

PENGARUH ADSORBEN DIATOMACEOUS EARTH TERHADAP PENURUNAN KADAR BESI DAN ION SULFAT DARI AIR ASAM TAMBANG

Faisol Asip^(*), Noffia Chintyani, Septi Afria

^(*)Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Inderalaya-Prabumulih KM. 32 Inderalaya 30662

Email: Faisol_asip@yahoo.com

ABSTRAK

Air asam tambang bisa mencemari lingkungan dan dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air jika tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan. AAT mempunyai pH yang rendah juga mengandung konsentrasi ion logam berat yang tinggi seperti aluminium (Al), besi (Fe), dan mangan (Mn). Penelitian ini menggunakan air asam tambang sintetik yang karakteristiknya sama dengan air asam tambang limbah industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah air asam tambang menjadi air bersih yang sesuai dengan baku mutu air sehingga tidak mencemari lingkungan. Pengolahan air asam tambang ini dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan *diatomaceous earth* sebagai adsorben. Variabel yang diteliti adalah ketinggian adsorben, laju alir dan waktu operasi. Parameter yang diuji adalah pH, *Total Dissolved Solid* (TDS) dan kandungan ion sulfat dan logam besi. Hasil yang diperoleh menunjukkan semakin tinggi adsorben, lama waktu operasi, laju alir yang rendah maka semakin tinggi pH yang dihasilkan, penurunan TDS yang lebih tinggi, serta penyerapan ion sulfat dan logam besi yang semakin besar.

Kata kunci: air asam tambang sintetik, adsorpsi, *diatomaceous earth*

ABSTRACT

Acid mine drainage (AMD) has high potential to pollute the environment and can lead to changes in water quality if not treated properly before being discharged. AMD has low pH and contains high concentrations of heavy metals ions such as aluminum (Al), iron (Fe) and manganese (Mn). This study uses synthetic acid mine drainage which has the same characteristics as industrial Acid mine drainage. This study aims to treat waste acid mine drainage into clean water with good quality so it does not pollute the environment. Acid mine drainage treatment is carried out by adsorption using diatomaceous earth as an adsorbent. The variables studied were the height of the adsorbent, flowrate and operating time. Parameters tested were pH, Total Dissolved Solid (TDS) and the content of sulfate ions and ferrous metals. The results showed the higher the adsorbent, longer operating time, lower flow rate resulting in higher pH value, lower dissolved solids, and higher absorption of iron and sulfate ions.

Keywords: synthetic acid mine drainage, adsorption, diatomaceous earth

I. PENDAHULUAN

Air asam tambang terbentuk karena adanya proses oksidasi, terjadi pada saat mineral sulfida yang terdapat pada batuan terbuka dengan kondisi adanya air dan oksigen. Karakteristik khas dari air asam tambang batubara yaitu pH rendah sekitar 2–4, TDS sekitar 4000-5000 mg/L, dan konsentrasi logam terlarut yang tinggi seperti Fe, Al dan Mn (Leslie, 2003). Sehingga AAT dapat mencemari lingkungan dan dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air secara fisik ataupun kimiawi.

Air Asam Tambang Sintetik

Air asam tambang sintetik merupakan larutan yang dibuat yang menyerupai air asam tambang asli. Air asam tambang sintetik dibuat dengan komposisi beberapa logam berat seperti asam sulfat, mangan, aluminium, dan besi sehingga air asam tambang sintetik akan terbentuk dengan tingkat keasaman yang diinginkan atau yang sama dengan air asam tambang yaitu pH dibawah 5.

Air asam tambang dinilai berbahaya karena memiliki pH yang rendah dan kandungan logam berat yang tinggi. Di Indonesia, air asam tambang yang akan dibuang ke lingkungan diatur oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batu bara. Standar baku mutu air limbah untuk pertambangan dan pengolahan batu bara menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 113 tahun 2003.

Proses Terbentuknya Air Asam Tambang

Terdapat dua proses terbentuknya air asam tambang yaitu secara kimia dan secara biologi. Secara kimia, air asam tambang terbentuk karena adanya oksidasi mineral-mineral sulfida yang bereaksi dengan air. Secara biologi, air asam tambang terbentuk karena adanya mikrobiologi tertentu yang berperan sebagai katalisator guna meningkatkan laju oksidasi mineral-mineral sulfida.

