

Penggunaan Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dalam Menurunkan Kadar *Total Suspended Solid* Air Limbah Batubara

Cukri Rahma*¹, Cukri Rahminiani²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

²Jurusan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

Email: *¹cukri rahma@utu.ac.id

Abstrak

Air limbah merupakan salah satu hasil samping yang dihasilkan oleh perusahaan tambang batu bara. Air limbah tersebut mengandung partikel-partikel yang tersuspensi juga mengandung logam berat. Berbagai upaya sudah dilakukan untuk mengolah air limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Hal tersebut dilakukan agar air limbah tidak merusak lingkungan. salah satu cara yang dilakukan adalah melakukan pengendapan partikel yang tersuspensi dalam air limbah atau yang dikenal dengan TSS (Total Suspended solid) menggunakan metode Koagulasi-flokulasi. Koagulan yang digunakan adalah penelitian ini adalah tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dosis atau kadar optimum penambahan tawas ke dalam air limbah. Penambahan tawas dilakukan dengan dosis yang berbeda-beda, hal ini disesuaikan dengan volume dan debit air limbah yang dialirkan ke WMP (Water Monitoring Point). Dosis optimum penambahan atau penggunaan tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ke dalam masing-masing WPM adalah 0,03 g/L pada WMP 11, dan 0,05 g/L untuk WMP 13.

Kata kunci - Limbah, Koagulasi-Flokulasi, Tawas

Abstract

Wastewater is one of the byproducts produced by coal mining companies. The wastewater contains suspended particles as well as heavy metals. Various attempts have been made to treat wastewater before it is discharged into the environment. This is done so that the waste water does not damage the environment. One way to do this is to settle suspended particles in wastewater or what is known as TSS (Total Suspended solite) using the coagulation-flocculation method. The coagulant used in this study is alum $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. This research was conducted to determine the optimum dose or level of addition of alum into wastewater. The addition of alum is carried out in different doses, this is adjusted to the volume and discharge of waste water that is flowed to the WMP (Water Monitoring Point). The optimum dose of adding or using alum $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ into WPM is 0.03 g / L for WMP 11, and 0.05 g/L for WMP 13.

Keywords – Waste, Coagulation-Flocculation, Alum.

1. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu alternatif yang digunakan sebagai bahan bakar. Batubara terdiri dari susunan batuan sendimen yang berasal dari fosil. Batubara juga mengandung senyawa beberapa senyawa organik. Selain itu, batuan sendimen pembentuk batubara mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, belerang dan nitrogen. Oksigen adalah unsur utama dalam pembentukan batubara, sedangkan nitrogen merupakan unsur tambahan pada pembentukan batubara. Selain terbentuk dari fosil batubara juga terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang merupakan senyawa organik [1]. Adapun tahap-tahapnya adalah Lead Clearing, Loading soil, Dumping, Overburden (OB),

Loading batubara dari excavator DT 30T, Dumping hopper, Loading loader 99K, Loading 70 ton, Haling ke Pit, Haling turning, Dumping RF3, dan Proses transfer batubara. Proses pengolahan batubara diatas dapat menimbulkan limbah cair, padat dan gas. Limbah cair yang dihasilkan salah satunya adalah air limbah pertambangan. Air limbah pertambangan batubara bersumber dari air mata air disekitaran area tambang dan air limpasan hujan yang bercampur dengan lapisan overburden (OB) saat adanya kegiatan penambangan batubara [2].

Air limbah tersebut mengandung partikel-partikel tersuspensi dan logam berat. Sebelum dibuang ke Lingkungan sekitar yaitu ke sungai Krueng Tujoeh, air limbah perlu dilakukan pengolahan agar sesuai dengan baku mutu air limbah pertambangan. Pengolahan air limbah di Perusahaan Tambang batu bara yang ada di Aceh Barat dilakukan di WMP (Water Monitoring Point). Air limbah di WMP (Water Monitoring Point) dialirkan dari Sump (daratan terendah di Pit). Proses pengolahan air limbah batubara dapat dilakukan dengan mengendapkan partikel yang tersuspensi dalam air limbah. Dalam proses pengolahan air limbah batubara hasil akhir pengolahan disesuaikan dengan batas aman baku mutu air limbah pertambangan hasil pengolahan yang aman bagi lingkungan. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan sistem pengolahan aktif yaitu dengan penambahan bahan kimia dan sistem pengolahan pasif yaitu dengan mengandalkan kemampuan fisik alami, geokimia, dan proses biologi dari sistem tersebut. Pengolahan air limbah batubara dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode Fitoremediasi, metode Elektrokimia, metode Multi Soil Layering (MSL), metode Ozonasi, metode Koagulasi-flokulasi, dan metode Adsorpsi.

