

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari berbeda untuk tiap tempat dan tiap tingkatan kehidupan, karena kebutuhan air sangat kompleks antara lain untuk minum, masak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Selama ini kebutuhan air dipenuhi dari berbagai sumber, antara lain air tanah, air sungai, air hujan, air pegunungan, dan air laut (Wardahani dkk., 2024). Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga, seperti air minum, air mandi, dan sebagainya, terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu secara kuantitas, dan kualitas yang harus memenuhi persyaratan nasional, maupun internasional, seperti *World Health Organization* (WHO) dan *American Public Health Association* (APHA). Kualitas air yang tidak memenuhi syarat dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, sehingga keadaan lingkungan yang buruk terutama dalam penampungan sumber mata air yang tidak terjaga kebersihannya perlu menjadi perhatian (Manune dkk., 2019).

Penurunan kualitas air merupakan dampak dari aktivitas manusia yang mengeksploitasi lingkungan secara berlebihan. Pola hidup masyarakat yang kurang memperhatikan aspek lingkungan, seperti membuang sampah tidak pada tempatnya, membuang limbah berbahaya, serta alih fungsi kawasan hutan yang dapat meningkatkan potensi erosi dan seringkali menyebabkan sedimentasi pada dasar perairan dan berdampak negatif baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan alami terutama sumber air (Sulistiyorini dkk., 2017).

Instalasi pengolahan air dalam bentuk paket (baja atau fiber) sesuai SNI 6773 tahun 2008 atau dalam bentuk konstruksi beton dengan tulangan, berperan penting dalam pengolahan kualitas air, baik secara fisika, kimia, dan bakteriologi. Air baku yang awalnya tidak memenuhi baku mutu diolah menjadi air minum yang aman bagi manusia (Gustinawati, 2018). Salah satu sumber air baku dalam pengolahan air minum berasal dari air permukaan. Air permukaan secara fisik terdapat polutan fisik atau sedimen total yang meliputi material *diskrit* seperti kerikil, pasir, dan partikel padat tersuspensi (*Total Suspended Solids*) yang menyebabkan kekeruhan pada badan air (Hadi, 2021). Terdapat 3 klasifikasi tingkat kekeruhan yaitu

kekeruhan rendah (<50 NTU), kekeruhan sedang (50-100 NTU) dan kekeruhan tinggi (>100 NTU) (Abdullah, 2018). Pengukuran kekeruhan berguna untuk membandingkan sumber air yang berbeda dan unit pengolahan yang harus digunakan. Sungai merupakan salah satu contoh air permukaan yang kekeruhannya sangat tidak konstan atau fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh kadar limbah yang masuk ke sungai dan kekeruhan yang dipengaruhi oleh hujan. Air sungai memiliki turbulensi yang lebih deras pada saat hujan, sehingga kekeruhan pada air sungai akan meningkat (Nasution, 2020).

Penelitian yang dilakukan Gultom pada tahun 2021, data kekeruhan dari hasil pengukuran berada pada rentang 90,8-1.938 NTU. Faktor yang mempengaruhi tingginya tingkat kekeruhan disebabkan oleh *organic pollutant* dari limbah pabrik di hulu sungai. Selain itu, kekeruhan air baku sungai sangat dipengaruhi oleh perubahan laju aliran sungai yang disebabkan oleh hujan atau badai dapat berkisar 10 hingga 4.000 NTU (Crittenden dkk., 2012).

Berkeaan dengan peningkatan kebutuhan air dari waktu ke waktu, fluktuasi kekeruhan air baku yang ekstrem sebagaimana diuraikan di atas, serta keterbatasan anggaran untuk investasi infrastruktur sistem penyediaan air minum yang baru, kiranya sangat diperlukan metode baru dalam pengolahan air minum yang memiliki potensi *uprating*. Paket IPA yang menerapkan metode untuk kemampuan *uprating* dapat menjadi inovasi alternatif untuk menjawab kebutuhan yang terus meningkat dari waktu ke waktu, dengan keterbatasan anggaran yang sedang dihadapi saat ini. Metode *uprating* merupakan metode IPA yang dapat bekerja melampaui debit desain dengan menambahkan debit produksi pada IPA sampai dua kali debit awal. Prinsip utama *uprating* adalah mengoptimalkan kapasitas produksi yang mengacu pada faktor keamanan, sehingga menghasilkan air olahan yang tetap memenuhi baku mutu. Oleh karena itu, metode IPA *uprating* sangat dibutuhkan untuk menjawab kekurangan anggaran yang terjadi saat ini (Marini & Djoko, 2022).

