

PENGOLAHAN AIR LIMBAH LABORATORIUM TERPADU DENGAN SISTEM KONTINYU

INTEGRATED LABORATORY WASTE WATER TREATMENT WITH CONTINUE SYSTEM

Raimon

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang
Jalan Kapten A. Rivai No. 92/1975 Palembang 30135
e-mail: raimon_pdg@yahoo.co.id
Diajukan: 2 Februari 2011; Disetujui: 21 Juni 2011

Abstrak

Penelitian pengolahan air limbah laboratorium dengan mengaplikasikan alat pengolahan air limbah laboratorium secara terpadu dengan sistem kontinyu telah dilakukan. Air limbah yang digunakan sebagai objek penelitian adalah air limbah pengujian COD. Variabel dalam penelitian ini adalah faktor pengenceran (fp) dengan komposisi sebagai berikut : 50:100 (fp.2), 40:100 (fp.2,5), 20:100 (fp.5) dan 10:100 (fp.10). Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat pengolahan air limbah laboratorium secara terpadu bekerja optimum pada faktor pengenceran 2,5 kali (fp.2,5) sampai 5 kali (fp.5). Pada kondisi ini diperoleh nilai persentase penyisihan polutan Zat padat terlarut (TDS), Amoniak (NH₃-N), logam Besi (Fe), Krom Total (Cr-Total) dan Mangan (Mn) masing-masing sekitar 90 - 95%, dengan derajat keasaman (pH) akhir air limbah laboratorium sekitar 6 - 7.

Kata Kunci : Limbah B3, faktor pengenceran, koagulasi, adsorpsi dan pertukaran ion

Abstract

The study of laboratory wastewater processing by application of integrated wastewater processing equipment using continuous system had been done. The wastewater used in this study was wastewater for COD testing. Variables in this study were dilution factor (fP) with the following compositions : 50:100 (fp.2), 40:100 (fp.2.5), 20:100 (fp.5) and 10:100 (fp.10). The results showed that equipment of integrated laboratory wastewater processing had optimum performance at dilution factor of 2.5 (fp.2.5) to 5 (fp.5). This condition produced the pollutant elimination percentage value of Total Dissolved Solids (TDS), Ammonium (NH₃-N), Iron (Fe), Total Chrome (Cr-total) and Mangan (Mn) respectively in the ranges of 90-95% with the final acidity level (pH) of laboratory wastewater in the range of 6-7.

Keywords : B3 wastes, dilution factor, coagulation, adsorption, and ion exchange

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan tempat kegiatan riset ilmiah, eksperimen, pengujian ataupun pelatihan ilmiah. Berdasarkan sistem manajemen laboratorium atau ISO 17025:2008, laboratorium dibagi menjadi dua kelompok, yaitu laboratorium kalibrasi dan laboratorium pengujian.

Khusus laboratorium pengujian, data yang diperoleh dari hasil pengujian baik pengujian secara kualitatif maupun

kuantitatif merupakan data yang dapat ditelusuri, juga digunakan sebagai proses hukum. Berbagai kegiatan dapat dilakukan di laboratorium pengujian, mulai dari persiapan contoh sampai dengan kegiatan pengujian. Alur kegiatan pengujian di laboratorium membutuhkan bahan-bahan kimia utama dan pendukung. Jenis bahan kimia utama yang umum digunakan antara lain bahan kimia bersifat asam, basa, serta bahan kimia organik dan anorganik. Beberapa jenis asam dan basa yang

digunakan, seperti Asam Klorida, Asam Nitrat, Asam Sulfat, Asam Phospat, Asam Karboksilat, Natrium Hidroksida, dan Kalium Hidroksida. Kelompok bahan kimia anorganik yang digunakan seperti Natrium Klorida, Magnesium Klorida, Kalium Klorida, Merkuri Klorida, Merkuri Sulfat, Kalium BiKrom Totalat, Ferro Ammonium Sulfat dan berbagai jenis garam lainnya. Bahan kimia organik yang sering digunakan seperti jenis Alkohol, Aldehid, Aseton, senyawa Amina, Amida dan sebagainya. Jenis bahan kimia pendukung yang digunakan seperti deterjen sebagai bahan pembersih (*cleaner material*).

Bahan kimia yang digunakan di laboratorium, baik bahan kimia utama maupun pendukung pada umumnya dibuang, sehingga menghasilkan limbah, yang dikenal dengan air limbah laboratorium. Karakteristik air limbah laboratorium termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B_3) (Anonim, 1999 dan 2001). Unsur-unsur yang berbahaya yang terdapat dalam air limbah laboratorium seperti unsur logam berat, seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), khrom (Cr) dan Merkuri (Hg). Selain itu juga mengandung zat padat terlarut, Amoniak (NH_3-N) dan kandungan Nitrit (NO_2-N) yang cukup tinggi.

