waktu tertentu. Selain itu, penelitian ini juga melakukan analisis mengenai pengaruh kecepatan aliran air (Q_L) dan kecepatan aliran udara (Q_G) terhadap nilai koefisien Koefisien Perpindahan oxygen (KLa).

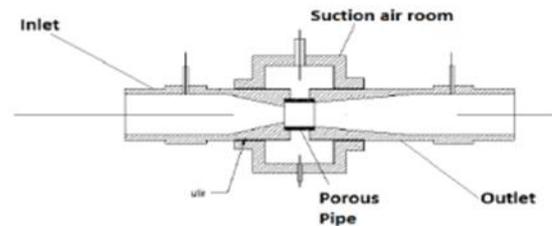
II. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan penelitian dan pengambilan data secara langsung. Diagram instalasi alat pengujian kinerja *microbubble generator* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Instalasi Pengujian Kinerja MBG

Kolam uji menggunakan kolam terpal dengan dimensi 200 x 100 x 50 cm diisi menggunakan air bersih dengan volume 0,8 m³.



Gambar 2. *Microbubble Generator* tipe Venturi (L. P. Afisna, 2020)

A. Analisis Data

Kualitas pada air ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya adalah jumlah kandungan oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) dan nilai Koefisien Perpindahan Massa (KLa). Pengukuran kandungan DO diukur secara langsung menggunakan perangkat DO Meter (Lutron 5510). Berikut ini merupakan rancangan penelitian yang digunakan.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Variasi	Parameter		
	Waktu (menit)	Q_L (lpm)	Q_G (lpm)
Single- Microbubble Generator	10	20	0,1
	30	30	0,5
	60	40	0,7
Multiple- Microbubble Generator	10	20	0,1
	30	30	0,5
	60	40	0,7

Koefisien Perpindahan Massa (KLa) pada umumnya didefinisikan sebagai proses kontak perpindahan antara dua fase yaitu fase gas ke fase cair (M. M. Harfadli, 2019). Koefisien perpindahan massa juga merupakan proses perpindahan massa secara keseluruhan per satuan menit. Nilai KLa dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\frac{dC}{dt} = KLa(Cs - Ct) \dots \dots \dots (1)$$

Perhitungan nilai oksigen terlarut terhadap waktu, dimana Cs merupakan konsentrasi oksigen jenuh yang terkandung pada air dan Ct merupakan konsentrasi oksigen pada interval waktu. Jika (t = 0), maka C0 bisa didapatkan dengan mengintegrasikan persamaan laju konsentrasi oksigen didapatkan persamaan lanjutan sebagai berikut.

$$\ln \frac{Cs - C_0}{Cs - C_t} = KLa(t - t_0) \dots \dots \dots (2)$$

B. Aplikasi MBG Venturi pada Air Bersih

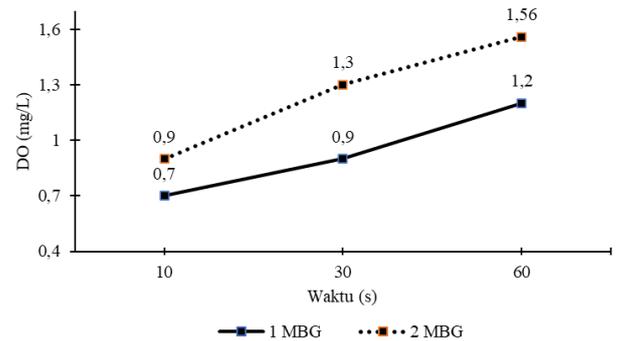
Pengujian kinerja *Microbubble Generator* tipe *Venturi* pada air bersih dilakukan Laboratorium Teknik Biosistem, ITERA. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil perbandingan kandungan oksigen terlarut pada *single-microbubble generator* dan *multiple-microbubble generator* serta mengetahui pengaruh debit air (QL) dan debit udara (QG) terhadap nilai Koefisien Perpindahan *oxygen* (KLa). Langkah awal yang dilakukan dalam pengujian ini adalah mengambil data oksigen terlarut sebelum dilakukan aerasi sebagai data DO kontrol. Selanjutnya, memasang instalasi *single-MBG* dengan parameter yang ditentukan dan diaplikasikan pada kolam uji dengan dimensi 200 x 100 x 50 cm.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Pengaruh jumlah MBG terhadap kadar DO pada air

