

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih adalah kebutuhan yang mendasari kesehatan, kesejahteraan, dan kemajuan ekonomi suatu bangsa. Di tengah pertumbuhan populasi dan aktivitas industri yang pesat, tekanan terhadap sumber daya air semakin meningkat. Sebagai salah satu sumber air, air tanah menjadi pilihan masyarakat terutama untuk wilayah-wilayah yang sulit dijangkau sistem perpipaan air bersih. Ironisnya, terdapat air tanah rentan tercemar dari berbagai sumber seperti limbah dari kegiatan industri, pertanian, domestik, dan lain-lain. Dalam beberapa kasus, air tanah rentan terdapat kandungan besi dan mangan. Pada penelitian Fadillah & Mulia (2023) di Desa Lakardowo, diketahui kandungan besi dan mangan air tanah pemukiman warga mencapai 1,23 mg/l dan 10,6 mg/l yang melebihi standar baku mutu. Masalah tersebut tidak hanya mengancam kesehatan individu tetapi juga dapat menghambat upaya pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*SDGs*), poin ke-6 yang menargetkan ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan untuk semua. Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya penanganan yang tepat agar air tanah tetap layak konsumsi dan tidak membahayakan kesehatan masyarakat. Dalam menurunkan kandungan besi dan mangan berlebih, salah satu metode yang umum digunakan yaitu aerasi.

Aerasi bekerja dengan meningkatkan kontak antara air dan udara, memicu oksidasi besi sehingga membentuk partikel padat yang lebih mudah dihilangkan (Zahroh & Putro, 2024). Aerasi ini memiliki beberapa metode seperti metode difusi, mekanik, semprot, dan gravitasi (Yuniarti et al., 2019). Metode aerasi secara gravitasi memiliki beberapa keuntungan seperti tidak memerlukan biaya tambahan untuk keperluan listrik karena hanya memanfaatkan gaya gravitasi. Salah metode aerasi secara gravitasi yaitu *tray aerator*.

Tray aerator merupakan salah satu pengolahan yang dapat diterapkan dengan biaya yang lebih terjangkau karena prosesnya yang sederhana dan tidak membutuhkan bahan kimia tambahan (Namira & Hidayah, 2025). *Tray aerator*

berupa beberapa *tray* (nampan) berlubang yang tersusun secara vertikal dimana air dialirkan dari *tray* yang berada di atas dan dialirkan menuju *tray* selanjutnya melalui lubang-lubang kecil pada *tray* (Kurniawan & Ali, 2023). Air yang melewati lubang-lubang dan jatuh ke *tray* selanjutnya akan kontak dengan udara sehingga terjadi oksidasi. Jarak *tray* pada *tray aerator* dapat membantu menurunkan kadar Fe terlarut dan Mn terlarut pada air sumur sebesar 85,83% dan 35,14% (Puspitasari & Hidayah, 2025). Jarak antar *tray* berhubungan dengan waktu kontak air dan udara. Waktu kontak berpengaruh pada proses aerasi *tray aerator* bahwa semakin lama waktu aerasi, maka semakin tinggi pula kesempatan air melakukan kontak dengan udara. Akan tetapi waktu kontak yang terlalu lama akan membuat air berada di fase yang jenuh dengan oksigen sehingga tidak mampu lagi untuk menerima oksigen dari fasa gas (Putri & Mirwan, 2020). Saat menuju fase jenuh oksigen dalam proses aerasi, grafik koefisien transfer oksigen (K_{La}) semakin menurun (Dhea et al., 2022).