Derajat keasaman (pH) air limbah laboratorium umumnya sangat asam. Berbagai unsur yang disebut diatas dikhawatirkan mencemari badan air bila dibuang langsung tanpa melalui suatu proses pengolahan yang efektif. Air limbah laboratorium dapat mencemari air permukaan melalui proses peresapan air dalam tanah. Berdasarkan peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 18 Tahun 1999, bahwa unsur yang terkandung dalam air limbah laboratorium termasuk senyawa bahan berbahaya dan beracun (B_3).

Penanganan dan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun sangat perlu diperhatikan, mengingat bahaya yang akan ditimbulkan. Limbah bahan berbahaya dan beracun adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya baik

secara langsung maupun tak langsung dapat mencemari dan atau merusak lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain (Anonim, 1999). Pengolahan limbah B_3 merupakan suatu proses yang bertujuan untuk mengubah karakteristik dan komposisi limbah B_3 untuk menghilangkan dan atau mengurangi sifat bahaya dan atau sifat racun.

Banyak teknologi yang dapat diterapkan untuk melakukan pengolahan limbah B_3 , antara lain : proses koagulasi-flokulasi, filtrasi, adsorpsi dan pertukaran ion dan membran sel (Critenden, 2005).

Koagulasi merupakan proses pengolahan limbah dengan penambahan dan pencampuran suatu koagulan, destabilisasi dari zat-zat koloid padat yang tersuspensi, serta agregasi awal dari partikel terdestabilisasi. Koagulan yang umum digunakan adalah garam aluminium antara lain: Poly Aluminium Chlorida (PAC), garam besi dan termasuk polimer anorganik dengan berat molekul besar. (Faisal, 1993 dan Siregar, 2005).

Proses flokulasi adalah penggabungan inti-inti endapan menjadi molekul yang lebih besar yang disebut flok (*floc*). Flokulasi dapat terbentuk dengan baik apabila dilakukan dengan pengadukan lambat (40-50 rpm). Flok yang terbentuk selanjutnya harus dipisahkan dari cairan dengan cara diendapkan atau diapungkan. Bila flok dipisahkan dengan cara pengendapan dapat digunakan klarifier, sedangkan bila diapungkan dengan memberikan gelembung udara, selanjutnya flok diambil dengan menggunakan *skimmer*. Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan polutan dalam air limbah. (Fardiaz, 1992 dan Met Calf, 1991).

Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan-cairan dimana cairan akan melewati media berpori, sedangkan padatan akan tertahan. Filtrasi dalam pengolahan air limbah (*wastewater treatment*) digunakan untuk menyaring bahan-bahan kimia pengotor

yang berukuran lebih besar (Ginting Perdana, 1992).

Adsorpsi berhubungan dengan kemampuan zat penyerap (*adsorbent*) untuk menyerap substansi tertentu dari suatu larutan. Karbon aktif merupakan adsorben yang umum digunakan pada pengolahan air dan pengolahan air limbah (Aysegul Pala, 2003).

Pertukaran ion (*ion exchange*) merupakan suatu proses dimana ion-ion yang terserap pada suatu permukaan media filter ditukar dengan ion-ion lain yang berada dalam media air. Proses ini dimungkinkan melalui suatu fenomena tarik menarik antara permukaan media bermuatan dengan molekul yang bersifat polar (Kaul, 2004 dan Wentz, 1995).

Air limbah laboratorium, umumnya berasal dari buangan sisa pengujian dan pencucian. Sisa pengujian yang ikut terbuang bersama dengan air limbah lainnya, merupakan bahan-bahan kimia yang terpakai dalam pengujian. Bahan-bahan kimia yang digunakan terakumulasi di dalam wadah pembuangan atau kolam pembuangan. Mengingat polutan air limbah laboratorium sangat berbahaya bagi lingkungan, maka perlu diupayakan suatu rancangan penelitian untuk dapat mereduksi tingkat bahaya air limbah laboratorium. Salah satu teknologi yang diaplikasikan dalam penelitian ini, yaitu upaya mengolah air limbah laboratorium secara terpadu, yaitu mengaplikasikan proses koagulasi, filtrasi, adsorpsi dan pertukaran ion secara kontinyu.

Hasil penelitian Raimon tahun 2010 menyatakan bahwa pengolahan air limbah laboratorium dengan proses koagulasi, filtrasi, adsorpsi dan pertukaran ion dengan sistem *batch* dapat menurunkan polutan di atas 90% untuk polutan logam Fe, Mn, Cr, zat padat terlarut dan Amoniak. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penggunaan zat koagulan yang terbaik adalah alum sulfat dengan konsentrasi 1 g/L dan waktu kontak yang optimum yaitu antara 2,5 hingga 5 menit. Berdasarkan data di atas, maka dilanjutkan penelitian pengolahan air limbah laboratorium dengan sistem kontinyu. Peralatan pengolahan air

limbah laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 1.