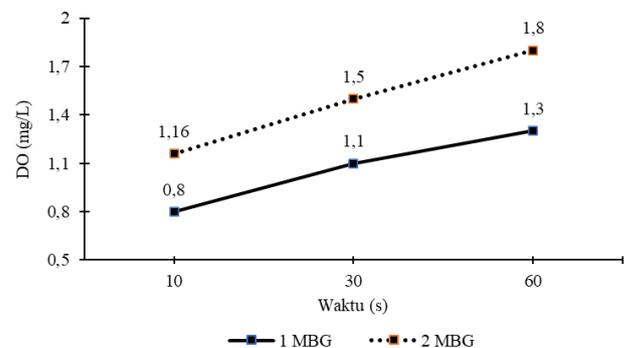
Salah satu indikator dalam mengukur kinerja dari *microbubble generator* adalah dengan menghitung nilai oksigen terlarut (DO) dan nilai KLa yang terjadi selama proses aerasi. Nilai DO sebelum dilakukan aerasi tercatat sebesar 6,17 mg/L. Pada pengujian *single-microbubble generator* dengan (QL = 20 lpm QG = 0,1 lpm) jumlah kandungan DO pada 10 menit awal terjadi peningkatan sebesar 0,7 mg/L. Nilai DO selama 60 menit aerasi terus mengalami peningkatan hingga 1,2 mg/L. Pada pengujian *multiple-microbubble generator* nilai DO terlihat lebih banyak dengan debit air dan debit udara yang sama kandungan DO yang dihasilkan sebesar 0,9 mg/L-1,56mg/L.

Penelitian ini dilakukan oleh (R. Via Yuliantari, 2021) juga mengklaim bahwa kualitas air ditentukan oleh jumlah oksigen terlarut di dalam air. Kualitas air yang baik ditandai dengan banyaknya kandungan oksigen terlarut di dalamnya (R. Via Yuliantari, 2021).



Gambar 3. Nilai DO pada proses aerasi 1 MBG dan 2 MBG (QG = 0,1 lpm dan QL = 20 lpm)

Pengaruh debit air (QL) dan debit udara (QG) terhadap kadar DO dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 terlihat bahwa semakin tinggi debit yang diberikan, maka nilai DO yang dihasilkan semakin meningkat dan berbanding lurus dengan variasi jumlah *microbubble generator* yang digunakan.

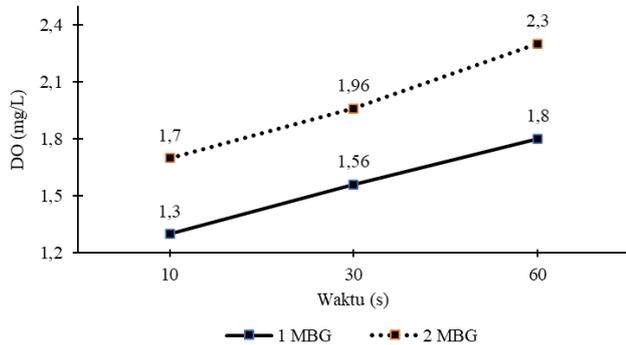


Gambar 4. Nilai DO pada proses aerasi 1 MBG dan 2 MBG (QG = 0,5 lpm dan QL = 30 lpm)

Selama 10 menit awal aerasi nilai DO yang dihasilkan pada *single-MBG* yaitu 0,8 mg/L dan mengalami peningkatan sebanyak 0,5 mg/L dengan hasil akhir DO pada 60 menit waktu aerasi sebesar 1,3 mg/L. Pengujian pada *multiple-MBG* mendapatkan hasil DO yang meningkat dan lebih banyak. Perbandingan pada 10 menit awal aerasi sebesar 0,36 mg/L dengan nilai DO sebesar 1,16 mg/L. Nilai akhir DO yang diperoleh pada pengujian *multiple-MBG* sebesar 1,8 mg/L, nilai ini mengalami perbandingan sebesar 0,5 mg/L dari pengujian *single-MBG*.

Penelitian yang dilakukan oleh (M. Ma'arij dkk., 2019) menyatakan umumnya nilai DO akan

semakin meningkat pada waktu aerasi yang semakin lama. Konsentrasi DO pada waktu detensi 10 menit hingga 60 menit mengalami penambahan oksigen terlarut. Hal ini dikarenakan kondisi udara yang terlarut dalam proses aerasi mengalami kejenuhan (M. M. Harfadli, 2019).

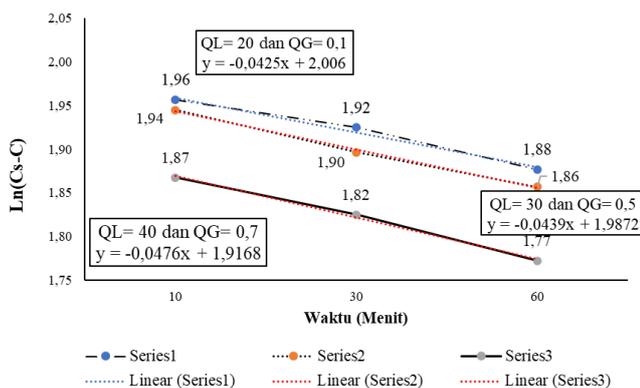


Gambar 5. Nilai DO pada proses aerasi 1 MBG dan 2 MBG ($Q_G = 0,7$ lpm dan $Q_L = 40$ lpm)

Mengamati pada grafik di atas, dapat ditentukan parameter optimum dalam menghasilkan oksigen terlarut terdapat pada pengujian *multiple-microbubble generator* menggunakan variasi debit ($Q_G = 0,7$ lpm dan $Q_L = 40$ lpm) dan nilai DO yang mampu dihasilkan sebanyak 1,7 mg/L – 2,3 mg/L.