Pengolahan Air Asam Tambang

Air asam tambang dapat diolah dengan dua metode yaitu metode aktif dan metode pasif. Metode aktif merupakan metode yang efektif dimana metode ini

menggunakan bantuan bahan kimia dalam proses pengolahannya. Metode ini memerlukan bantuan manusia dan instrumen pendukung dalam peoperasiannya. Metode ini memiliki kelebihan dimana pengolahan AAT dengan metode ini dapat menghasilkan efisiensi yang cenderung lebih tinggi dan mudah dalam pengoperasiannya. Namun metode ini memerlukan biaya yang cukup besar yang harus dikeluarkan untuk membeli bahan kimia dan pengadaan eksternal yang dibutuhkan.

Metode pasif merupakan metode yang mengandalkan proses bio-geokimiawi, dimana metode ini berlangsung secara alami dalam peningkatan pH dan pengikatan serta pengendapan terhadap logam-logam terlarut. Metode ini tidak memerlukan penambahan bahan kimia secara terus menerus. Namun metode ini membutuhkan area yang cukup luas untuk mengoperasikannya.

Dampak Air Asam Tambang

Adapun lingkungan yang akan merasakan dampak negatif dari air asam tambang yaitu :

1. Flora dan Fauna pada lingkungan air

Air asam tambang yang mencemari lingkungan mengganggu ekosistem di lokasi penambangan karena dapat membuat flora dan fauna disekitarnya tidak dapat bertahan hidup akibat kontaminasi antara air permukaan dengan air asam tambang, air akan menjadi lebih asam. Tingkat kontaminan logam berbahaya seperti Besi, Seng, dan Mangan dapat menurunkan kualitas air yang ada pada lingkungan.

2. Masyarakat yang berada disekitar areal penambangan

Air yang telah terkontaminasi dengan air asam tambang akan mengandung logam berat seperti besi, seng dan lain-lain. Apabila dikonsumsi oleh masyarakat secara terus menerus akan mengganggu organ tubuh dimana logam yang akan mengendap dapat mengaktifkan sel kanker, sehingga dapat mengakibatkan keracunan bahkan kelumpuhan.

3. Kualitas Tanah dan Air Permukaan

Kualitas tanah yang tercemar logam berat akan menurun sehingga tidak efektif untuk dijadikan lahan bercocok tanam.

Adsorben *Diatomaceous Earth*

Diatomaceous earth atau tanah diatom merupakan salah satu jenis mineral opal ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Huruf n pada rumus molekul opal memiliki arti bahwa tanah diatom memiliki kandungan jumlah air yang tidak tetap. Tanah diatom adalah senyawa mineral yang terbentuk alami dari sisa fosil algae *Bacillariophyceae sp.* yang memiliki kandungan silika tinggi. Tanah diatom juga merupakan material berpori dan kaya akan silika yang diperkirakan berperan dalam proses adsorpsi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa komponen utama tanah diatom adalah silika yang tersusun atas satuan-satuan tetrahedron. Silika sebagai komponen utama tanah diatom adalah amorf ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), dimana atom-atom silikon dan oksigen dalam silika tersusun secara tetrahedron mirip dengan silika kristal tetapi jaringan tersebut tidak terulang secara periodik dan simetri seperti halnya dalam kristal. Sifat fisika tanah diatom antara lain adalah luas permukaan besar, mampu mengikat dan melepas molekul air, mampu mengembang dan mengerut serta bersifat plastis dalam keadaan lembab namun keras saat kering (Sutanto, 2005). Tanah diatom biasa digunakan sebagai adsorben, faktor yang mempengaruhi adsorpsi lempung adalah luas permukaan, struktur lapisan molekul, kapasitas penukar kation dan keasaman permukaannya (Bhattacharyya dan Gupta, 2008).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret 2015 sampai dengan Juni 2015 dan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pemisahan dan Laboratorium Keseimbangan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Indralaya.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

Alat yang digunakan pada proses adsorpsi

1. Kolom Adsorpsi
2. Selang plastik
3. Pipa PVC
4. Pompa air
5. *Flow meter*
6. Tangki larutan umpan (1buah)

7. Beker gelas
8. Pipet tetes
9. Neraca analitis
10. Cawan Petri
11. Gelas ukur
12. Erlenmeyer
13. Tabung reaksi
14. *Stopwatch*
15. Tisu
16. Cup
17. *Shower*
18. *Furnace*