Lingkup kegiatan penelitian adalah melakukan pengolahan air limbah laboratorium khususnya air limbah pengujian COD. Jenis polutan yang diamati adalah Zat padat terlarut (TDS), Derajat keasaman (pH), logam Besi (Fe), Mangan (Mn), Krom Total (Cr-T) dan senyawa Amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$). Kegiatan penelitian dilakukan dalam skala volume 150-200 liter setiap kali percobaan. Variabel yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah memvariasikan faktor pengenceran air limbah laboratorium.

Penelitian bertujuan untuk menentukan faktor pengenceran yang optimal terhadap kinerja alat pengolahan air limbah laboratorium terpadu. Kondisi air limbah laboratorium baik secara fisik maupun kimia, khususnya limbah pengujian COD sangat pekat dan asam. Dengan demikian diperlukan perlakuan khusus sebelum dilakukan pengolahan, agar diperoleh hasil yang optimal. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi instansi dan kalangan industri yang memiliki laboratorium pengujian.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok, yaitu : bahan-bahan untuk kegiatan pengujian dan penelitian.

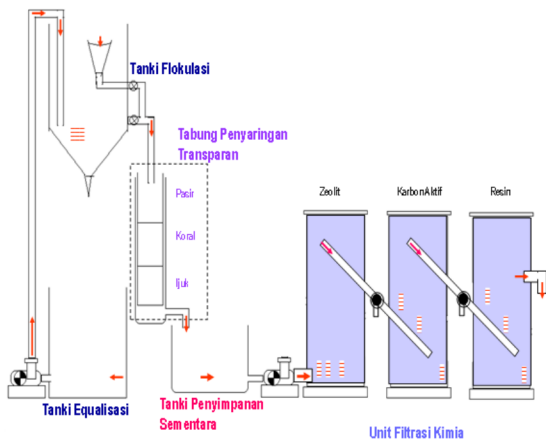
Bahan-bahan untuk pengujian terdiri dari bahan kimia yang berkualifikasi proanalysis (p.a) seperti bahan kimia bersifat asam antara lain : Asam Sulfat (H_2SO_4), Asam Nitrat (HNO_3) dan Asam Klorida (HCl). Bahan kimia bersifat basa seperti Natrium Hidroksida (NaOH), bahan kimia kelompok garam seperti Kalium bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), Mangan Sulfat (MnSO_4), Nessler, Brucinsulfat, Alum sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan ferosulfat (FeSO_4). Bahan kimia standar yang digunakan, antara lain : logam Besi (Fe) 1000 mg/L, logam Krom (Cr) 1000 mg/L dan logam Mangan (Mn) 1000 mg/L.

Bahan-bahan yang digunakan untuk kegiatan penelitian terdiri dari air limbah laboratorium yang bersumber dari pengujian COD, Natrium Hidroksida (NaOH) teknis atau soda api, Alum Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) teknis atau Tawas, Zeolit, karbon Aktif dan Resin.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk pengujian terdiri dari peralatan utama dan penunjang. Peralatan utama merupakan alat-alat laboratorium yang digunakan sebagai alat pengujian, seperti: Spektrofotometer Serapan Atom seri AA-6200, Spektrofotometer UV-VIS model 1201, Timbangan analitis dengan ketelitian 0,0001 mg, magnetik stirer yang dilengkapi dengan skala percepatan dan peralatan gelas lainnya seperti gelas erlenmeyer volume 1 - 2 Liter, gelas ukur dan sebagainya.

Peralatan penunjang yang digunakan yaitu peralatan yang umum dipakai di laboratorium. Alat pengolahan air limbah laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



RAIMON

Gambar 1. Skema Alat Pengolahan Air Limbah Laboratorium Terpadu.

C. Metode Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Lingkungan Baristand Industri Palembang dengan variabel faktor pengenceran yaitu: 50:100 (fp.2), 40:100 (fp.2,5), 20:100 (fp.5) dan 10:100 (fp.10) serta tanpa pengenceran (fp.0) dengan perbandingan volume per volume. Pengertian faktor pengenceran dalam penelitian ini adalah penggunaan

sejumlah angka volume air limbah laboratorium, kemudian diencerkan dengan air biasa sampai menunjukkan angka volume 100. Koagulan yang digunakan yaitu alum sulfat teknis atau tawas dengan konsentrasi 1 g/L dan waktu kontak disetting 2,5 sampai 5 menit terhadap zat penyerap (Raimon, 2010).

Pengambilan contoh untuk uji kualitas air limbah laboratorium dilakukan dengan tiga tahap. Tahap pertama air limbah laboratorium sebelum proses atau air limbah awal. Tahap kedua air limbah laboratorium setelah proses koagulasi dan flokulasi dan tahap ketiga air limbah setelah proses filtrasi kimia yaitu setelah proses penyerapan zeolit, karbon aktif dan resin atau dikategorikan air limbah akhir.

