

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan utama manusia. Namun dikutip dari [1], ketersediaan air yang layak di Indonesia saat ini baru mencapai 73,6 persen. Instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah sistem terintegrasi yang mengolah air baku menjadi air bersih. Saat ini, IPA banyak diterapkan pada pengolahan air untuk perumahan, perkantoran, industri, dan kampus. Air baku yang digunakan sebagai *inlet* pada IPA, dapat diperoleh dari berbagai sumber. Sumber tersebut adalah air hujan, air permukaan, dan air tanah [2]. Namun, air tersebut terkadang mengandung unsur-unsur seperti mangan, besi, magnesium, kalsium, dan logam yang melebihi baku mutu air. Hal ini dapat menyebabkan air berwarna kuning dan menimbulkan bercak-bercak pada pakaian serta dapat mengganggu kesehatan [3].

Aerasi merupakan salah satu tahap pengolahan air yang terdapat pada IPA. Proses aerasi dilakukan dengan maksud menambahkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Hal ini dilakukan agar kandungan zat organik dalam air berkurang. Selain itu, proses aerasi membuat kandungan zat besi dan mangan yang terdapat dalam air bereaksi dengan oksigen. Ketika zat besi dan mangan bereaksi dengan oksigen, akan terbentuk senyawa besi dan senyawa mangan yang dapat diendapkan [4, 5]. Menurut [6], debit udara dan waktu aerasi berpengaruh secara signifikan dalam menurunkan kandungan besi dan mangan terlarut dalam air. Oleh sebab itu, proses aerasi merupakan salah satu tahapan penting pada IPA.

Saat ini, strategi kendali proporsional-integral (PI) atau proporsional-integral-derivatif (PID) banyak digunakan dalam kendali proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) [7]. Namun, transfer oksigen adalah proses kompleks yang ditandai dengan penundaan waktu yang besar dan bersifat non-linier. Perubahan volume air, suhu air, dan tingkat keasaman dapat mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut. Sehingga sulit untuk mengendalikan konsentrasi oksigen terlarut dalam air menggunakan metode kendali PID [8, 9]. Padahal, salah satu syarat agar mikroorganisme pengurai zat organik dapat tumbuh adalah kandungan oksigen

yang tepat pada air. Secara umum, mikroorganisme tumbuh secara efektif dalam air ketika kandungan oksigen bernilai sekitar 3ppm dalam air [10].

Beberapa solusi telah diajukan pada penelitian sebelumnya, yaitu *PID fuzzy control* dan *model predictive control* (MPC) [9, 11]. MPC merupakan metode pengendalian yang paling efektif untuk mengendalikan kandungan oksigen terlarut dalam air [7]. Namun, MPC memiliki algoritma yang rumit dan membutuhkan komputasi dalam jumlah besar. Menurut penelitian sebelumnya [12, 13], *fuzzy logic controller* (FLC) dapat diterapkan pada sistem yang memiliki penundaan waktu yang besar dan non-linier. Selain itu, pada beberapa penelitian sebelumnya, proses kendali hanya berfokus pada proses aerasi tanpa mempertimbangkan volume air. Sehingga pada penelitian ini dirancang sistem yang dapat mengendalikan ketinggian air pada bak aerasi dan kandungan oksigen dalam air menggunakan algoritma FLC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana mengukur ketinggian air pada bak aerasi?
2. Bagaimana mengendalikan ketinggian air pada bak aerasi agar tetap konstan?
3. Bagaimana mengendalikan kandungan oksigen terlarut dalam air pada bak aerasi agar bernilai lebih dari 3ppm?

1.3 Tujuan

Tujuan yang hendak diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan suatu sistem yang dapat mengukur ketinggian air pada rentang 0-20cm dengan rata-rata akurasi pengukuran lebih dari 95%.
2. Merancang dan mengimplementasikan suatu sistem yang dapat mengendalikan ketinggian air pada bak aerasi berbasis pompa air. Sistem tersebut memiliki *error steady state* bernilai maksimal 5%.

3. Merancang dan mengimplementasikan suatu sistem yang dapat mengendalikan nilai kandungan oksigen terlarut berbasis aerator. Sistem tersebut memiliki *error steady state* bernilai maksimal 5%.

1.4 Manfaat

Manfaat yang hendak didapat pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menurunkan kandungan besi dan mangan terlarut dalam air.
2. Meningkatkan kualitas air sehingga keluaran sistem secara keseluruhan dapat digunakan untuk mandi, cuci, dan kakus.
3. Otomatisasi bak aerasi untuk IPA sederhana.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian fokus dalam masalah yang ditetapkan, diperlukan batasan masalah. Selain itu, batasan masalah diperlukan untuk menghindari kesalahpahaman dan meluasnya pembahasan. Batasan masalah tersebut adalah:

1. Air baku yang digunakan sebagai *inlet* adalah air tanah yang sudah terfiltrasi dari kotoran yang berukuran besar.
2. Nilai kandungan oksigen terlarut dalam air baku yang digunakan bernilai kurang dari 3ppm.
3. Jenis aerator yang digunakan adalah aerator *diffusers*.

1.6 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap pertama yang dilakukan untuk mendukung proses perancangan dan implementasi sistem. Studi meliputi pencarian literatur mengenai sistem yang serupa, konsep sensor dan aktuator yang terkait, dan metode pengendalian yang terkait. Literatur yang dimaksud adalah buku, jurnal, prosiding, tentang air bersih dan metode pengendalian (PID, FLC, dan MPC).

2. Perancangan Sistem

Tahap ini diawali dengan proses mendesain konsep solusi dari masalah yang didapatkan pada proses sebelumnya. Kemudian merancang cara kerja sistem agar sesuai dengan konsep awal. Sistem yang dihasilkan adalah sistem yang dapat mengendalikan ketinggian air dan kandungan oksigen terlarut dalam air pada bak aerasi.

3. Desain Algoritma

Sesuai dengan tahap sebelumnya, dipilih algoritma FLC sebagai solusi untuk sistem yang akan dibuat. Maka, pada tahap ini didesain *membership function*, *fuzzification*, *fuzzy rules*, dan *defuzzification* untuk kedua sistem.

4. Pengujian Sistem

Sistem diuji dengan berbagai variabel untuk mendapatkan data performa sistem. Hasil dari tahap ini adalah sistem yang sudah teruji dan dapat berfungsi sesuai tujuan awal.

5. Penarikan Kesimpulan

Terakhir, ditarik kesimpulan dan analisis terhadap sistem yang sudah diuji pada tahap sebelumnya. Diuraikan pula saran dan perbaikan untuk perkembangan sistem di masa yang akan datang.