

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya menyebabkan kebutuhan penduduk akan barang maupun jasa di dunia terus meningkat. Hal tersebut memicu berdirinya industri untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Air merupakan kebutuhan fundamental bagi sebuah industri, baik sebagai air produksi, air pengisi *boiler*, air pendingin, maupun air bersih. Industri membutuhkan air sebanyak 0,4-1 L/dt/Ha untuk memenuhi semua proses dalam industri tersebut (Anonim, 2002). Sementara itu persediaan air di dunia sebesar 96,5% berupa air laut, sedangkan air tawar tersedia sebanyak 2,5% (Crompton, 2006). Air tawar tersedia dalam bentuk air permukaan dan air tanah. Air permukaan telah banyak digunakan sebagai sumber air bersih bagi masyarakat dan industri di sekitarnya. Meski demikian, kualitas air permukaan semakin memburuk akibat pencemaran dari berbagai sumber seperti limbah domestik, limbah perkotaan, maupun limbah industri. Oleh karena itu, dalam dekade terakhir air laut mulai dimanfaatkan sebagai sumber air melalui peran teknologi dan dengan berbagai pengolahan (Asmara dan Hasanuddin, 2012).

Salah satu pemanfaatan air laut bagi industri adalah sebagai air pengisi *cooling tower* industri. *Cooling tower* merupakan unit yang digunakan untuk menurunkan temperatur air melalui proses perpindahan panas (Anonim, 2006). Air yang digunakan sebagai pengisi *cooling tower* disebut *cooling water*. Sistem

cooling water merupakan bagian yang terintegrasi dari proses operasi pada industri. Proses produksi pada industri mayoritas membutuhkan *cooling water* untuk efisiensi dan operasi industri yang baik (Budiyono dan Sumardiono, 2013).

Salah satu syarat air yang digunakan sebagai *cooling water* harus jernih, maksudnya air harus bersih, tidak terdapat partikel-partikel kasar, dan partikel halus yang dapat menyebabkan air kotor. Parameter partikel-partikel kasar maupun halus tersuspensi dalam air direpresentasikan sebagai *Total Suspended Solid* (TSS). Padatan tersuspensi pada *cooling water* merupakan masalah serius. Padatan tersuspensi tersebut dapat menempel pada permukaan perpindahan panas sehingga mengakibatkan berkurangnya efisiensi perpindahan panas. Persyaratan air baku *cooling water* memiliki standar parameter konsentrasi TSS kurang dari 10 ppm (mg/L) (Budiyono dan Sumardiono, 2013).

Air laut sebagai bahan baku *cooling water* mengandung senyawa organik dan anorganik terlarut maupun tersuspensi, serta ion-ion seperti Na^+ 30,6%, Cl^- 55%, SO_4^- 7,7%, dan beberapa ion lainnya (Siregar, 2005). Senyawa-senyawa tersebut menyebabkan air laut tidak jernih (keruh) (Effendi, 2013). Data hasil monitoring dari air laut di Tanjung Perak memiliki konsentrasi TSS sebesar 137 mg/L pada sepertiga tahun 2009. Konsentrasi TSS pada muara sungai Lamong Gresik tahun 2012 berkisar 20-50 mg/L (Anonim, 2012^a). Berdasarkan dua data tersebut, air laut memerlukan pengolahan untuk menurunkan konsentrasi TSS agar dapat dimanfaatkan sebagai *cooling water*.

Metode pengolahan yang sering digunakan untuk mengendalikan konsentrasi TSS air laut yakni proses filtrasi secara kontinyu (Budiyono, dan

Sumardiono, 2013). Proses filtrasi menggunakan membran memiliki kelemahan pada penggunaan dan pemilihan membran yang tepat, serta sering terjadinya *fouling* dan polarisasi konsentrasi serta umur membran (Mulder, 1996). Untuk menekan kelemahan tersebut, maka dibutuhkan *pretreatment* sebelum air laut masuk ke dalam membran.