Metode uji yang digunakan dalam kegiatan pengujian kualitas air limbah laboratorium menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) bidang lingkungan kualitas air dan air limbah. Parameter uji yang dipantau ada dua kategori yaitu parameter uji fisika, yaitu zat padat terlarut dan parameter uji kimia pH, Besi (Fe), Mangan (Mn), Krom Total (Cr-T) dan amoniak (NH_3-N). Masing-masing metode uji yang digunakan sebagai berikut: (Anonim, 1995)

- a. Pengujian Zat padat terlarut menggunakan metode potensiometrik dengan menggunakan alat TDS meter, mengacu pada SNI.06-6989.27-2004.
- b. Pengujian Besi (Fe) menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom Nyala, mengacu pada SNI.06-6989.4-2004.
- c. Pengujian Mangan (Mn) menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom Nyala, mengacu pada SNI.06-6989.5-2004.
- d. Pengujian Krom Total (Cr-T) menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom Nyala, mengacu pada SNI.06-6989.17-2004.
- e. Pengujian kadar amoniak menggunakan metode Nessler-Spektrofotometri, mengacu pada SNI.06-2478-1991.

- f. Pengukuran pH air limbah dilakukan dengan menggunakan pH meter sistem digital, mengacu pada SNI.06-6989.11-2004.

Data yang diperoleh dari laboratorium uji dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengolahan data selanjutnya menggunakan perhitungan efisiensi penurunan polutan, yaitu membandingkan hasil uji sebelum dan sesudah diolah dalam hal ini disebut Persentase penyisihan Polutan dalam satuan unit persentase (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

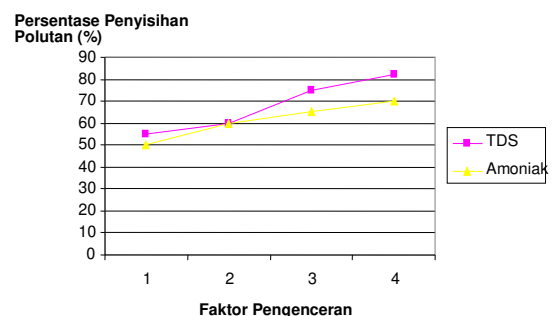
Bagian utama dari alat pengolahan air limbah laboratorium terpadu (Gambar 1) terdiri dari: tangki pencampuran (equalisasi), tangki flokulator, tabung penyaring, serta tabung yang berisi zeolit, karbon aktif dan resin. Masing-masing bagian mempunyai fungsi dan kegunaan yang berbeda. Tangki pencampuran berfungsi tempat pencampuran bahan kimia koagulan dengan air limbah laboratorium, sehingga air limbah laboratorium sebelum dialirkan ke bagian tangki flokulator telah homogen. Tangki flokulator merupakan tempat terjadinya peristiwa koagulasi dan flokulasi, sehingga bagian endapan yang ukuran lebih besar akan mengendap ke bawah, selanjutnya larutan yang lain akan tetap mengalir menuju ke bagian atas tangki. Sebelum air limbah laboratorium mengalir ke bagian tangki proses filtrasi kimia (penyerapan dengan zeolit, karbon aktif dan resin), terlebih dahulu air limbah mengalir melalui penyaringan pasir. Fungsi tabung saringan pasir disiapkan pada posisi ini adalah untuk menangkap jika masih ada flok-flok yang lolos dari tangki flokulator. Selanjutnya air limbah laboratorium melewati proses penyerapan dengan zeolit, karbon aktif dan resin. Proses pengolahan air limbah laboratorium dimulai dari tangki pencampuran (equalisasi) sampai ke tabung resin dialirkan secara kontinyu dengan menggunakan pompa dan debit yang dapat diatur, sehingga waktu kontak 2,5 sampai 5 menit antara air

limbah laboratorium dengan zat penyerap dapat dicapai

Hasil pengujian awal terhadap air limbah pengujian COD, diperoleh parameter uji yang bermasalah antara lain: Zat padat terlarut (TDS) sekitar 1415 mg/L, logam Besi (Fe) 105,309 mg/L, logam Mangan (Mn) 85,450 mg/L, logam Krom Total (Cr-T) 45,750 mg/L dan Amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$) 45,809 mg/L. Derajat keasaman limbah pengujian COD setelah diukur dengan alat pH meter, diperoleh kondisi sangat asam dengan nilai $\text{pH} < 2$.

A. Efektifitas faktor pengenceran terhadap penurunan polutan zat padat terlarut dan amoniak setelah proses koagulasi dan flokulasi

Efektivitas pengaruh faktor pengenceran terhadap penurunan polutan air limbah laboratorium pada setiap tahapan proses dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2. Efektivitas penurunan polutan zat padat terlarut dan amoniak.