Penyisihan kekeruhan pada air baku salah satunya dapat dilakukan dengan unit bak pengendap (sedimentasi). Unit sedimentasi adalah salah satu unit pada instalasi pengolahan air minum dengan tujuan pemisahan *solid-liquid* menggunakan pengendapan secara gravitasi. Pada unit sedimentasi konvensional, pemisahan

partikel terjadi akibat gaya dorong dan gaya gesek di dalam bak sedimentasi. Modifikasi baru pada unit sedimentasi dilakukan melalui rekayasa arah aliran ke bawah (*down flow*) pada zona pengendapan. Aliran bocor ini menyebabkan adanya aliran buangan secara kontinu dan terkendali di dasar zona pengendapan yang dinamakan *Continuous Discharge Flow (CDF)*. Aliran bocor menjadi penyebab munculnya gaya tambahan dengan arah ke bawah yang dikenal sebagai gaya CDF (F.CDF) dan bekerja terhadap partikel atau flok di zona pengendapan. Pengendalian besaran debit aliran buangan secara kontinu dan terkendali, dilakukan dengan cara pengaturan kebocoran pada *gate valve CDF* di zona pengendapan yang dinamakan dengan nilai CDF. Nilai efisiensi penyisihan kekeruhan sedimentasi metode CDF dapat dikategorikan relatif tinggi, jika dibandingkan dengan bak sedimentasi konvensional yang nilainya 65-70% (Ridwan dkk., 2022). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Yolanda pada tahun 2022, menyatakan bahwa unit sedimentasi metode CDF dengan nilai CDF 6%, mampu menyisihan kekeruhan pada air baku sebesar 92,44% dengan kekeruhan awal 110,24 NTU menjadi 8,33 NTU. Dalam penelitian Anggika pada tahun 2023, terbukti bahwa debit produksi dapat mencapai 240 L/jam, 360 L/jam, dan 480 L/jam, masing-masing dengan efisiensi penyisihan kekeruhan sebesar 98,72%, 97,46%, dan 96,46%. Dengan menggunakan nilai CDF 10% dari debit produksi.

Paket IPA yang sedang dikembangkan saat ini adalah Paket IPA Metode CDF yang terdiri dari unit koagulasi, flokulasi, unit sedimentasi metode CDF dan unit filter dengan media kuarsa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ahimsyih tahun 2023 yang menggunakan reaktor paket IPA metode CDF dengan nilai CDF 10%, resirkulasi CDF 100%, rasio luas *cone* 13% dari luas permukaan bak sedimentasi, posisi ketinggian *cone* 66% terhadap ketinggian zona pengendapan dari dasar, dan menggunakan *plate settlers*, diperoleh efisiensi penyisihan kekeruhan pada debit desain 240 L/jam, dan debit *uprating* 360, 480 L/jam secara berturut-turut yaitu sebesar 98,94%, 98,53%, dan 97,99% untuk kekeruhan awal 600 NTU. Nilai kekeruhan air hasil olahan paket IPA tersebut dengan unit filter menggunakan pasir kuarsa setebal 37 cm secara berturut-turut adalah 6,487NTU, 8,959 NTU, dan 12,269 NTU.

Berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia, kadar kekeruhan minimum adalah 3 NTU, maka penelitian yang telah dilakukan oleh Ahimsyih pada tahun 2023 mendapatkan hasil bahwa tingkat kekeruhan air hasil olahan masih tidak memenuhi standar baku mutu yang berlaku, baik dalam skala debit desain 240 L/jam maupun pada skala debit *uprating* 360 L/jam dan 480 L/jam, yaitu berkisar dari 6,48 - 12,27 NTU. Kinerja unit filtrasi pada penelitian Ahimsyih tahun 2023 yang menggunakan media pasir kuarsa dengan ketebalan 37 cm mencapai efisiensi penyisihan kekeruhan rata-rata sebesar 62,97% - 70,57%. Berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan nilai *Continuous Discharges Flow* (CDF) secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi penyisihan kekeruhan pada proses pengolahan air. Hal ini sejalan dengan temuan Anjerina pada tahun 2021 yang menyatakan bahwa nilai CDF yang lebih tinggi berkorelasi positif dengan peningkatan laju pengendapan partikel, sehingga mempercepat proses penyisihan kekeruhan. Oleh karena itu, untuk mencapai baku mutu air minum sebesar 3 NTU dan menguji kapasitas maksimal suatu paket Instalasi Pengolahan Air (IPA), penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh penambahan nilai CDF dari 10% menjadi 15%, 17%, dan 20% terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah melakukan peningkatan nilai CDF dalam upaya meningkatkan kinerja Paket IPA Metode CDF dalam menyisihkan kekeruhan 600 NTU serta melihat potensi *uprating* dari IPA.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Menganalisis kinerja penyisihan kekeruhan Paket IPA Metode CDF dengan penambahan *plate settlers* dan penambahan nilai CDF dalam penyisihan kekeruhan air baku maksimum;
2. Menganalisis potensi *uprating* Paket IPA Metode CDF pada debit 360 dan 480 L/jam pada kekeruhan maksimum 600 NTU.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Melihat pengaruh penggunaan *plate settlers* terhadap kinerja Paket IPA Metode CDF dalam penyisihan parameter kekeruhan dengan kekeruhan tinggi;
2. Variasi Nilai CDF pada bak sedimentasi dapat menjadi alternatif dalam upaya meningkatkan kinerja bak sedimentasi;
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk diterapkan pada skala lapangan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan paket IPA yang terdiri dari unit koagulasi hidrolis berupa terjunan, flokulasi hidrolis dengan *perforate wall*, unit sedimentasi metode CDF dengan penambahan *plate settlers*, dan unit filtrasi dengan filter pasir kuarsa;
2. Sampel yang dipakai pada penelitian ini adalah air baku artifisial yang dibuat menggunakan kaolin *clay* dengan karakteristik tingkat kekeruhan, pH, dan suhu;
3. Unit sedimentasi metode CDF yang digunakan dengan nilai CDF 15%, 17%, dan 20% serta resirkulasi 100% aliran CDF guna mempertahankan kapasitas produksi sistem, rasio luas *cone* 13% dari luas permukaan unit sedimentasi dan ketinggian posisi *cone* 66% dari dasar zona pengendapan (Ridwan dkk., 2024);
4. Kemiringan sudut *plate settlers* yang digunakan pada penelitian sebesar 60° karena memiliki efisiensi tertinggi dalam penyisihan kekeruhan dan rasio panjang/jarak *plate settlers* (lp/dp) sebesar 18 (Hermana & Pratiwi, 2014);
5. Penelitian ini menggunakan debit desain 240 L/jam, dan variasi debit 360 L/jam, 480 L/jam sebagai debit *uprating*;
6. Penelitian ini menggunakan kekeruhan 600 NTU (SNI 6773:2008);
7. Baku mutu kekeruhan < 3 NTU (Permenkes 2, 2023);
8. Koagulan yang digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan dosis optimum ditentukan melalui *jar test*;

9. Percobaan dilakukan sebanyak 2 kali pengulangan (*duplo*) per variasi nilai CDF;
10. Analisis pengaruh variasi debit terhadap efisiensi penyisihan kekeruhan dengan uji korelasi *Rank Spearman* pada aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 29.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

- 
- BAB I PENDAHULUAN**
Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
Bab ini membahas tentang teori dasar, air baku, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, jenis aliran, koagulan dan proses pengendapan flokulen.
- BAB III METODOLOGI PENELITIAN**
Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, tahapan pembuatan larutan air baku artifisial, percobaan *jar test*, pengoperasian alat, pengambilan data, metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian.
- BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
Bab ini berisi data hasil penelitian yang dilakukan disertai pembahasan mengenai kinerja paket IPA sedimentasi metode CDF menggunakan *plate settlers* dan peningkatan nilai CDF pada unit sedimentasi.
- BAB V SIMPULAN DAN SARAN**
Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.