Pretreatment air laut sebelum masuk ke dalam kolom membran dapat dilakukan dengan metode koagulasi-flokulasi. Tujuan utama *pretreatment* menggunakan metode koagulasi-flokulasi adalah untuk menghilangkan padatan dalam air terutama padatan *non settleable*, padatan tersuspensi, dan koloid (Budiyono dan Sumardiono, 2013). Proses *pretreatment* dengan metode koagulasi-flokulasi telah banyak dilakukan. Koagulan yang biasa digunakan adalah koagulan FeCl_3 , karena memiliki nilai valensinya yang tinggi yaitu 3, sehingga optimal dalam mengikat partikel dan menggabungkan flok. Altaher dkk. (2011) menunjukkan koagulan FeCl_3 dengan konsentrasi 800 mg/L dapat menurunkan kekeruhan sebesar 95%. Wardhani dkk. (2011) membuktikan FeCl_3 dapat menurunkan TSS sebesar 99,31% dengan konsentrasi 1200 mg/L. Berdasarkan dua penelitian tersebut, variasi konsentrasi FeCl_3 800, 1000, 1200 dan 1400 mg/L dicoba pada penelitian ini.

Proses *pretreatment* dengan metode koagulasi-flokulasi terkadang masih kurang optimal (Budiyono dan Sumardiono, 2013). Untuk mendapatkan hasil yang baik, dibutuhkan jumlah koagulan yang banyak, sehingga kurang efisien dari segi biaya. Oleh karena itu, dibutuhkan peningkatan kinerja koagulasi-flokulasi. Peningkatan kinerja koagulasi-flokulasi dapat dilakukan antara lain dengan

penambahan alkalinitas, penambahan polielektrolit, penambahan kekeruhan dengan *clay*, dan pengaturan pH (Budiyono dan Sumardiono, 2013).

Clay atau tanah liat adalah substansi mineral yang digunakan dalam pengolahan air limbah dan memiliki kapasitas perpindahan ion yang tinggi, daya absorpsi, dan biaya yang murah untuk mendapatkannya (Fatimah, 2014). *Clay* dan mineral *clay* telah banyak diteliti. Awad dkk. (2003), membuktikan bahwa tanah liat lokal dari Sudan dapat menurunkan konsentrasi TSS sebanyak 44%. Penambahan flokulan berupa bentonit pada proses koagulasi-flokulasi air limbah sintetik menjadikan proses flokulasi menjadi lebih efisien dan mengurangi biaya, serta dapat meningkatkan removal turbiditas, *color*, dan logam berat (Abdelaal, 2004). Peningkatan fungsi *clay* sebagai koagulan tambahan (*koagulan aid*), adsorben, maupun katalis dapat dilakukan dengan modifikasi *clay* melalui proses aktivasi (Fatimah, 2014).

Aktivasi *clay* bertujuan untuk meningkatkan *performance* permukaan dan kandungan *clay* terutama *clay* alam seperti jenis *monmorillonit*/bentonit (Fatimah, 2014). Aktivasi lempung oleh asam mampu menambah luas permukaan lempung mencapai 65,2 m²/g (Suarya, 2008). Hasil aktivasi *clay* dan mineral *clay* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi asam dan lama perendaman. Dua peneliti melakukan aktivasi *clay* dengan konsentrasi H₂SO₄ yang berbeda. Rotua dkk. (2014), menggunakan lempung Desa Gema teraktivasi H₂SO₄ 0,5 M untuk menurunkan konsentrasi TSS sampai 58,59%. Hasil penelitian Suarya (2008), menunjukkan lempung dengan aktivasi asam sulfat 1,2 M memiliki aktifitas adsorpsi terbaik. Berdasarkan 2 penelitian tersebut, akan

dilakukan penelitian aktivasi bentonit menggunakan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,4, 0,8, 1,2, dan 1,6 M.

Salah satu faktor yang berpengaruh pada proses koagulasi-flokulasi adalah massa koagulan. Awad dkk. (2013), menggunakan variasi konsentrasi tanah liat sebagai koagulan sebesar 300-400 mg dalam pengolahan air sungai dengan turbiditas tinggi. Aygun dan Yilmaz (2010), memakai rentang 25-750 mg *clay* sebagai koagulan pada air deterjen. Hasil terbaik dalam mengolah air deterjen, ditunjukkan dengan massa 750 mg *clay*. Penelitian ini akan menggunakan variasi massa bentonit sebesar 200, 400, 600, dan 800 mg. Selain massa koagulan, waktu kontak koagulan dengan sampel juga berpengaruh terhadap efisiensi koagulasi.