Zat Padat terlarut (TDS) merupakan senyawa anorganik seperti garam dan molekul organik. Senyawa ini berada dalam ukuran sekitar 10^{-9} sampai 10^{-10} ηm . Polutan zat padat terlarut dalam media air limbah laboratorium umumnya mengandung senyawa garam dalam bentuk larutan. Sehingga proses pemisahan zat padat terlarut dalam air limbah laboratorium efektif dilakukan dengan menggunakan proses kimiawi (Crittenden, 2005 dan Ginting, 1992).

Senyawa Amoniak merupakan senyawa yang mengandung unsur

nitrogen. Senyawa ini dalam media air limbah laboratorium dapat bersumber dari penggunaan bahan kimia yang digunakan atau akibat reaksi kimia yang terjadi dalam media air limbah laboratorium itu sendiri. Polutan senyawa nitrogen dalam media air limbah laboratorium umumnya dalam bentuk larutan, sehingga metoda yang efektif untuk pemisahah yaitu secara kimiawi (Crittenden, 2005 dan Ginting, 1992).

Penambahan zat koagulan alum sulfat merupakan salah satu proses yang sederhana dan efektif untuk pemisahan polutan Zat padat terlarut dan Amoniak. Akibat penambahan zat koagulan, polutan zat padat terlarut dan amoniak akan ikut mengumpal, sehingga ukuran partikelnya menjadi lebih besar. Proses selanjutnya endapan yang terbentuk turun kebawah, sedangkan bagian larutan yang lain tetap mengalir pada bagian atas (Kaul 2004 dan Wentz, 1995).

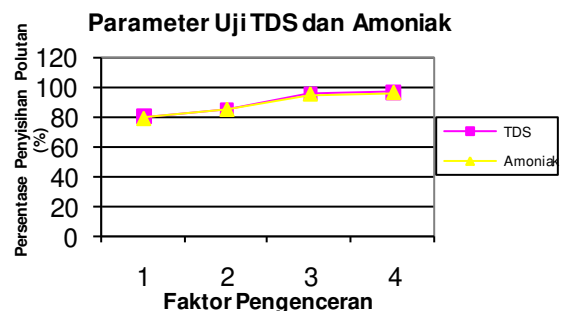
Pengenceran dapat mempengaruhi hasil suatu pengolahan air limbah laboratorium. Karena prinsip pengenceran merupakan proses berkurangnya rasio zat terlarut di dalam larutan akibat penambahan pelarut. Secara teknis dijelaskan bahwa pengenceran adalah mencampurkan larutan pekat (konsentrasi tinggi) dengan cara menambahkan pelarut agar diperoleh volume akhir yang lebih besar. Pengenceran merupakan suatu cara atau metoda yang diterapkan pada suatu senyawa dengan jalan menambahkan pelarut yang bersifat netral, lazim digunakan yaitu aquades dalam jumlah tertentu (Baroroh, 2004 dan Brady, 1999)

Faktor pengenceran (fp) pada gambar 2 terlihat fp.2 disebut kode 1, fp.2,5 disebut kode 2, fp.5 disebut kode 3 dan fp.10 disebut kode 4. Pengaruh pengenceran terhadap pengurangan polutan Zat padat terlarut dan Amoniak dalam air limbah laboratorium terjadi perubahan yang signifikan berkisar pada faktor pengenceran (fp) 2,5 hingga 5 kali. Persentase penyisihan polutan untuk Zat padat terlarut dan Amoniak naik cukup tajam dari 60 % hingga 80 %. Pada

kondisi pengenceran 50:100 (fp,2) kemampuan penurunan polutan Zat padat terlarut dan Amoniak pada proses koagulasi belum optimal. Hal ini disebabkan jumlah analit Zat padat terlarut dan Amoniak masih berada pada posisi yang masih pekat, sehingga kemampuan zat koagulan untuk mengikat analit atau polutan tersebut belum optimal. Zat koagulan alum sulfat dengan rumus kimia $Al_2(SO_4)_3$ yang dalam media air limbah dapat bermuatan positif dan negatif, sehingga zat ini dapat mengikat Zat padat terlarut dan Amoniak yang bermuatan positif dan negatif, sehingga zat padat terlarut akan membentuk gumpalan yang ukurannya lebih besar (Kaul, 2004 dan Brady, 1999). Pada saat posisi faktor pengenceran 2 kali kemampuan reaksi zat koagulan alum sulfat belum optimal, karena konsentrasi media air limbah laboratorium masih pekat. Akibatnya reaksi antara zat koagulan alum sulfat dengan analit Zat padat terlarut dan Amoniak belum optimal.