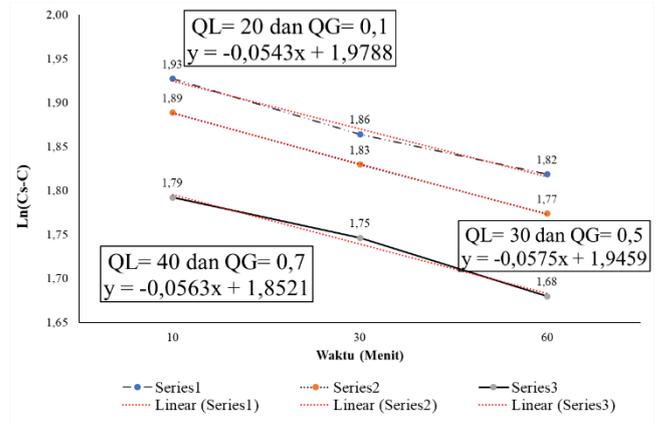
B. Analisis nilai Koefisien Perpindahan Massa (KLa)

Parameter untuk menguji kinerja dari MBG dapat dilihat juga dari tingkat KLa yang didapatkan. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengaruh debit aliran air (Q_L) dan debit aliran udara (Q_G) terhadap tingkat koefisien perpindahan massa (KLa) yang dihasilkan. Berikut ini merupakan grafik yang digunakan dalam menganalisis nilai KLa pada pengujian *single-microbubble generator* dan *multiple-microbubble generator* pada waktu aerasi selama 60 menit



Gambar 6. Koefisien perpindahan massa selama 60 menit proses aerasi *single*-MBG.

Gambar 6. menunjukkan hasil KLa sebesar 0,0425/menit merupakan hasil koefisien perpindahan massa selama 60 menit proses aerasi menggunakan *microbubble generator* tipe *venturi* dengan variasi $Q_L = 20$ lpm dan $Q_G = 0,1$ lpm. Menganalisis perbandingan dari ketiga nilai KLa yang dihasilkan pada setiap variasi debit air dan debit udara yang menunjukkan hasil terus meningkat sebesar 0,00051/menit. Hal ini menandakan semakin tinggi debit air dan debit udara yang diberikan maka akan semakin tinggi nilai KLa yang dihasilkan



Gambar 7. Koefisien perpindahan massa selama 60 menit proses aerasi *single*-MBG.

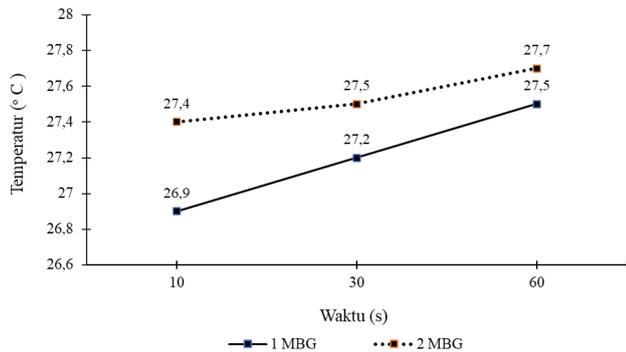
Gambar 7. merupakan grafik hasil pengujian mengenai nilai KLa pada uji *multiple-microbubble generator*. Pada grafik di atas nilai KLa yang didapatkan pada variasi ($Q_L = 20$ lpm dan $Q_G = 0,1$ lpm) senilai 0,0543/menit dan mengalami peningkatan sebesar 0,00032/menit pada variasi ($Q_L = 30$ lpm dan $Q_G = 0,5$ lpm). Variasi debit ($Q_L = 40$ lpm dan $Q_G = 0,7$ lpm) dengan lama aerasi 60 menit nilai KLa mengalami penurunan hingga 0,0012/menit dengan nilai akhir KLa sebesar 0,0563/menit.

Hasil penelitian ini juga dibuktikan pada penelitian (Welasih, 2016) mendapatkan hasil bahwa nilai KLa dapat dipengaruhi oleh kecepatan aliran. Dengan kata lain, semakin besar kecepatan aliran yang diberikan, maka nilai KLa yang dihasilkan akan terus meningkat (Welasih, 2016).