Waktu kontak antara *clay* dan air sampel direpresentasikan dengan lama pengadukan lambat. Pengadukan lambat bertujuan menggumpalkan partikel-partikel terkoagulasi berukuran mikro menjadi partikel flok yang lebih besar (Reynolds dan Richards, 1996). Junior *et al.* (2013), menggunakan variasi waktu flokulasi 20 dan 30 menit dalam mengolah efluen air limbah. Hasil terbaik ditunjukkan pada waktu flokulasi 20 menit. Nurlamba dkk. (2010), menggunakan variasi waktu kontak 5-40 menit pada proses adsorpsi bentonit dengan kitosan. Hasil terbaik ditunjukkan pada waktu kontak 25 menit. Berdasarkan dua penelitian tersebut, variasi waktu pengadukan lambat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 10, 20, 30, 40, dan 50 menit.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, penggunaan *clay* untuk meningkatkan efektifitas proses koagulasi-flokulasi masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan *clay* jenis *monmorillonit*/bentonit

teraktivasi asam H_2SO_4 untuk memperbesar efisiensi penurunan konsentrasi TSS air laut dengan variasi konsentrasi asam sebesar 0,4, 0,8, dan 1,2, dan 1,6 M, variasi massa bentonit 200, 400, 600, dan 800 mg, dan variasi lama pengadukan lambat 10, 20, 30, 40 dan 50 menit. Penelitian ini didahului dengan penentuan konsentrasi $FeCl_3$ sebagai koagulan utama dengan konsentrasi 800, 1000, 1200, dan 1400 mg/L. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan dengan pengadukan cepat 250 rpm selama 1 menit dan pengadukan lambat 55 rpm selama 20 menit (Siregar, 2005).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah ada perbedaan konsentrasi TSS air laut Gresik pada penambahan variasi konsentrasi $FeCl_3$?
2. Apakah ada perbedaan konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi dengan penambahan variasi konsentrasi H_2SO_4 pada proses aktivasi bentonit sebagai koagulan *aid*?
3. Apakah ada perbedaan konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi pada penambahan variasi massa bentonit?
4. Apakah ada perbedaan konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi pada penambahan variasi waktu pengadukan lambat?

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah hipotesis statistika.

- H_{01} : Tidak ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik pada penambahan variasi konsentrasi $FeCl_3$.
- H_{a1} : Ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik pada penambahan variasi konsentrasi $FeCl_3$.
- H_{02} : Tidak ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi H_2SO_4 dengan penambahan variasi konsentrasi H_2SO_4 .
- H_{a2} : Ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi H_2SO_4 dengan penambahan variasi konsentrasi H_2SO_4 .
- H_{03} : Tidak ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi pada penambahan variasi massa bentonit.
- H_{a3} : Ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi pada penambahan variasi massa bentonit.
- H_{04} : Tidak ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi pada penambahan variasi waktu pengadukan lambat.
- H_{a4} : Ada beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan $FeCl_3$ dan bentonit teraktivasi pada penambahan variasi waktu pengadukan lambat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui beda konsentrasi TSS air laut Gresik pada penambahan variasi konsentrasi FeCl_3 .
2. Mengetahui beda konsentrasi TSS air laut Gresik menggunakan FeCl_3 dan bentonit teraktivasi dengan penambahan variasi konsentrasi H_2SO_4 pada proses aktivasi bentonit sebagai koagulan *aid*.
3. Mengetahui beda konsentrasi TSS air laut Gresik dengan penambahan FeCl_3 bentonit teraktivasi pada variasi massa bentonit.
4. Mengetahui beda konsentrasi TSS air laut Gresik dengan penambahan FeCl_3 bentonit teraktivasi pada variasi waktu pengadukan lambat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini:

1. Dapat mengetahui beda konsentrasi TSS air laut Gresik dengan penambahan FeCl_3 dan Bentonit teraktivasi pada variasi konsentrasi FeCl_3 , konsentrasi asam sulfat, massa bentonit, dan waktu pengadukan lambat.
2. Memberikan informasi kepada industri yang memanfaatkan air laut tentang hasil penambahan FeCl_3 dan bentonit teraktivasi dalam menurunkan kadar TSS dengan variasi konsentrasi FeCl_3 , konsentrasi asam sulfat, massa bentonit, dan waktu pengadukan lambat, sehingga dapat dijadikan acuan pengolahan air laut.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Pengambilan air laut dilakukan satu kali untuk tiga kali pengulangan.
3. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah:
 - a. Parameter utama : Konsentrasi *total suspended solid*
 - b. Parameter pendukung : pH dan suhu

