

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam merupakan salah satu zat pencemar yang terlarut dalam air tanah. Logam yang terlarut dalam air tanah dapat berasal dari aktivitas alam secara alami dan akibat aktivitas manusia. Aktivitas alami yang dimaksud seperti jenis tanah dan batuan, pengikisan mineral batuan, debu vulkanik yang terendapkan dan lain-lain. Sementara, akibat aktivitas manusia dapat berasal dari kegiatan yang berbasis logam, seperti industri logam, bengkel, karoseri, elektroplating, suku cadang dan lain-lain. Beberapa di antara logam yang terlarut dalam air tanah adalah kromium (Cr) dan merkuri (Hg).

Dari hasil sampling air tanah di beberapa daerah di kota Padang didapatkan konsentrasi logam Cr dan Hg yang tidak memenuhi baku mutu dalam PERMENKES No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Daerah Kampung Kalawi Timur diperoleh konsentrasi Cr dalam air tanah sebesar 0,054 mg/L (Marchelly, 2016) dan dari hasil studi pendahuluan penelitian ini, di daerah Pasar Baru, diperoleh konsentrasi logam Hg dalam air tanah 0,65 mg/L. Sementara baku mutu untuk kedua logam adalah 0,05 mg/L untuk logam Cr dan 0,65 mg/L untuk logam Hg. Logam Cr dan Hg sangat berbahaya jika terakumulasi di dalam tubuh manusia, karena dapat mengakibatkan gangguan kesehatan berupa gangguan fungsi hati, ginjal, paru-paru, kulit dan sistem syaraf (Sembel, 2015). Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan tindakan pengolahan untuk menyisahkan zat pencemar logam yang terlarut dalam air tanah.

Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan adalah sistem adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan komponen dari suatu fase fluida cair atau gas, kemudian berpindah ke permukaan zat padat yang dapat menyerap komponen tersebut (adsorben). Sistem adsorpsi ada dua macam, yaitu adsorpsi sistem *batch* dan adsorpsi sistem kontinu (kolom). Pada adsorpsi sistem *batch* larutan adsorbat dimasukkan ke dalam wadah berisi adsorben, selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu, dimana selama proses adsorpsi berlangsung tidak ada aliran fluida lain

yang masuk ataupun keluar. Sementara, pada adsorpsi sistem kontinu terdapat aliran fluida yang masuk dan keluar selama proses adsorpsi berlangsung (Sahan *et. al.*, 2012). Kecepatan aliran yang masuk ke dalam sistem kolom sangat mempengaruhi hasil adsorpsi. Pada sistem kontinu, larutan selalu dikontakkan dengan adsorben, sehingga adsorben dapat menyerap adsorbat secara optimal hingga kondisi jenuh. Selain itu, sistem kontinu umumnya memiliki kapasitas pengolahan dan kapasitas adsorpsi yang lebih besar dibandingkan sistem *batch*, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi dalam skala besar (Khartikeyan *et. al.*, 2004). Arah aliran yang masuk ke dalam kolom terbagi dua, yaitu aliran dari atas ke bawah (*downflow*) dan aliran dari bawah ke atas (*upflow*). Arah aliran *upflow* memiliki waktu operasi yang lebih panjang dan cara pencucian media penyaring yang lebih mudah (Li, 2008).

Adsorpsi sistem kontinu ada dua macam, yaitu kolom tunggal dan kolom majemuk. Adsorpsi kolom majemuk dapat dikonfigurasi secara paralel dan seri. Pada kolom adsorpsi konfigurasi paralel, aliran yang masuk akan dibagi sebanyak jumlah kolom yang digunakan, sehingga kapasitas adsorpsi yang dihasilkan kurang maksimal karena tidak terjadi proses adsorpsi yang berulang. Sedangkan pada kolom adsorpsi konfigurasi seri terjadi proses adsorpsi berlanjut/bertingkat. Aplikasi kolom adsorpsi majemuk konfigurasi seri relatif lebih banyak digunakan, karena terbukti mampu menghasilkan proses adsorpsi yang lebih efektif. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan dua kolom majemuk konfigurasi seri dengan aliran *upflow* terbukti mampu menyisihkan logam Cr^{6+} , Ni^{2+} dan Li^{+1} dengan efisiensi berkisar 98,2-99,7% menggunakan ampas tebu sebagai adsorben (Rico *et. al.*, 2014 dan Ryu *et. al.*, 2015).

Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi, dewasa ini, penggunaan adsorben *low-cost* banyak diteliti. Adsorben *low-cost* merupakan jenis adsorben yang mudah dan murah didapatkan serta tersedia dalam jumlah yang banyak, seperti limbah pertanian, limbah industri dan batuan-batuan alami. Beberapa batuan alami yang dapat dikategorikan *low-cost* adalah zeolit, perlit, dolomit dan batu apung. Batu apung (*pumice*) merupakan jenis batuan yang memiliki struktur berpori dan kapiler-kapiler halus, sehingga dapat dijadikan adsorben karena

adsorbat akan teradsorpsi pada kapiler-kapiler tersebut (Endahwati dan Suprihatin, 2011).

