

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan instalasi pengolahan air salah satunya harus memperhatikan kondisi sumber air baku, yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas (Kawamura, 2000). Pertumbuhan kota yang relatif cepat, berimplikasi terhadap peningkatan kebutuhan air bersih dan berkaitan erat dengan faktor ketersediaan air baku. Pemanfaatan air baku yang bersumber dari aliran permukaan atau sungai di daerah hilir yang melintasi kota menjadi salah satu alternatif sumber air bersih di Indonesia, contohnya yaitu Sungai Cisadane yang dimanfaatkan oleh PDAM Kertaraharja Kota Tangerang (Saputri, 2011).

Fenomena pemanfaatan air permukaan yang melintasi kota juga berpotensi terjadi di Kota Padang, dikarenakan Kota Padang memiliki angka pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi sehingga membutuhkan alternatif sumber air baku tambahan seperti sumber air baku Sungai Batang Arau. Sungai Batang Arau ditinjau dari aspek kontinuitas dan kuantitas sangat potensial dalam memenuhi kebutuhan air bersih Kota Padang (Putri et al., 2019). Akan tetapi, pemanfaatan air permukaan yang melintasi kota seperti Sungai Batang Arau bagian hilir sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perkotaan yang menyebabkan kualitas air baku cenderung menurun dari waktu ke waktu. Salah satunya dalam bentuk kualitas fisik seperti kekeruhan dan *Total Dissolved Solid (TDS)*.

Air baku yang mengandung kekeruhan dan TDS yang tinggi harus diolah terlebih dahulu agar menghasilkan air yang layak untuk dikonsumsi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar maksimal kekeruhan dan TDS air yang baik untuk dikonsumsi masing-masing adalah 5 NTU dan 500 mg/l (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2010). Pengolahan air baku ini dilakukan pada instalasi pengolahan air yang dihubungkan dalam rangkaian proses untuk menghasilkan air dengan kualitas yang diinginkan (Schutte, 2006).

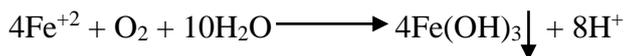
Penyisihan kekeruhan pada air baku salah satunya dapat dilakukan dengan unit bak pengendap (sedimentasi). Sedimentasi adalah proses pemisahan *suspended solid* dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi, sedimentasi menyisihkan *suspended solid* atau kekeruhan dengan mengurangi kecepatan dan turbulensi aliran sehingga memudahkan terjadinya pengendapan (Pizzy, 2010). Berdasarkan penelitian Hadi (2000), penggunaan bak sedimentasi konvensional hanya mampu menyisihkan *total suspended solid* dengan efisiensi sebesar 60-70%.

Bak sedimentasi konvensional cenderung membutuhkan lahan yang luas dalam desainnya. Untuk meminimalisir kebutuhan lahan, maka dikembangkan berbagai modifikasi unit sedimentasi. Modifikasi ini dirancang agar tetap menghasilkan kualitas air yang baik bahkan melebihi kinerja dari bak sedimentasi konvensional. Diantara jenis modifikasi ini adalah menggunakan *tube* atau *plate settlers*, sedimentasi metode *upflow*, sedimentasi metode *solid contact*, *sludge blanket clarifiers*, dan *ballasted sedimentation* (Crittenden et al., 2012).

Kurniawan (2019), melakukan modifikasi baru pada unit sedimentasi dengan rekayasa arah aliran di zona pengendapan menggunakan prinsip tangki bocor secara kontinu dan terkendali. Aliran ke bawah (*downflow*) yang disebabkan oleh aliran buangan secara kontinu dan terkendali di dasar zona pengendapan akibat bocor, menambah gaya baru yang bekerja terhadap partikel atau flok di zona pengendapan, yang disebut sebagai *Continuous Discharge Flow (CDF)* dan mampu meningkatkan efisiensi penyisihan kekeruhan (Ridwan, et al., 2021). CDF ini dapat menurunkan kekeruhan air baku dengan efisiensi sebesar 91,09%, yaitu 75,25 NTU menjadi 6,80 NTU pada percobaan pertama dan 6,71 NTU pada percobaan kedua. Efisiensi penyisihan kekeruhan dengan sedimentasi CDF ini diklasifikasikan relatif tinggi jika dibandingkan dengan bak sedimentasi konvensional dan hampir menyamai kinerja unit sedimentasi dengan menggunakan *settler*, yaitu 82 - 97% (Gurjar et al., 2017).