Posisi faktor pengenceran diatas 5 kali, perubahan penurunan polutan Zat padat terlarut dan Amoniak tidak menunjukkan perubahan angka yang signifikan. Karena pada kondisi ini media air limbah laboratorium dalam keadaan encer, sehingga kemampuan zat koagulan alum sulfat bereaksi dengan polutan Zat padat terlarut dan Amoniak mengalami penurunan.

B. Efektifitas faktor pengenceran terhadap penurunan polutan zat padat terlarut dan amoniak setelah proses filtrasi kimia



Gambar 3. Efektivitas penurunan polutan zat padat terlarut dan amoniak.

Pada saat proses filtrasi kimia, air limbah laboratorium melalui proses penyerapan dengan media zeolit, karbon aktif dan resin.

Persentase penyisihan polutan zat padat terlarut dan amoniak setelah melalui proses filtrasi kimia mengalami kenaikan yang cukup tajam bila dibandingkan dengan proses koagulasi. Persentase penyisihan polutan untuk Zat padat terlarut dan Amoniak berkisar 80-95%. Penurunan signifikan zat padat terlarut dan amoniak terjadi pada faktor pengenceran berkisar 2,5 hingga 5 kali (pada gambar 3 kode 2 dan 3).

Air limbah laboratorium setelah melalui proses koagulasi selanjutnya melalui proses filtrasi kimia. Tahapan yang dilalui sebagai berikut: pertama, air limbah laboratorium melewati tabung yang berisi zeolit. Selama proses di dalam tabung zeolit polutan zat padat terlarut dan amoniak mengalami proses penyerapan pada permukaan senyawa zeolit, sehingga polutan tersebut tertahan. Dengan demikian terjadi penurunan konsentrasi polutan zat padat terlarut dan amoniak setelah melewati media zeolit. Proses penyerapan dilanjutkan pada tabung yang berisi karbon aktif. Proses penyerapan dengan karbon aktif sama dengan media zeolit. Kadar polutan zat padat terlarut dan amoniak mengalami penurunan setelah melewati media karbon aktif. Proses tahap akhir pada filtrasi kimia yaitu air limbah melewati tabung yang berisikan resin. Tahap ini merupakan proses terakhir dari proses filtrasi kimia. Kandungan polutan zat padat terlarut dan amoniak telah mengalami penurunan cukup tajam. Penyerapan polutan organik dan anorganik sangat efektif dengan menggunakan media zeolit, karbon aktif dan resin. Media zeolit dan karbon aktif mampu menahan polutan baik organik maupun anorganik berdasarkan tingkat kemampuan penyerapan pada permukaan atau disebut juga adsorpsi. Kemampuan media resin menurunkan polutan berdasarkan sifat penukaran ion (*ion exchange*) (Kaul, 2004 dan Sugiharto, 1997).

Pada kondisi pengenceran 50:100 (fp.2) penyerapan zat polutan pada proses filtrasi kimia belum optimal. Hal ini disebabkan kondisi air limbah yang cukup pekat, sehingga kemampuan proses penyerapan media zeolit dan karbon aktif tidak optimal. Sebaliknya pada kondisi pengenceran 10 kali (fp.10) penyerapan polutan Zat padat terlarut dan Amoniak tidak begitu tajam, karena pada level ini polutan Zat padat terlarut dan Amoniak dalam kondisi sangat encer, sehingga persentase penyisihan polutan hampir tidak mengalami perubahan.

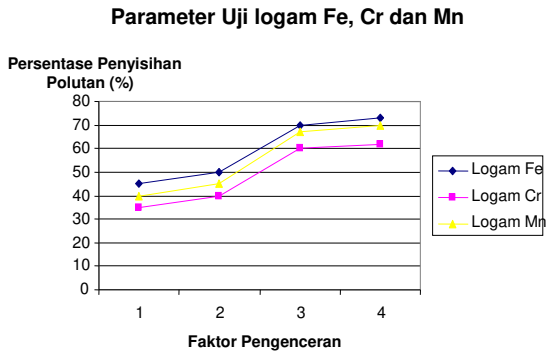
C. Efektifitas faktor pengenceran terhadap penurunan polutan logam besi (Fe), Krom-Total (Cr-T) dan Mangan (Mn) setelah proses koagulasi dan flokulasi.

Keberadaan logam berat Besi, Krom Total dan Mangan dalam limbah pengujian COD sangat memungkinkan, karena senyawa ini digunakan pada proses pengujian COD. Logam berat Besi, Krom Total dan Mangan tergolong polutan yang berbahaya, sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan (Anonim, 1999 dan Wentz, 1995).

Persentase penyisihan polutan untuk logam Fe, Cr dan Mn menunjukkan angka yang cukup bagus. Pada Gambar 4 terlihat bahwa tren kenaikan persentase penyisihan polutan meningkat tajam pada pengenceran antara 2,5 (fp.2,5) hingga 5 (fp.5) kali. Untuk logam Krom Total berkisar 40 - 60%, logam Mangan 45- 66% dan logam Besi 50 - 70%. Pada posisi pengenceran setelah 5 kali, tren kenaikan persentase penyisihan tidak begitu tajam.