Disamping itu, distribusi aliran air pada *tray aerator* dapat mempengaruhi efektivitas dari *tray aerator*, bahwa distribusi aliran air yang rata pada permukaan *tray aerator* penting untuk memperoleh efektivitas perpindahan gas dengan maksimum (AWWA & ASCE, 2004). Distribusi aliran *tray aerator* yang dipengaruhi oleh perbedaan diameter lubang dan penambahan media pada *tray* dapat menurunkan kadar Fe sebesar 98,8% (Namira & Hidayah, 2025) dan 17,26% (Zahroh & Putro, 2024). Namun, aliran air pada permukaan *tray aerator* dapat didistribusikan lebih baik dengan desain *inlet* yang tepat. *Inlet* berperan dalam mendistribusikan aliran air secara merata ke seluruh permukaan *tray*, sehingga air mengalir dalam bentuk tetesan-tetesan kecil yang tersebar secara seragam. Penyebaran air yang baik ini akan memperluas area kontak antara udara dan air serta meningkatkan turbulensi, yang pada gilirannya mempercepat proses oksidasi besi (Al Kholif et al., 2020). Proses oksidasi yang cepat tersebut ditandai dengan grafik koefisien transfer oksigen (K_{La}) yang meningkat (Harfadli et al., 2019). Sebaliknya, jika desain *inlet* kurang tepat, distribusi air menjadi tidak merata sehingga beberapa bagian *tray* kurang optimal dalam melakukan aerasi, yang akhirnya menurunkan efektivitas pengolahan air.

Oleh karena itu, penelitian ini mengarah pada pengaruh desain pipa *inlet* dengan menggunakan *tray aerator* dalam penurunan kandungan besi terlarut (Fe) dan mangan terlarut (Mn) pada air sumur.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun untuk rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh desain pipa *inlet* dan jarak antar tray terhadap waktu kontak optimum dan nilai oksigen terlarut?
2. Bagaimana nilai koefisien transfer oksigen (K_{La}) dalam proses aerasi menggunakan *tray aerator*?
3. Berapakah penurunan kadar Fe terlarut dan Mn terlarut dalam proses aerasi menggunakan *tray aerator* dengan variasi desain pipa *inlet* paling optimal?
4. Bagaimana kinetika reaksi penurunan Fe terlarut dan Mn terlarut air sumur dalam proses aerasi menggunakan *tray aerator*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh desain pipa *inlet* dan jarak antar tray terhadap waktu kontak optimum dan nilai oksigen terlarut.
2. Untuk mengetahui nilai koefisien transfer oksigen (K_{La}) dalam proses aerasi menggunakan *tray aerator*.
3. Untuk mengetahui penurunan kadar Fe terlarut dan Mn terlarut dalam proses aerasi menggunakan *tray aerator* dengan variasi desain pipa *inlet* paling optimal.
4. Untuk mengetahui kinetika reaksi penurunan Fe terlarut dan Mn terlarut air sumur dalam proses aerasi menggunakan *tray aerator*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi peneliti, sebagai tambahan pengetahuan, pemahaman dan pengalaman mengenai proses aerasi menggunakan *tray aerator* terhadap nilai koefisien transfer oksigen (K_{La}).

2. Bagi akademis, dapat berkontribusi pada pengembangan keilmuan di bidang teknik lingkungan khususnya teknologi pengolahan air dengan metode aerasi. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut di bidang pengolahan air dengan teknologi aerasi.
3. Bagi masyarakat, memberikan solusi kepada masyarakat yang mengalami masalah kualitas air tanah dengan kandungan besi yang tinggi sehingga mengurangi risiko gangguan kesehatan akibat konsumsi air dengan kandungan logam berlebih.

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan *tray aerator* dengan variasi desain pipa *inlet*, jarak antar *tray*, dan waktu aerasi.
2. Penelitian ini menggunakan sampel air demineralisasi dan air sumur di kecamatan rungkut, Surabaya
3. Penelitian ini dilakukan di Jalan Medokan Sawah Timur gg IB No. 5
4. Volume air sampel yang digunakan pada penelitian ini Adalah 70 liter.
5. Parameter yang akan diteliti adalah pH, Suhu, DO, Fe, dan Mn.
6. Parameter pH, suhu, dan DO diujikan secara in-situ.
7. Parameter Fe diujikan secara ex-situ.