

Penyisihan Pb dalam Air Limbah dengan Teknik Pertukaran Ion (Studi Kasus Air Limbah Pabrik Aki PT. GS Battery, Inc., Sunter-Jakarta Utara) = Removal of Pb in Wastewater by Ion Exchange Techniques (A Case Study on Wastewater of Battery Factories PT. GS Battery, Inc., Sunter, North Jakarta)

Silalahi, Mawar Debora Seremian, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=72357&lokasi=lokal>

Abstrak

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, hingga saat ini tetap melaksanakan pembangunan industri. Meningkatnya jumlah industri tidak hanya memberikan dampak positif, tetapi juga memberikan dampak negatif, misalnya pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah industri, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan.

Dampak pencemaran lingkungan yang mungkin timbul akibat limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan industri dapat diketahui dengan mengukur konsentrasi parameter-parameter limbah cair, baik berupa parameter fisik, parameter kimia (organik dan anorganik) ataupun parameter biologi. Salah satu parameter yang termasuk dalam kelompok parameter kimia (anorganik) adalah timbal (Pb).

Industri aki merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah Pb dalam jumlah yang paling banyak. Pb sebagai salah satu unsur yang termasuk dalam kelompok logam berat dalam konsentrasi tertentu sangat berbahaya terhadap manusia dan lingkungan hidup. Salah satu upaya yang saat ini telah dilakukan untuk menyisihkan Pb dalam air limbah pabrik aki adalah dengan cara kimiawi (chemical treatment). Namun hasil penyisihan dengan proses ini masih kurang memuaskan khususnya terhadap upaya pelestarian lingkungan. Oleh sebab itu dilakukan upaya lain sebagai alternatif yakni dengan memanfaatkan potensi zeolit alam sebagai media penukar kation guna menyisihkan Pb yang berada dalam air limbah pabrik aki, yakni melalui proses pertukaran ion.

Proses pertukaran ion adalah proses di mana suatu material atau bahan tidak ierut menangkap ion-ion bermuatan baik positif maupun negatif dari suatu larutan dan melepaskan ion-ion bermuatan sejenis ke dalam larutan dalam jumlah yang setara. Bila proses pertukaran telah mencapai titik jenuh, maka dilakukan proses regenerasi dengan tujuan agar kapasitas penukar material penukar ion dapat kembali seperti semula.

Sebagai studi awal/studi kelayakan teknik dan lingkungan proses pertukaran ion untuk menyisihkan Pb dalam air limbah pabrik aki mempunyai tujuan untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh dalam menyisihkan Pb dari keempat faktor percobaan yang divariasikan (konsentrasi influen, debit influen, keaktifan zeolit, dan ukuran diameter partikel zeolit); untuk mengetahui besar kapasitas operasi tukar kation tertinggi dari zeolit Bayah; untuk menentukan besar penyisihan Pb dalam air limbah setelah diolah dengan teknik pertukaran ion dalam kolom yang berisi zeolit Bayah sebagai media penukar kation; untuk menentukan besarnya efisiensi regenerasi dari larutan regenerant alum sulfat $Al_2(SO)_3$ yang digunakan; untuk menentukan efisiensi dari proses pertukaran ion; dan untuk mengetahui kelayakan lingkungan dari pelaksanaan proses pertukaran ion.

Berdasarkan reaksi pertukaran ion yang terjadi antara air limbah aki yang mengandung unsur Pb dengan kation yang berada di dalam zeolit asal Bayah, maka hipotesis kerja yang dibuat dalam penelitian ini adalah:

Pb yang terdapat di dalam air limbah pabrik aki dapat disisihkan dengan cara pertukaran ion dengan memanfaatkan zeolit sebagai media penukar kation, hingga mencapai konsentrasi di bawah konsentrasi baku mutu yang telah ditetapkan; besar penyisihan Pb dalam air limbah aki dengan proses pertukaran ion bergantung pada besarnya konsentrasi limbah yang akan diolah (konsentrasi influen), debit influen, keaktifan zeolit, serta ukuran diameter partikel zeolit; pemanfaatan proses pertukaran ion untuk mengolah air limbah pabrik aki lebih efisien jika dibandingkan dengan cara pengolahan yang menggunakan bahan-bahan kimia.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, di mana persiapan media penukar ion (zeolit) dilakukan di laboratorium Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM) Bandung dan Laboratorium Lingkungan Universitas Trisakti, Jakarta. Pelaksanaan proses pertukaran ion dalam kolom (naming) dilakukan di tempat kediaman peneliti di daerah Sunter Mas, Jakarta Utara, sedangkan analisis sampel dilakukan di laboratorium PPTM Bandung dan di laboratorium Bapedalda, Jakarta. Sampel yang digunakan berupa air limbah asli dari saluran inlet dan outlet (WWTP) pabrik aki PT. GS Battery Inc., Sunter, Jakarta Utara, Data hasil pemeriksaan dianalisis secara deskriptif dan untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara penyisihan parameter Pb dan Cu dilakukan analisis statistik berupa uji korelasi, Untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh di antara ke-empat faktor yang divariasikan adalah dengan bantuan suatu program komputer yang disebut Program Taguchi (Laboratorium Statistik Universitas Trisakti, Jakarta).

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap Pb, maka proses pertukaran ion selama 8 jam dengan konsentrasi influen 5,923 mg/L, debit 10 mL/menit, zeolit diaktivasi dan ukuran diameter partikel (-18+48#) atau (-1 mm+0,295 mm) dapat menyisihkan Ph sebesar 99,02% (konsentrasi enfluen menjadi 0,058 mg/L), sedangkan dengan proses kimia seperti yang saat ini dilakukan di PT.GS Battery, Inc, yaitu selama 17 jam hanya menyisihkan 89,02%. Hal ini menunjukkan adanya efisiensi operasi sebesar 10%, selain adanya keuntungan utama yaitu mampu menurunkan Pb hingga di bawah baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah yaitu 0,3 mg/L.

Penurunan konsentrasi Pb dari 5,923 mg/L pada awal percobaan menjadi 0,058 mg/L pada akhir percobaan diikuti dengan penurunan Cu dari 0,08 mg/L menjadi 0,011 mg/L. Uji korelasi antara penurunan konsentrasi Pb dan Cu menghasilkan nilai R² sebesar 0,65. Hasil ini menunjukkan adanya hubungan kuat antara penurunan Pb dan penurunan Cu.

Berdasarkan analisis yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor yang paling berpengaruh terhadap besarnya penyisihan Pb dengan teknik pertukaran ion adalah ukuran diameter partikel zeolit yang digunakan dan debit influen.
2. Kapasitas operasi tukar kation Pb tertinggi yang dapat dicapai pada proses pertukaran ion dengan memanfaatkan zeolit Bayah sebagai media penukar kation (Pb) adalah pada kondisi percobaan dengan konsentrasi influen terbesar yaitu 5,923 mg/L, debit terkecil yaitu 10 mL/menit, zeolit diaktivasi, dan ukuran diameter partikel lebih halus yaitu (-18+48#). Besar kapasitas operasi tukar kation tertinggi tersebut adalah 0,769 mg/L.
3. Pb dalam air limbah pabrik aid PT. GS Battery, Inc Sunter yang diolah dengan teknik pertukaran ion secara kontinu dalam waktu 8 jam dapat melakukan penyisihan Pb sebesar 99,02 %.
4. Efisiensi regenerasi yang dapat dicapai dengan kadar larutan regeneran1 aluminium sulfat (Al₂(SO₄)₃) sebesar 2%, untuk zeolit diaktivasi sebesar 0,301 %, dan efisiensi regenerasi zeolit tidak diaktivasi adalah 0,294%.
5. Pengolahan air limbah dengan proses pertukaran ion, bila dibandingkan dengan kondisi pengolahan air

limbah yang sama di WWTP ternyata lebih efisien baik dalam hal efisiensi operasi penyisihan Pb, waktu, biaya maupun luas penggunaan lahan. Besarnya efisiensi operasi adalah 10%, efisiensi waktu sekitar 51%, efisiensi biaya sekitar 65.48%, dan efisiensi luas penggunaan lahan sekitar 36,13%.