Alat dan Bahan Menganalisa Kualitas Air Bersih

1. PH Meter digital
2. TDS Meter
3. Spektrofotometer UV-200RS

Bahan yang digunakan pada proses adsorpsi

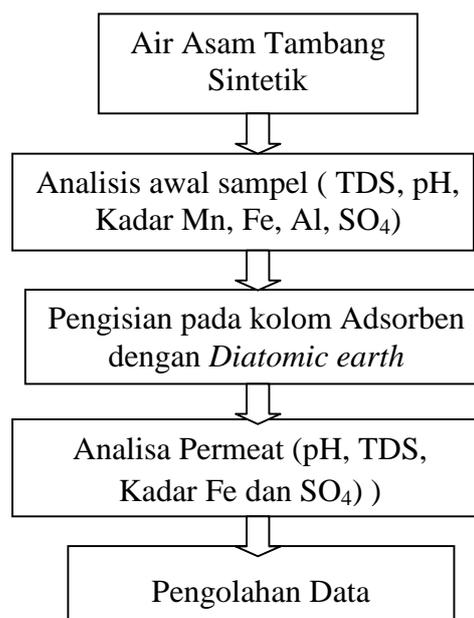
1. Air asam tambang sintetik
2. *Diatomaceous earth* sebagai adsorben
3. Air
4. Asam Sulfat (H_2SO_4)
5. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

Bahan Untuk Kalibrasi

1. Larutan Aquadest pH 7

2.3. Prosedur Penelitian

Diagram Penelitian



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

2.4. Tahap Preparasi

A. Air Asam Tambang Sintetik

Air asam tambang sintetik dibuat pada pH 3,5.

Cara Pembuatan air asam tambang sintetik :

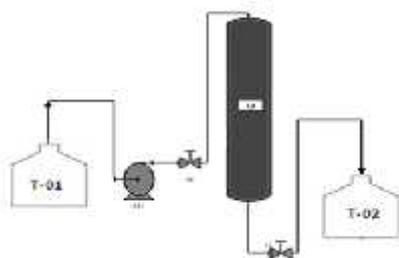
1. Masukkan larutan penyusun AAT ke dalam tangki penampungan, yaitu :
 - a. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 2,00565 gr/ 500 L air
 - b. $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ sebanyak 15,8/ 500 L air
 - c. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 19,75 gr/ 500 L air
2. Kemudian teteskan H_2SO_4 ke dalam tangki penampungan lalu aduk sampai pH 3,5.

B. Kolom Adsorber

Kolom adsorber di isi dengan *diatomic eart* yang berukuran 5 mesh yang telah di aktivasi pada suhu 300°C

Rangkaian Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kolom adsorben yang memiliki tinggi 92 cm. pada kolom adsorben terdapat 5 titik sampel yang terletak pada titik sampel bawah, dan titik sampel pada ketinggian 26 cm, 62 cm, 72 cm, dan 82cm. Pada tangki penampungan berisi air asam tambang sintetik dengan kapasitas 500 L. Analisa sampel dilakukan dengan mengambil sampel pada titik sampel dan pada setiap selang waktu 15 menit selama 2 jam pada setiap ketinggian yang ada pada titik sampel.



Gambar 2. Rangkaian alat penelitian

Kolom adsorben di isi dengan umpan tanah diatom setinggi 26 cm. Air asam tambang sintetik yang ada pada tangki penampungan di pompakan ke kolom adsorben, sebelum masuk ke kolom adsorben laju alir diatur terlebih dahulu dengan *flowrate* 3 dan 6. Setelah melewati *flowmeter*, umpan melalui *spray* masuk kedalam kolom dan umpan berkontak dengan ungun.

Pengambilan sampel untuk pertama kalinya pada waktu 15 menit dan pada titik sampel bawah. Setelah pengambilan sampel maka dilakukan analisa pH, dan TDS. Setelah 2 jam, kolom adsorben di isi kembali dengan tanah diatom hingga ketinggian 62 cm, lalu di lakukan kembali pengambilan sampel pada 2 titik sampel yaitu pada titik sampel bawah dan titik sampel ke 1 pada ketinggian 26 cm. kemudian dilakukan analisa pH dan TDS. Kemudian kolom di isi kembali dengan tanah diatom hingga ketinggian 72 cm. Sampel di ambil pada 3 titik sampel yaitu titik sampel bawah, ke 1 dan ke 2 pada ketinggian 62 cm, dan terakhir tanah diatom di isi hingga ketinggian 82 cm, maka sampel diambil melalui 4 titik yaitu titik sampel bawah, 26 cm, 62 cm, dan 72 cm.