Persentase penyisihan polutan untuk logam Fe, Cr dan Mn menunjukkan angka yang cukup bagus. Pada Gambar 4 terlihat bahwa tren kenaikan persentase penyisihan polutan meningkat tajam pada pengenceran antara 2,5 (fp.2,5) hingga 5 (fp.5) kali. Untuk logam Krom Total berkisar 40 - 60%, logam Mangan 45-66% dan logam Besi 50 - 70%. Pada posisi pengenceran

setelah 5 kali, tren kenaikan persentase penyisihan tidak begitu tajam.



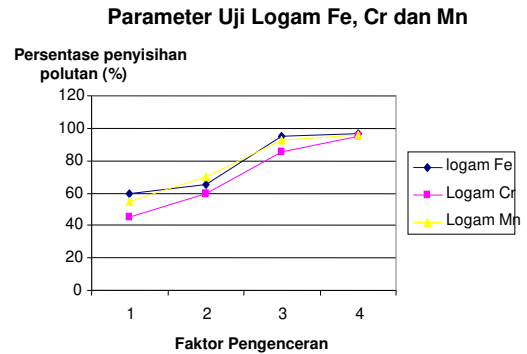
Gambar 4. Efektivitas persentase penurunan polutan logam Fe, Cr dan Mn

Pada faktor pengenceran 50:100 (fp.2) kondisi air limbah laboratorium masih pekat, sehingga kemampuan zat koagulan mengumpulkan polutan logam berat tidak optimal. Akibatnya polutan logam berat yang terendapkan jumlahnya tidak optimal, ada sebagian polutan yang masih ikut terbawa. Sebaliknya pada kondisi faktor pengenceran diatas 5 kali, kondisi air limbah laboratorium sangat encer. Sehingga kemampuan zat koagulan mengendapkan polutan logam berat tidak memberikan perbedaan hasil yang nyata (Taucher, 1994). Alum sulfat sebagai zat koagulan yang digunakan di dalam media air limbah laboratorium dapat bermuatan positif dan negatif. Pada kondisi media air limbah laboratorium pekat, kemampuan penyerapan zat koagulan tidak optimal. Kemampuan maksimal zat koagulan mengumpulkan polutan logam berat berada pada posisi faktor pengenceran (fp) 2,5 sampai 5 kali.

A. Efektifitas faktor pengenceran terhadap penurunan polutan logam besi (Fe), Krom Total (Cr-T) dan Mangan (Mn) setelah proses Filtrasi kimia

Tren kenaikan persentase penyisihan polutan cukup tajam pada posisi pengenceran 2.5 sampai 5 kali. Setelah faktor pengenceran (fp) 5 kali, tren perubahan kenaikan persentase penyisihan polutan tidak begitu

signifikan. Gambar 4 terlihat persentase penyisihan polutan yang baik untuk logam Krom Total berkisar 60 - 90%, logam Besi 65 - 95% dan logam Mangan 67 - 90%.



Gambar 5. Efektivitas persentase penurunan polutan logam Fe, Cr dan Mn.

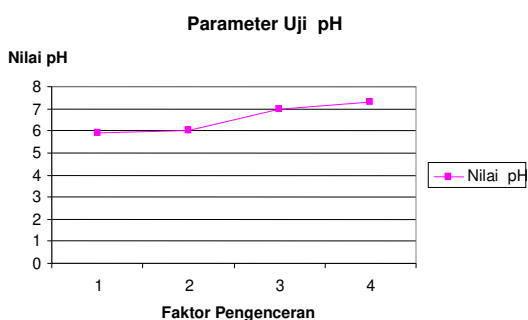
Polutan Logam Fe, Cr dan Mn yang berada dalam media air limbah laboratorium melewati proses penyerapan dengan media zeolit, karbon aktif dan resin. Kemampuan zat zeolit, karbon aktif dan resin untuk penyerapan polutan logam Fe, Cr dan Mn cukup baik bila dibandingkan dengan proses koagulasi. Senyawa zeolit, karbon aktif dan resin yang digunakan sebagai zat penyerap telah lama dibuktikan oleh para peneliti terdahulu (Kaul, 2004 dan Sugiharto, 1997).