Hasil penelitian (Afisna, dkk., 2020) juga mendapatkan hasil yang sama. Nilai KLa meningkat seiring meningkatnya kecepatan aliran yang diberikan. Secara teori, peningkatan laju aliran menyebabkan penurunan tekanan yang lebih besar, sehingga meningkatkan turbulensi. Hal ini menyebabkan sejumlah besar gelembung pecah menjadi ukuran yang kecil dalam jumlah yang lebih banyak (L. P. Afisna, 2020).

C. Pengujian Temperatur Selama Proses Aerasi

Nilai oksigen terlarut dan KLa dapat dipengaruhi oleh temperatur pada air. Berikut temperatur yang tercatat selama proses pengujian kinerja *microbubble generator* tipe venturi.



Gambar 8. Nilai temperatur pada pengujian 1 MBG dan 2 MBG selama 60 menit proses aerasi.

Gambar 8. merupakan perbandingan temperatur dengan waktu aerasi pada ($Q_L = 40$ lpm dan $Q_G = 0,7$ lpm). Pada percobaan *single*-MBG nilai temperatur yang didapatkan selama 60 menit proses aerasi adalah $26,9\text{ }^{\circ}\text{C} - 27,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pada percobaan *multiple*-MBG nilai temperatur yang diperoleh selama 60 menit proses aerasi adalah $27,4\text{ }^{\circ}\text{C} - 27,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatur yang terkandung pada air cenderung mengalami peningkatan seiring dengan berlangsungnya proses aerasi. Penelitian mengenai KLa juga di lakukan oleh (Batara, dkk., 2017) mendapatkan hasil bahwa temperatur akan terus meningkat seiring dengan lama waktu proses aerasi (K. Batara, 2018).

IV. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, penambahan kadar *dissolved oxygen* pada air akan lebih optimal jika menggunakan *multiple-microbubble generator*. Nilai DO yang dapat dihasilkan mencapai $2,3\text{ mg/L}$. Nilai KLa pada pengujian *multiple-microbubble generator* lebih tinggi dibandingkan pada pengujian *single-microbubble generator*. Nilai maksimum KLa pada pengujian *multiple-microbubble generator* sebesar $0,00575/\text{menit}$, sedangkan pada pengujian *single-microbubble generator* nilai maksimum KLa hanya sebesar $0,00476/\text{menit}$. Parameter optimum dalam menghasilkan oksigen terlarut pada air terdapat pada pengujian *multiple-microbubble generator*, dengan DO yang mampu disuplai sebesar $2,3\text{ mg/L}$ selama 60 menit proses aerasi.

Sebagai pengembangan dari penelitian ini disarankan untuk menambah variasi pada jumlah *Microbubble Generator* dan waktu aerasi agar mendapatkan peningkatan nilai *Dissolved Oxygen* yang signifikan. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengenai variasi jumlah pada tipe *Microbubble Generator* berbeda agar mengetahui tipe apa yang lebih optimal dalam mensuplai *Dissolved Oxygen* pada air serta Melakukan penelitian mengenai rancang bangun alat *Microbubble Generator* dengan variasi diameter lubang *nozzle* yang berbeda agar mendapatkan hasil pengaruh ukuran diameter lubang *nozzle* terhadap kadar *Dissolved Oxygen* yang dihasilkan.

Referensi

- A. Oktavianto, N. N. (2014). Evaluasi Keamanan Sumber Air Minum Desa Mojo Kecamatan Padang Kabupaten Lumajang. *Jurnal Agroteknologi*, 185.
- D. I. Mawarni, A. D. (2019). Pengaruh Debit Fluida Air Terhadap Distribusi Diameter Bubble Pada Microbubble Generator Tipe Orifice-Porous Tube.
- K. Batara, B. Z. (2018). Pengaruh Debit Udara Dan Waktu Aerasi Terhadap Efisiensi Penurunan Besi Dan Mangan Menggunakan Diffuser Aerator Pada Air Tanah.
- L. P. Afisna, W. E. (2020). Aplikasi Microbubble Generator Porous-Venturi Pada Pengolahan Air Limbah Buatan. *Kurvatek*, 11-13.
- M. M. Harfadli, M. N. (2019). Estimasi Koefisien Transfer Oksigen (KLa) Pada Metode Aerasi Fine Bubble Diffuser : Studi Kasus Pengolahan Air Lindi TPA Manggar Kota Balikpapan. *Jurnal Sains Terapan*.
- R. Via Yuliantari, D. N. (2021). Pengukuran Kejenuhan Oksigen Terlarut Pada Air Menggunakan Dissolved Oxygen Sensor. *Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*.
- Sutandi, M. C. (2012). Penelitian Air Bersih Di PT. Summit Plast Cikarang.
- Welasih, T. (2016). Penentuan Koefisien Perpindahan Massa Liquid Solid Dalam Kolam Packed Bed Dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia*.