Sungai Pasak Pariaman merupakan salah satu sumber penghasil batu apung sebagai hasil sampingan dari aktivitas penambangan pasir yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, batu apung Sungai Pasak Pariaman terbukti dapat dijadikan sebagai adsorben untuk menyisihkan logam dengan adsorpsi secara *batch* dan kontinu (kolom). Pada sistem *batch*, batu apung Sungai Pasak Pariaman mampu menyisihkan logam pencemar besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), kromium (Cr), seng (Zn) dan kadmium (Cd) pada air tanah dengan efisiensi berkisar 10-86% (Hasibuan, 2014; Pratiwi, 2014; Farnas, 2016; Marchelly, 2016; Zarli, 2016; Ghassani, 2017). Sementara, adsorpsi menggunakan kolom tunggal, batu apung Sungai Pasak Pariaman mampu menyisihkan logam pencemar Fe, Cu, Cr, Zn, Cd, boron (B), arsen (As), nikel (Ni), aluminium (Al), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan selenium (Se) dari air tanah dengan efisiensi 18-96%. Kolom yang digunakan terbuat dari kaca (tinggi 130 cm, diameter 2,6 cm dan ketebalan dinding kolom 0,5 cm) pada saat kecepatan alir influen 2 gpm/ft² dan ketinggian *bed* adsorben 85 cm. Jika dibandingkan dengan PERMENKES No. 492 Tahun 2010, konsentrasi efluen logam Cr dan Hg sudah memenuhi baku mutu (Cr = 0,05 mg/L dan Hg = 0,001 mg/L). Konsentrasi logam Cr dan Hg dalam air tanah yang diolah adalah 0,0581 mg/L dan 0,000743 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cr dan Hg di akhir proses (360 menit) telah memenuhi baku mutu, yaitu 0,002 mg/L dan 0,000025 mg/L (Andryas, 2017; Herdiani, 2017; Hudawaty, 2017; Suhermen, 2017).

Untuk pendekatan penerapan aplikasi di lapangan dan sebagai penelitian lanjutan terkait kolom adsorpsi dengan memanfaatkan batu apung Sungai Pasak Pariaman sebagai adsorben, aplikasi kolom majemuk konfigurasi seri perlu dikaji agar diperoleh efisiensi penyisihan yang lebih tinggi. Penggunaan lebih dari satu kolom pada proses adsorpsi ini diharapkan dapat menghasilkan proses adsorpsi yang lebih efektif dan dapat mengolah air tanah dalam skala yang lebih besar. Selanjutnya, penelitian ini juga mempelajari variasi kecepatan alir influen, karena kecepatan alir influen merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besar

kecilnya efisiensi penyisihan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif teknologi pengolahan air tanah yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat untuk meningkatkan kualitas air tanah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menguji kinerja kolom adsorpsi majemuk konfigurasi seri berbasis adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman untuk penyisihan logam Cr dan Hg dari larutan simulasi air tanah yang mengandung logam.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah:

1. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi logam Cr dan Hg dari kolom adsorpsi majemuk konfigurasi seri berbasis adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman;
2. Menentukan kondisi optimum kolom adsorpsi majemuk konfigurasi seri dari variasi kecepatan alir influen (2 gpm/ft^2 dan 3 gpm/ft^2) dan jumlah kolom yang digunakan (1, 2 dan 3 kolom) dalam percobaan aplikasi untuk menyisihkan logam Cr dan Hg.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kualitas air tanah sehingga memenuhi baku mutu;
2. Memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia di Sumatera Barat, yaitu batu apung sebagai alternatif adsorben yang dapat digunakan untuk menyisihkan parameter logam dalam air tanah terutama logam Cr dan Hg;
3. Dapat dijadikan sebagai alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh masyarakat.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian pada tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan menggunakan adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman;

2. Diameter adsorben batu apung Sungai Pasak Pariaman yang digunakan adalah 1-3 mm;
3. Percobaan dilakukan dengan menggunakan larutan simulasi air tanah yang mengandung logam;
4. Kolom adsorpsi yang digunakan terbuat dari akrilik dengan diameter 7 cm dan tinggi 14,5 cm dan wadah kolom dengan diameter atas 9 cm, diameter bawah 8 cm dan tinggi 25 cm;
5. Percobaan dilakukan dengan ketinggian *bed* 12,5 cm;
6. Percobaan kolom adsorpsi dilakukan selama 9 jam dengan pengambilan sampel setiap 90 menit;
7. Jumlah kolom yang digunakan adalah 3 buah kolom yang dirangkai seri dengan arah aliran *upflow*;
8. Uji signifikansi data antar *running* 1, 2 dan 3 serta menguji pengaruh variasi kecepatan alir influen dan penggunaan jumlah kolom terhadap efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi.

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 pencemaran air tanah, parameter logam Cr dan Hg, mekanisme adsorpsi, faktor yang mempengaruhi adsorpsi, sistem adsorpsi, kurva *breakthrough*, dimensi kolom adsorpsi, kecepatan alir influen, kolom tunggal dan kolom majemuk, adsorben *low cost*, batu apung, batu apung Sungai Pasak Pariaman sebagai adsorben, penelitian terkait dan pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, metode *sampling* dan metode analisis di laboratorium, serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai dengan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

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