2.5. Analisa Sampel

a. Pengukuran pH

Pengukuran pH menggunakan pH meter digital yang sebelumnya dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan aquades pH 7 lalu dikeringkan. Pengukuran sampel dilakukan dengan mencelupkan elektroda ke dalam sampel, tunggu beberapa saat sampai angka yang muncul layar pH meter satbil., setelah itu cuci elektroda tersebut dengan larutan aquades dan keringkan dengan tisu.

b. Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS)

Pengukuran TDS dengan menggunakan TDS meter yang dikalibrasi terlebih dahulu dan dikeringkan sebelum penggunaannya. Dengan cara mencelupkan TDS ke dalam sampel, tunggu sampai angka muncul dan satbil pada TDS meter. Lalu setelah penggunaan cuci dan keringkan kembali TDS meter.

c. Analisa Kadar Fe dan SO_4^{-2}

Analisa dilakukan dengan alat spektrofotometer.

d. Analisa Kadar Fe dan SO_4^{-2}

Analisa dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

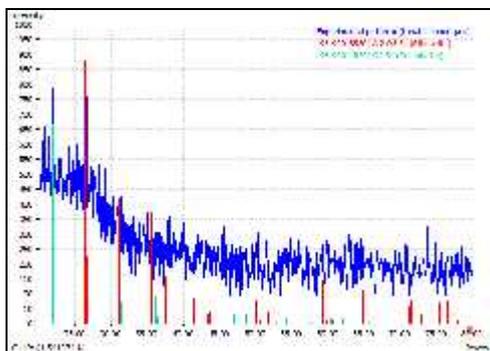
Pada penelitian ini digunakan sampel air asam tambang sintetik yang di buat berdasarkan analisa air asam tambang yang terbentuk karena aktivitas penambangan batu bara. Air asam tambang di buat dengan penambahan senyawa-senyawa kimia yaitu

seperti $(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. sebelum di lepas ke lingkungan air tersebut harus sesuai dengan baku mutu lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif. Parameter untuk air meliputi parameter fisika dan kimia misalnya pH, TDS, EC, dan kadar logam-logam seperti (Fe, Al, Mn, dan Sulfat). Untuk membuat air tersebut sesuai baku mutu lingkungan maka pada penelitian ini digunakan adsorben *diatomic earth* yang terlebih dahulu di aktivasi untuk memperbesar pori-pori agar dapat menyerap logam yang ada pada air asam tambang.

Adapun parameter yang dianalisa pada penelitian ini adalah pH, TDS dan kandungan Fe dan SO_4 . Berikut ini merupakan data hasil analisa sampel awal air asam tambang sintetik pH 3,5 :

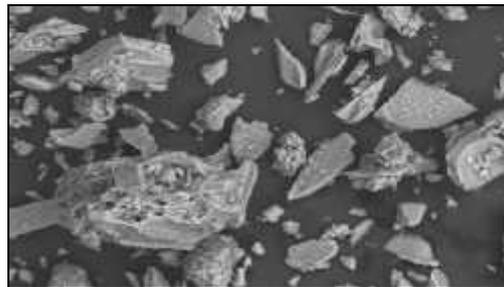
Tabel 1. Analisa Awal Air Asam Tambang Sintetik

pH	TDS (ppm)	EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
3,5	187	362

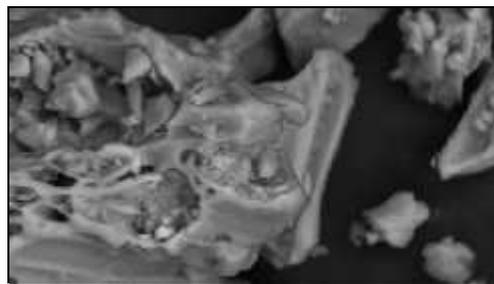


Gambar 3. Pola XRD Tanah Diatom

Dari hasil analisa XRD, kandungan utama yang terdapat pada tanah diatom adalah $\text{Al}_2\text{O}_5\text{Si}$ (*Silimanite*) 85.72% dan SiO_2 (*Cristobalite*) 14.28%. *Silimanite* merupakan campuran dari senyawa Al_2O_3 62,92% dan SiO_2 37,9%. Kristal pada *silimanite* yang terkandung pada sampel adsorben tanah diatom berbentuk *orthomobic* dan kristal *cristobalite* berbentuk tetragonal.



Gambar 4. Hasil SEM EDX Tanah DiatomPembesaran 500x



Gambar 5. Hasil SEM EDX Tanah Diatom Pembesaran 1500x

Tanah diatom yang digunakan sebagai adsorben pada penelitan ini berasal dari Baturaja. Berdasarkan gambar SEM diatas, dapat disimpulkan bahwa tanah diatom berada pada fasa kristalin dan memiliki porositas yang sangat tinggi sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben. Dari gambar dapat dilihat, adanya sarang-sarang yang terbentuk, hal ini menandakan adanya kandungan *silimanite* yang sangat tinggi dan telah dibuktikan dengan menggunakan analisa kuantitatif pada XRD.

