

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kadar oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kunci dalam menilai mutu air karena berperan langsung dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Nilai DO yang rendah tidak hanya menurunkan kualitas air, tetapi juga menghambat proses oksidasi alami berbagai senyawa terlarut. Salah satu metode yang umum digunakan untuk meningkatkan DO adalah aerasi, khususnya aerasi difusi yang menghasilkan gelembung gas melalui diffuser berpori. Efektivitas proses ini ditentukan oleh ukuran gelembung, laju aliran udara, serta waktu kontak antara fase gas dan cair. Diameter diffuser menjadi parameter penting karena memengaruhi ukuran gelembung yang terbentuk; semakin kecil diameter, semakin besar luas permukaan kontak dan semakin tinggi nilai koefisien perpindahan massa volumetrik (KLa). Peningkatan KLa berkontribusi terhadap kenaikan DO, yang selanjutnya memengaruhi proses oksidasi besi (Fe) dan mangan (Mn). Secara umum, efisiensi penyisihan Fe melalui aerasi dilaporkan berkisar 20%–90%, sedangkan Mn 20%–60%, yang menunjukkan bahwa ketersediaan oksigen menjadi faktor pembatas dalam reaksi oksidasi logam tersebut.

Dalam pengembangannya, sistem aerasi difusi diintegrasikan ke dalam berbagai konfigurasi reaktor, salah satunya *airlift reactor*. Reaktor ini memanfaatkan perbedaan densitas antara zona riser dan downcomer untuk menghasilkan sirkulasi internal tanpa pengadukan mekanis, sehingga lebih stabil dan efisien dalam distribusi gelembung. Beberapa studi menunjukkan bahwa *airlift reactor* konvensional memiliki nilai KLa yang lebih tinggi dibandingkan bubble column pada kondisi operasi yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik hidrodinamika reaktor turut menentukan efektivitas transfer massa oksigen.

Namun demikian, sebagian besar penelitian *airlift reactor* masih berfokus pada aplikasi biologis dan analisis hidrodinamika, sementara penerapannya pada proses fisik–kimia seperti oksidasi Fe dan Mn dalam air tanah masih terbatas. Selain itu, kajian yang menghubungkan nilai KLa secara real-time dengan kinetika reaksi oksidasi logam belum banyak dilakukan. Padahal, pemahaman hubungan antara

transfer massa oksigen dan laju oksidasi sangat penting untuk menjelaskan mekanisme penurunan kadar Fe dan Mn secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja transfer oksigen pada *airlift reactor* dengan variasi diameter diffuser 6 cm, 8 cm, 10 cm dan 12 cm serta mengevaluasi kinetika oksidasi Fe dan Mn secara real-time guna mengidentifikasi hubungan antara nilai KLa dan efektivitas penyisihan logam terlarut.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang di dapatkan berasal dari latar belakang di atas yaitu:

1. Bagaimana hasil perhitungan nilai koefisien perpindahan massa oksigen (KLa) pada sistem *airlift reactor*?
2. Bagaimana hasil penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah akibat proses aerasi dalam *airlift reactor*?
3. Berapa kebutuhan kadar oksigen terlarut yang efektif (optimum) dalam mendukung proses penyisihan Fe dan Mn pada sistem *airlift reactor*?
4. Bagaimana kinetika reaksi oksidasi besi (Fe) dan mangan (Mn) selama proses aerasi pada *airlift reactor*?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja transfer oksigen pada *sistem airlift reactor* serta mengkaji kinetika reaksi oksidasi besi (Fe) dan mangan (Mn) selama proses aerasi pada air tanah.

1.3.2 Tujuan

Dari rumusan masalah di atas maka didapatkan tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis nilai koefisien perpindahan massa oksigen (KLa) pada sistem *airlift reactor*.
2. Menganalisis kemampuan penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah akibat proses aerasi dalam *airlift reactor*.
3. Menganalisis kebutuhan kadar oksigen terlarut yang efektif (optimum) dalam mendukung proses penyisihan besi (Fe) dan mangan (Mn) pada sistem *airlift reactor*.

4. Menganalisis kinetika reaksi oksidasi besi (Fe) dan mangan (Mn) selama proses aerasi pada *airlift reactor*.

1.4 Manfaat

1. Bagi peneliti, sebagai tambahan pengetahuan, pemahaman, dan pengalaman mengenai analisis transfer oksigen serta kinetika reaksi oksidasi logam pada sistem *airlift reactor*.
2. Bagi akademisi, sebagai salah satu referensi ilmiah yang dapat digunakan dalam pengembangan penelitian mengenai koefisien perpindahan massa oksigen (KLa) dan proses aerasi pada pengolahan air tanah.
3. Bagi masyarakat dan praktisi teknik lingkungan, sebagai referensi dalam penerapan sistem *airlift reactor* untuk pengolahan air tanah yang mengandung besi (Fe) dan mangan (Mn).

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan pada sistem *airlift reactor* (ALR) menggunakan reaktor sistem *continuous*
2. Parameter yang digunakan adalah mangan dan besi yang diperoleh dari sampel air tanah yang ditemukan di Jalan Sunan Giri 13R Gg. Rajawali, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.
3. Penggunaan *water flow sensor*, *mass air flow sensor*, *temperature sensor*, dan DO meter pada sistem Arduino.
4. Parameter yang dianalisis meliputi *dissolved oxygen* (DO) secara real-time, nilai koefisien perpindahan massa oksigen (KLa), serta kadar besi (Fe) dan mangan (Mn)
5. Sampel besi (Fe) dan mangan (Mn) diuji pada laboratorium yang memiliki tenaga ahli serta peralatan yang sesuai standar analisis kualitas air