Pada penelitian Kurniawan (2019), penyisihan TDS air baku yang berasal dari Sungai Batang Arau pada saat proses koagulasi yang menggunakan sistem terjunan, di mana partikel yang terlarut dalam air mengalami oksidasi saat proses terjunan yang memiliki kesamaan dengan proses *Cascade Aerator* (Crittenden et al., 2012). Pada proses terjunan air, oksigen yang ada di udara masuk ke dalam aliran air dan

mengoksidasi partikel terlarut (TDS), salah satunya logam terlarut (Crittenden et al., 2012). Partikel terlarut yang berkontak dengan oksigen atau oksidator lain akan membentuk ion kompleks baru yang dapat diendapkan dan dihilangkan pada unit sedimentasi (Schutte, 2006). TDS seperti logam besi terlarut sebagai Fe^{+2} teroksidasi menjadi Fe^{+3} kemudian mengendap sebagai $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (Schutte, 2006), reaksi oksidasinya sebagai berikut:



Efisiensi penyisihan TDS pada penelitian Kurniawan (2019) masih kurang efektif, karena hanya mampu menyisihkan TDS sebesar 36,11%.

Penyisihan partikel terlarut atau TDS pada air baku dengan bantuan reaksi oksidasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan mekanisme pengadukan pneumatis pada unit koagulasi. Pengadukan pneumatis merupakan jenis pengadukan yang menggunakan udara (gas) berbentuk gelembung sebagai tenaga atau energi pengadukan melalui proses injeksi ke dalam air dan menimbulkan turbulensi yang memenuhi kriteria desain operasi unit koagulasi (Kawamura, 2000). Pengadukan pneumatis memiliki gradien kecepatan yang lebih besar dibandingkan pengadukan hidrolis. Gradien kecepatan yang semakin besar cenderung menghasilkan turbulensi dan proses pencampuran pada unit koagulasi lebih maksimal. Akan tetapi pengadukan pneumatis membutuhkan sumber tenaga pengadukan yang berasal dari energi tambahan sehingga mengakibatkan pengadukan pneumatis cenderung memerlukan biaya yang mahal.

Gradien kecepatan pengadukan pneumatis dipengaruhi oleh ukuran gelembung dimana ukuran gelembung pengadukan pneumatis harus kecil dari 2 mm, sedangkan ukuran gelembung normal berkisar antara 3-8 mm (Abuzar, 2005). Pemilihan ukuran gelembung sangat diperlukan dalam merancang sistem koagulasi dengan pengadukan pneumatis agar menghasilkan ukuran yang sesuai persyaratan dan menghasilkan proses koagulasi pneumatis yang lebih efektif. Ukuran gelembung udara yang semakin kecil pada pengadukan pneumatis mampu meratakan penyebaran oksigen di dalam air sehingga reaksi oksidasi lebih banyak terjadi. Semakin banyak terjadi reaksi oksidasi memiliki potensi untuk meningkatkan penyisihan kadar TDS dalam air baku. Menurut penelitian Zingga et al., (2020),

koagulasi dengan pengadukan pneumatis mampu menyisihkan TDS air sungai dengan efisiensi cukup besar yaitu 78,9%.