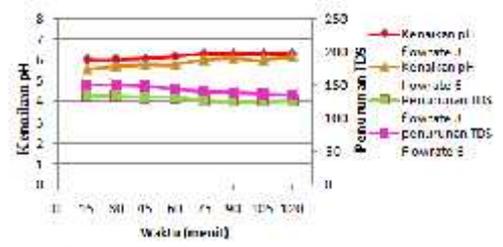
3.1. Hasil Analisa pH dan TDS

Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu ukuran yang menunjukkan kualitas air, yaitu menunjukkan jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam air. pH yang baik pada air ialah dengan nilai 6-9. Analisa pH ini dilakukan pada permeat di setiap ketinggian serta permeat yang ada pada titik sample akhir. Selain ketinggian, waktu juga berpengaruh pada proses adsorpsi. Maka dari itu pada analisa ini dilakukan analisa pengaruh waktu terhadap persentase kenaikan pH.

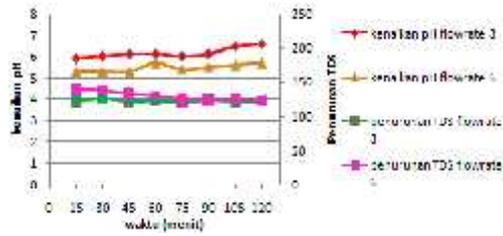
Total dissolve solid (TDS) atau total zat padat terlarut merupakan jumlah total zat terlarut baik yang *organic* maupun *anorganic* yang terdapat dalam sebuah larutan. TDS meter berfungsi untuk mengukur jumlah

partikel padatan terlarut dimana TDS meter ini akan menggambarkannya dalam satuan *Part Per Million* (PPM) atau sama dengan miligram per Liter (ml/L) yang akan ditunjukkan berupa angka digital pada displaynya.

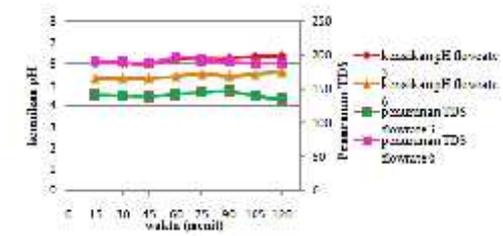
3.1.A. Kenaikan pH dan Penurunan TDS pada Output



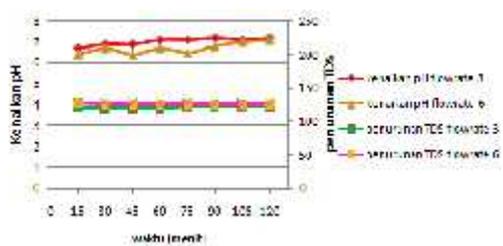
Gambar 6. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada output 26 cm



Gambar 7. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada output 62 cm



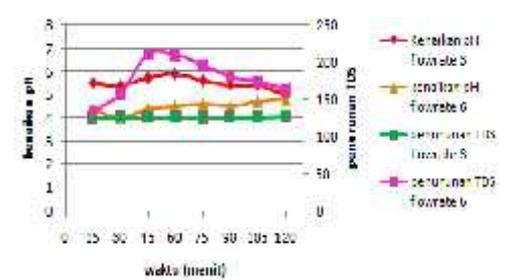
Gambar 8. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada output 72 cm



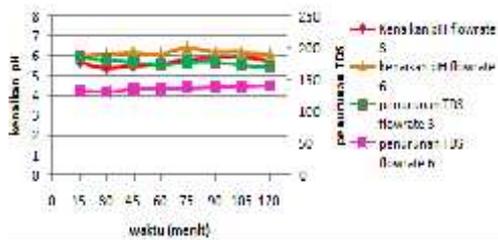
Gambar 9. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada output 82 cm

Pada gambar diatas dapat di lihat bahwa pada kenaikan pH yang baik pada ketinggian unggun 82 cm dan 120 menit yaitu sebesar 7,2. Ini dikarenakan semakin lama waktu maka kenaikan persentase pH semakin tinggi. Pada waktu yang semakin lama maka kontak antara umpun dan unggun pun semakin lama. Sehingga unggun dapat menyerap kandungan logam lebih banyak dan menyebabkan nilai pH tinggi. Dan dapat dilihat juga pada *flowrate* 3 kenaikan pH dan penurunan TDS lebih tinggi dibandingkan pada *flowrate* 6. Karena pada laju alir 3 waktu kontak antara umpun dan unggun lebih lama dibandingkan dengan laju alir 6. Dimana laju alir berbanding lurus dengan tekanan, jika laju alir semakin tinggi maka tekanan pun akan semakin tinggi. Laju alir yang lebih besar dapat menyebabkan banyaknya partikel yang ikut lolos pada saat adsorpsi. Tekanan yang semakin tinggi dapat mengakibatkan kandungan logam yang melewati kolom adsorpsi semakin bertambah dan hal tersebut terjadi karena umpun ditekan dengan kecepatan tinggi sehingga kandungan tersebut ikut menembus bersama umpun atau permeat (Kaliapan et.al, 2007). Dan juga membuat *diatom earth* ikut lolos melalui output permeat. Inilah yang menyebabkan pH kembali turun dan TDS yang semakin tinggi, bahkan sampai melebihi TDS awal.