Penyerapan polutan logam Fe, Cr dan Mn pada media zeolit cukup baik, karena zeolit yang digunakan telah diaktivasi, akibatnya penyerapan logam tersebut lebih optimal, karena permukaan media zeolit mampu berinteraksi dengan logam Fe, Cr dan Mn. Penyerapan selanjutnya adalah adsorpsi dengan karbon aktif. Karbon aktif yang telah diaktivasi mampu menyerap logam Fe, Cr dan Mn yang berada dalam media air limbah laboratorium. Tahapan akhir pada proses filtrasi kimia adalah polutan logam Fe, Cr dan Mn dalam media air limbah laboratorium melewati tabung yang berisi media resin. Proses resin merupakan proses pertukaran ion. Polutan logam Fe, Cr dan Mn dalam media air limbah laboratorium

berinteraksi dengan resin, sehingga polutan logam berat ada yang tertahan pada resin.

B. Efektifitas faktor pengenceran terhadap Derajat Keasaman

Pengukuran pH air limbah merupakan salah satu hal yang penting dalam penelitian mengatasi pencemaran, karena merupakan salah satu faktor pembatas utama bagi kelangsungan hidup hidrobiota. Pada proses pengolahan air limbah, pH juga mempunyai peranan yang penting dalam mereduksi zat pencemar yang terkandung didalamnya (Faisal, 1993 dan Gintings, 1992). Pada penelitian pendahuluan pH air limbah laboratorium sangat asam ($\text{pH} < 2$). Derajat keasaman (pH) air limbah laboratorium setelah melalui proses koagulasi dan flokulasi serta proses filtrasi kimia, pada setiap faktor pengenceran tidak memberikan perubahan nilai yang tajam, nilai derajat keasaman pada setiap faktor pengenceran relatif hampir sama. Tren nilai derajat keasaman dapat dilihat pada Gambar 6. Derajat keasaman air limbah laboratorium setelah proses berkisar 6 - 7.



Gambar 6. Efektivitas Nilai pH Air Limbah Laboratorium.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Penggunaan alat pengolahan air limbah laboratorium terpadu dengan sistem kontinyu cukup efektif

diaplikasikan. Alat pengolahan ini dapat bekerja optimal dengan hasil yang memuaskan pada kondisi air limbah laboratorium dengan faktor pengenceran berkisar antara 2,5 kali (fp.2,5) sampai faktor pengenceran 5 kali (fp.5).

Persentase penyisihan polutan zat padat terlarut, amoniak dan logam Fe, Cr dan Mn antara 90- 95 %, dengan nilai derajat keasaman (pH) sekitar 6 -7.

B. Saran

Mengingat air limbah laboratorium dari pengujian COD termasuk kategori limbah B3, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menerapkan metode lain yang digunakan sebagai pembandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., Santika, S.S. (1997). *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: penerbit Usaha Nasional Surabaya.
- Anonim. (1999). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor: 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta.
- Anonim. (2001). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Anonim. (2005). Peraturan Gubernur Provinsi Sumatera Selatan, Nomor: 18 Tahun 2005 tentang Baku Mutu Limbah Cair (BMLC) bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara. Palembang: BAPEDALDA Provinsi Sumatera Selatan.
- Anonim. (2006). Kumpulan Standar Nasional Indonesia (SNI) Bidang Lingkungan Kualitas Air dan Air Limbah Bagian 1. Panitia Teknis 13-03 Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup.
- Anonim. (1995). *Standar Methods for the Examination of Water and Waste Water*, Edition 19th. Washington: Publication office American Public Health Association.

- Baroroh. (2004). <http://alfakece.blogspot.com/2010/pengenceranlarutan.html>.
- Brady. (1999). <http://alfakece.blogspot.com/2010/pengenceranlarutan.html>
- Crittenden, J.C. (2005). *Water Treatment Principles and Design*, Edition 2nd. New York: John Wiley and Son.
- Ginting, P. (1992). *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Jakarta: Penerbit Pustaka Sinar Harapan.
- Kaul, S. N., Lidia, S. (2004). *Waste water Treatment Technologies and environment*, 2nd ed. New Delhi: Daya Publishing House.
- Met Calf & Eddy Inc. (1991). *Waste Water Engineering Treatment, Disposal and reuse*, 4th Ed, Mc.Graw Hill Inc.
- Mulyono, HAM. (2005). *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Penerbit Bumi Aksara.
- Pala, A. (2003). *Activated Carbon Addition to An Activated sludge Model Reactor for Color Removal from a cotton Textile Processing Wastewater*.
- Raimon. (2010). *Dinamika Peneliitan* Vol. 21 No. 38 Tahun 2010, BIPA, Palembang
- Reynolds. (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. PWS Publishing Company.
- Siregar, S. (2005). *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Srikandi, F. (1992). *Polusi Air & Udara*. Bogor: Penerbit Kanisius.
- Sugiharto. (1997). *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Taucher. B. (1994). *Water Treatment by Flocculant Compunds of higher Plants. Plant Research & Development* 40. Germany: Institute for Scientific Cooperation.
- Wardhana, W.A. (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Wentz, C.A. (1995). *Hazardous Waste Management*, Edition 2nd. Singapore: McGraw Hill Book Company.