6. Besarnya kontribusi beban pencemaran Pb melalui proses pertukaran ion (jika Pb masuk ke dalam badan air penerima) adalah sebesar $1,67 \cdot 10^{-6}$ kg/hari, dengan konsentrasi Pb pada efluen sebesar 0,058 mg/L. Sementara itu melalui pengolahan dengan WWTP maka kontribusi beban pencemaran Pb adalah sebesar 0,325 kg/hari dengan konsentrasi Pb pada efluen WWTP adalah sebesar 0,65 mg/L.

.....Indonesia, one of the developing countries, is currently developing industries. The increasing number of industries, does not only cause some positive impacts, but negative ones as well, for example environmental pollution which is caused by industrial waste that leads to deterioration of environmental qualities.

The impact of environmental pollution which might be caused by the industrial wastewater, could be known by measuring the concentration of some wastewater parameters. The parameters include, those of physical, chemical (organic or inorganic) and biological parameter; and one of the chemical parameter is Pb.

The lead-acid batteries (battery) industry is one of those which is producing Pb waste in large amounts. Pb is one of the chemical elements in the heavy metal group, and in certain concentration it is potentially dangerous to human life and the environment. Removal of Pb in battery industry wastewater by a chemical treatment process, actually does not give good results. Hence, the ion exchange process could be used as an alternative process in order to achieve better removal results, Ion exchange process is a process whereby the insoluble granular substances having acidic or basic radical in their molecular structure, catch ions (positives or negatives) from solution and exchange them with the same sign ions to the solution which come into contact with them, in the same amount. This process, enables the ionic composition of the liquid being treated to be modified without changing the total number of ions in the liquid before the exchange.

Regeneration process is done after the ion exchange process get saturated, in order to recover the capacity of ion exchanger material.

As a preliminary study of ion exchange process for wastewater treatment, especially battery factories wastewater, the aim of this research is to determine the most influencing factor in removing Pb; to determine the highest operational capacity from Bayah zeolites; to determine removal of Pb in battery wastewater by ion exchange process; to determine regeneration efficiency from the alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) regenerant solution; to find the efficiency of ion exchange process itself, and to know the environmental feasibility of this ion exchange process.

Based on the ion exchange reaction between Pb in battery wastewater and positive ion in Bayah zeolites, the three hypothesis of this research are: Pb in battery wastewater could be removed by ion exchange process; the degree of Pb removal depends on four experimental factors which as variables (influent concentration, the rate of influent, zeolites activity, and diameter of zeolites particle size); ion exchange process is more efficient than chemical treatment process.

This research is an experimental research, where the preparation of zeolites was carried out in the laboratory of PPTM Bandung and the Environmental Laboratory of Trisakti University, Jakarta. This research has been carried out at the residence of the student (Sunter Mas, North Jakarta), and sample analysis was done in the laboratory of PPTM Bandung and the laboratory of Bapedalda Jakarta. Both, inlet and outlet wastewater of PT. GS Battery, Inc. were sampled, and the data obtained were analyzed descriptively. However, correlation test is used to find out the degree of relationship between Pb and Cu removal from wastewater. Taguchi Programming (Statistical Laboratory of Trisakti University, Jakarta) is used to find out the most influencing

factor in this ion exchange process.

Analysis of factory effluent showed that concentration of Pb in the inlet of WWTP is 5,923 mg/L, and in the outlet is 0,65 mg/L. After the ion exchange, there is only 0,058 mg/L left (compared with the effluent quality standard for Pb (0,3 mg/L)).

Eight hours ion exchange process with the following process condition: influent concentration 5,923 mg/L, influent flow rate 10 mL/minute, zeolite was activated, and (-18+48 mesh) diameter size of zeolite particle could removed 99,02% Pb, compared with 89,02% by chemical treatment for 17 hours long as is done by PT. GS Battery, Inc., Sunter. This process could run more efficient 10%, by besides the main advantage is that ion exchange process could remove Pb from battery wastewater below the magnitude of the effluent quality standard.