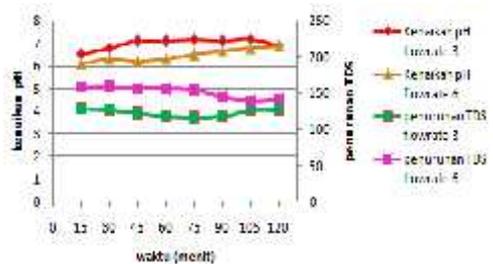
3.1.B. Kenaikan pH dan Penurunan TDS pada Titik Sampel 1



Gambar 10. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada titik sampel 1 62 cm



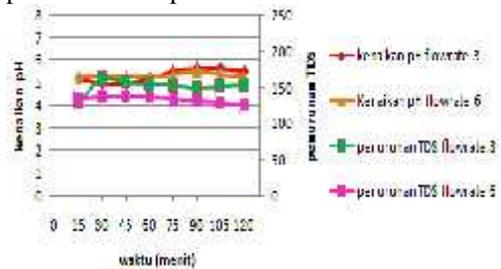
Gambar 11. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada titik sampel 1 72 cm



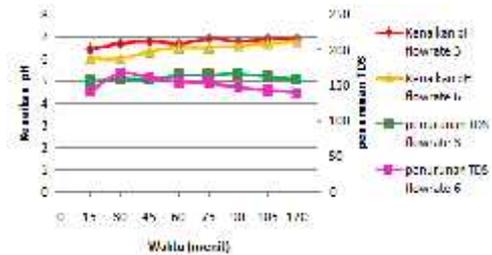
Gambar 12. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada titik sampel 1 82 cm

Pada grafik titik sampel 1 yaitu pada ketinggian 26 cm di dapat 3 buah grafik karena pada titik sampel 1 didapat dari 3 ketinggian yang berbeda, yaitu pada ketinggian 62 cm, 72 cm, dan 82 cm. Dari masing-masing ketinggian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu maka semakin tinggi nilai pH yang didapat dan juga semakin kecil nilai TDS yang di dapat. Pada flowrate 3 ketinggian 82 cm, kenaikan pH tertinggi mencapai nilai pH 7,2 sedangkan pada flowrate 6 kenaikan pH mencapai pH 6,9. Untuk nilai penurunan TDS yang paling baik pada flowrate 3 terdapat pada ketinggian 82 cm adalah 116 ppm, dan pada flowrate 6 adalah 125 ppm.

3.1.C. Kenaikan pH dan Penurunan TDS pada Titik Sampel 2



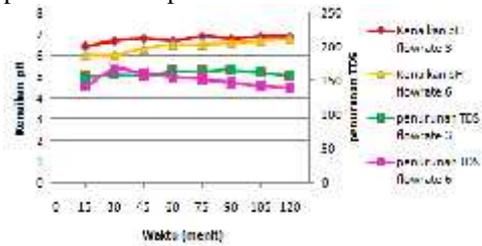
Gambar 13. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada titik sampel 2 72 cm



Gambar 14. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada titik sampel 2 82 cm

Titik sampel 2 ialah titik sampel pada ketinggian 62 cm. dimana pada ketinggian ini di buat output untuk permeat. Dari grafik dapat dilihat bahwa kenaikan pH meningkat dengan bertambahnya waktu. Data yang signifikan pada penurunan TDS terjadi karena tanah diatomic juga lolos saat pengambilan permeat dari titik sampel. Meski begitu persentase TDS juga meningkat seiring dengan bertambahnya waktu, dan juga untuk flowrate yang lebih besar menyebabkan nilai dari kenaikan pH dan penurunan TDS tersebut lebih kecil dibandingkan dengan flowrate yang lebih kecil.