Efektivitas proses koagulasi dalam pengolahan air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH dan suhu air. Nilai pH optimal pada proses koagulasi dipengaruhi oleh penggunaan jenis koagulan, pH yang terlalu ekstrim akan mengganggu proses koagulasi dan flokulasi (Pizzy, 2010). Rentang pH optimum untuk koagulan PAC adalah 6-9 (Rosariawari & Mirwan, 2013). Menurut penelitian Kurniawan (2019), pengolahan air dengan reaktor unit koagulasi hidrolis, flokulasi *baffled channel* dan sedimentasi CDF menggunakan koagulan PAC tidak mempengaruhi nilai pH. Suhu air juga memberikan pengaruh terhadap proses koagulasi, di mana suhu yang terlalu rendah menghasilkan koagulasi yang tidak efektif (Pizzy, 2010). Sistem pengolahan air dengan reaktor unit koagulasi hidrolis, flokulasi *baffled channel* dan sedimentasi CDF tidak menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap suhu air hasil olahan (Yusri, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari Kurniawan (2019) sebagai upaya peningkatan dan menguji konsistensi kinerja unit sedimentasi metode CDF dalam menyisihkan kekeruhan dan TDS dari air baku Sungai Batang Arau Kota Padang di daerah hilir dengan menggunakan koagulasi pneumatis sebagai pengganti koagulasi terjunan. Penggunaan Air Sungai Batang Arau di daerah hilir sebagai sampel air baku pada penelitian ini dimaksudkan sebagai bagian dari studi pendahuluan terhadap kajian sumber air baku Kota Padang. Penelitian ini pada akhirnya dimaksudkan sebagai proses peningkatan kinerja unit sedimentasi metode CDF terhadap penyisihan parameter kekeruhan dan TDS pada air baku dalam skala laboratorium dengan miniatur Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang terdiri dari unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi metode CDF.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis efisiensi penyisihan kekeruhan dan TDS pada air baku menggunakan modifikasi koagulasi pneumatis sebagai bentuk penyempurnaan dan peningkatan kinerja reaktor unit sedimentasi CDF.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Memodifikasi rangkaian reaktor pengolahan air dengan menggunakan unit koagulasi pneumatis, flokulasi dan sedimentasi metode CDF pada skala laboratorium.
2. Menganalisis efisiensi penyisihan kekeruhan dan TDS air baku Sungai Batang Arau di daerah hilir akibat proses koagulasi pneumatis dengan 3 (tiga) variasi ukuran gelembung udara dan sedimentasi metode CDF.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Proses penyempurnaan unit sedimentasi metode CDF;
2. Sebagai literatur dalam pengembangan modifikasi unit sedimentasi;
3. Hasil penelitian diharapkan dapat dikembangkan dalam skala lapangan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Lokasi pengambilan sampel di Sungai Batang Arau Padang bagian hilir pada Koordinat $0^{\circ}57'44.5''\text{LS } 100^{\circ}23'49.3''\text{ BT}$;
2. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan miniatur Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang terdiri dari unit koagulasi pneumatis, flokulasi dan sedimentasi metode *Continuous Discharge Flow* (CDF) kapasitas 240 L/jam;
3. Koagulan yang digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan dosis optimum ditentukan melalui *jartest*;
4. Penelitian dilakukan sebanyak dua kali pengulangan (*duplo*), dengan melakukan pengambilan sampel sebanyak dua kali dan percobaan sebanyak dua kali;
5. Penelitian dilakukan dengan variasi terhadap ukuran diameter gelembung udara yang diinjeksikan pada sistem pengadukan pneumatis di unit koagulasi;
6. Penelitian menggunakan nilai bukaan CDF 5%.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori, air baku, karakteristik parameter kekeruhan air dan TDS, konsep unit koagulasi dengan pengadukan pneumatis, flokulasi, sedimentasi, serta kriteria desain untuk perancangan alat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, lokasi dan waktu penelitian, persiapan dan perhitungan spesifikasi alat dan bahan untuk membuat instalasi pengolahan air, tata cara pengoperasian alat serta metode analisis terhadap hasil penelitian di laboratorium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasan setelah dilakukan penelitian di Laboratorium Penelitian dan Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