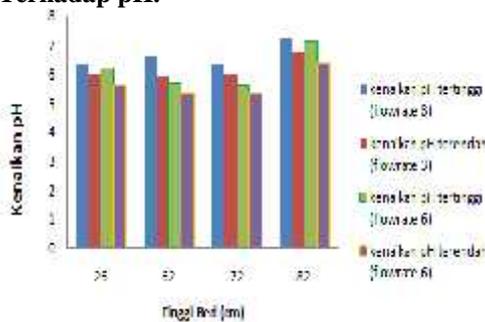
3.1.D. Kenaikan pH dan Penurunan TDS pada Titik Sampel 3



Gambar 15. Pengaruh waktu terhadap kenaikan pH dan penurunan TDS AAT pada titik sampel 3 82 cm

Pada titik sampel 3, hanya ada output pada satu ketinggian yaitu pada ketinggian unggun 82 cm. dapat di lihat dari grafik di atas bahwa semakin lama waktu maka semakin baik nilai pH yang di dapat. pH yang paling optimal ialah pada waktu 105 menit nilai pH yang di dapat sebesar 6,9. Pada penurunan TDS juga meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Sedangkan laju alir yang paling baik ialah pada laju alir 3, dimana pada laju alir 3 dapat membuat kontak antara umpan AAT dan unggun tanah diatom semakin lama sehingga penyerapan akan semakin lama dan nilai pH pun dapat naik. Sedangkan pada laju alir 6 dapat membuat TDS meningkat. Ini dikarenakan pada laju alir yang besar dapat menyebabkan tekanan yang besar pula sehingga tanah diatom dapat terikut keluar bersama permeat pada titik sampel 3.

3.2. Hasil Analisa Ketinggian Unggun Terhadap pH.



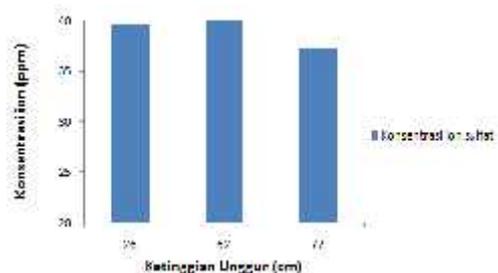
Gambar 16. Pengaruh tinggi bed terhadap kenaikan pH AAT pada setiap pH tertinggi dan terendah.

Untuk pengaruh ketinggian unggun Untuk pengaruh ketinggian unggun terhadap

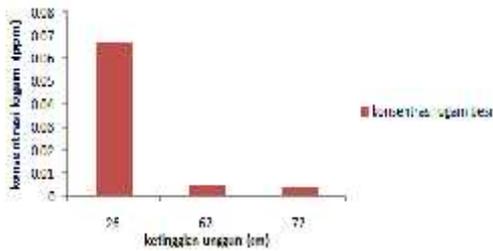
persentase kenaikan pH dapat dilihat dari grafik bahwa kenaikan persentase pH yang paling optimal ialah pada output ketinggian unggun 82 cm, yaitu mempunyai kenaikan pH sebesar 7.2. Dimana dari pH awal 3,5 naik menjadi pH 7,2. Pada grafik di atas menunjukkan nilai kenaikan pH pada masing-masing ketinggian unggun, nilai pH tertinggi dan terendah pada setiap ketinggian. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan pH yang paling optimum ialah pada ketinggian umpan 82 cm dan flowrate 3. Untuk pH terendah ditunjukkan pada ketinggian umpan 72 cm dan pada flowrate 6. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa tanah diatom sangat baik digunakan untuk adsorben dengan menaikkan nilai pH yang menyebabkan kandungan logam dapat berkurang. Adsorben ini juga sangat cocok untuk dibuat sebagai *pretreatment* sebelum masuk ke membran untuk hasil yang lebih baik dan dari segi ekonomi juga sangat ekonomis karena banyaknya tanah diatom ini di alam.

3.3 Hasil Analisa Kandungan Asam Sulfat dan Besi.

Pada air keluaran yang telah melalui proses adsorpsi maka dilakukan analisa penurunan kandungan Besi (Fe) dan Sulfat (SO_4^{-2}). Dapat dilihat dari gambar 4.3 menunjukkan angka persentase penurunan kandungan ion sulfat dan logam besi pada pengolahan air asam tambang,



Gambar 17. Pengaruh ketinggian unggun terhadap penurunan kandungan ion sulfat



Gambar 18. Pengaruh ketinggian unggun terhadap penurunan kandungan ion sulfat

Pada analisa air hasil pengolahan dari proses adsorpsi dapat dilihat persentase penurunan logam terjadi perubahan signifikan. Pada analisa tersebut didapatkan penurunan logam Fe yang paling baik sebesar 0,0045 ppm sampai dan persentase penurunan Sulfat mencapai 37.2395 ppm.

Pada analisa air hasil diatas dengan menggunakan adsorben setinggi 62 cm penurunan logam besi dan ion sulfat sangat besar, ini menunjukkan semakin tinggi adsorben yang digunakan maka jumlah ion logam yang teradsorpsi semakin besar. Sedangkan pada ketinggian 72 cm persentase penurunan ion logam menurun karena pori-pori tanah *diatomeae* sudah mengalami kejenuhan dalam penyerapan.

Persentase penurunan kandungan ion logam diatas menunjukkan bahwa *diatomeae* memiliki daya serap yang tinggi, mudah diperoleh dengan harga yang relatif rendah sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben.

4. KESIMPULAN

1. Proses pengolahan air asam tambang sintetik dengan menggunakan proses adsorpsi dapat meningkatkan nilai pH dan menurunkan kandungan TDS serta menurunkan kadar logam besi dan ion sulfat sehingga air tersebut dapat dilepas ke lingkungan karena telah memenuhi baku mutu air lingkungan.
2. Pada proses adsorpsi semakin tinggi unggun atau tanah lempung, maka kenaikan pH dan penurunan TDS akan meningkat. Karena semakin tinggi unggun maka umpan akan lebih banyak melewati unggun sehingga kandungan di dalam umpan akan semakin bnyak terserap.
3. Semakin tinggi unggun yang digunakan maka nilai penurunan kadar ion sulfat dan logam besi semakin tinggi.

4. Semakin lama waktu operasi maka semakin tinggi nilai pH yang di dapat dan semakin sedikit TDS yang terkandung pada permeat.

5. Pada laju alir yang paling baik digunakan pada proses adsorpsi ialah pada laju alir 3, yaitu laju alir yang kecil, karena pada laju alir yang kecil dapat membuat kontak antara umpan AAT dan unggun tanah diatom semakin lama sehingga penyerapan akan semakin lama dan nilai pH pun dapat naik. Sedangkan pada laju alir 6 dapat membuat TDS meningkat. Ini dikarenakan pada laju alir yang besar dapat menyebabkan tekanan yang besar pula sehingga tanah diatom dapat terikur keluar bersama permeat.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P.W., (1999), *Kimia Fisika*, University Lecturer and Fellow of Lincoln College, Oxford.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Data Produksi Sektor Pertambangan di Indonesia Tahun 2014*.(www.bps.go.id).Diakses pada tanggal 1 Juli 2015 pukul 22.00 WIB.
- Bath, S, J.Siregar dan M. Turmuzi. 2014. *Penggunaan Tanah Bentonit Sebagai Adsorben Logam Cu*. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Negeri, Universitas Sumatera Utara.
- Clark, G.L. 1960. "Encyclopedia of Chemistry," Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Hardiyatmo, C. H. 1999. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Tambang Batubara
- Klirk and Othmer. 1979. "Encyclopedia of Chemical Technology," fifth edition, New York
- Kusnopranto, Haryoto. (1985). *Kesehatan Lingkungan*. FKM UI. Jakarta.
- Nasir, S, E.Ibrahim dan T. Arief. 2013. *Perancangan Plant Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Sand Filtrasi, Ultrafiltrasi dan Reverse Osmosis*. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan

- Tinggi Negeri, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Pradhan, Alka dan Jitendra P. Desmukh. 2008. Acid Mine Water. Motilal Vigyan Mahavidyalaya, Bhopal, August 2008.
- Samosir, Alexon. 2009. *Pengaruh Tawas dan Diatomaceous Earth dalam Proses Pengolahan Air Gambut dengan Metode Elektrokoagulasi*. (<http://repository.u su.ac.id>). Diakses pada tanggal 31 Agustus 2015 pukul 20.00 WIB.
- Setyaningtas, Tien, dan Sriyanti. 2003. *Pengaruh Pemanasan Tanah Diatome terhadap Kemampuan Adsorpsi Cd (III) dalam Pelarut Air*. Jurnal Mipa-Kimia Vol. VI. No. 3, 2003
- Skousen, Jeff. 2002. *The American Society of Mining and Reclamation*. ASMR, 3134 Montavesta Rd., Lexington, KY 40502; West Virginia.
- Tresnadi, Hidir. 2008. *Karakteristik Air Asam Tambang di Lingkungan Tambang Pit 1 Bangko Barat, Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 9, No. 3: 314-319, September 2008.
- Widihati, Gede. 2009. *Adsorpsi Ion Pb²⁺ oleh lempung terinterkalasi surfaktan*. Jurnal Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Udayana, Bukit Jimbaran. Vol. (1) 27-32, Januari 2009.