Salah satu metode pengolahan air limbah tambang batubara dapat dilakukan secara koagulasi-flokulasi, dengan menggunakan berbagai jenis koagulan termasuk tawas (aluminium sulfat), feri sulfat, fero sulfat, PAC, lempung (tanah liat), dan biji kelor. Karena koagulan memiliki muatan positif yang dapat menetralkan muatan negatif pada partikel- partikel padatan yang tersuspensi [3,4]. Menggunakan metode Titrasi dengan titran koagulan tawas ($Al_2(SO_4)_3$) dan kapur padam ($Ca(OH)_2$) Menyatakan bahwa dosis optimum untuk penurunan pH menggunakan tawas ($Al_2(SO_4)_3$) sebesar 0,010 g/L dan kapur padam ($Ca(OH)_2$) adalah 0,014 g/L. Sedangkan penurunan kadar TSS yang sangat efektif didapat dengan penggunaan kapur padam ($Ca(OH)_2$) sebanyak 14 mg/L [3] . Penelitian Fitriyanti menggunakan metode Jarrest dengan memvariasikan kecepatan dalam pengadukan dan digunakan koagulan aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) serbuk. Menyatakan bahwa dengan penggunaan aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) dapat menurunkan kadar TSS (Total Suspended Solid) yang terdapat dalam limbah cair dari stockpile batubara. Efek samping penambahan aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) yaitu menurunnya nilai pH pada pada limbah cair [13].

Pengolahan air limbah di Perusahaan Tambang batu bara yang ada di Aceh Barat pernah dilakukan dengan menggunakan eceng gondok, secara fitrasi dan secara koagulasi-flokulasi. Penggunaan eceng gondok tidak terlalu efektif dikarena kondisi air limbah yang terus mengalir, eceng gondok akan lebih efektif digunakan pada kondisi air limbah yang tidak mengalir (bendungan/irigasi). Namun pada akhirnya pengolahan air limbah di Perusahaan Tambang tersebut dilakukan dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas dan kapur. Proses treatment tawas dilakukan dengan dosis yang berbeda sesuai volume dan debit air limbah yang dialirkan ke WMP, Sehingga perlu dilakukan optimasi pengurangan kadar TSS (Total Suspended Solid) dengan penambahan tawas ($Al_2(SO_4)_3$)

1.1. Batu bara

Batubara merupakan salah satu alternatif untuk menghasilkan bahan bakar. Batubara terdiri dari susunan batuan sedimen yang berasal dari fosil. Batubara mengandung senyawa organik. Selain itu, batuan sedimen pembentuk batubara mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, belerang dan nitrogen. Oksigen adalah unsur utama dalam pembentukan batubara, sedangkan nitrogen merupakan unsur tambahan pada pembentukan batubara. Selain terbentuk dari fosil batubara juga terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang merupakan senyawa organik [1].

Tahun 1976 pemerintah mengeluarkan impres Nomor B-31/Pres/9/1976 tanggal 16 september, untuk mengurangi krisisnya bahan bakar. Menyebabkan banyaknya industri pertambangan batubara dan pembakaran batubara sebagai energi. Dan meningkatnya produksi batubara setiap harinya. Hal tersebut menimbulkan banyaknya limbah yang dihasilkan dalam proses penambangan batubara. Limbah yang dihasilkan antara lain limbah cair, padat, gas, dan limbah B3 yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Produksi batubara dipertambangan juga menghasilkan limbah B3 dalam bentuk cair, padat dan gas.

1.2. Air Limbah

Air limbah merupakan air yang tidak bersih serta mengandung senyawa-senyawa dan berbagai zat yang berbahaya. Air limbah dapat membahayakan kehidupan manusia, hewan, dan lingkungan sekitar [5]. Air limbah penambangan batubara merupakan run-off yang berasal dari mata air dan air limpasan hujan yang membawa atau bercampur dengan lapisan oven burden (OB) yang dikarenakan oleh kegiatan penambangan batubara. Air limbah yang dihasilkan mengandung zat padat tersuspensi maupun yang terlarut, sehingga akan mengalami perubahan kimia, fisika dan hayati yang dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan. Gangguan ini biasanya disebabkan oleh zat beracun atau menciptakan tempat untuk tumbuhnya kuman sebagai sumber penyakit.

Sifat fisik sangat mempengaruhi penentuan tercemar atau tidaknya suatu air limbah. Adapun parameter sifat fisik adalah kejernihan, warna, bau, temperatur dan kandungan zat padat berefek estetika. Pada air limbah biasanya mengandung zat organik yang bersifat degradable (mudah terurai). Zat organik tersebut merupakan sumber energi dan nutrisi bagi mikroorganisme dalam air. Faktor yang dapat mempengaruhi sifat fisik adalah turbinitas atau kekeruhan. Turbinitas atau kekeruhan terjadi karena adanya zat yang tersuspensi seperti planton, lumpur, zat organik dan zat halus lainnya. Turbiditas dapat diukur dengan beberapa metode seperti Nefelometri, Hellige turbiditymetri (Kekeruhan silika), Metode visual atau Candle turbiditymetri (kekeruhan jackson) dan metode Spektrofotometri.

- Sifat Kimia

senyawa-senyawa kimia (zat kimia) dalam air limbah dapat diklarifikasikan menjadi bahan organik dan bahan anorganik. Penentuan sifat kimia dalam air limbah dapat dilihat dari pH, COD, TSS, BOD, TDS, alkalinitas, kadar sulfur, zat beracun, logam berat, nitrogen, dan methane [6]. pH merupakan derajat asam-basa suatu cairan. pH dapat diketahui melalui konsentrasi (aktifitas) ion hidrogen. pH Asam adalah $pH < 7$ yang dapat ditandai dengan adanya ion H^+ dan pH basa adalah $pH > 7$ yang dapat ditandai dengan adanya ion OH^- . Pengukuran pH dapat dilakukan dengan metode kalorimetri dan potensiometri.

- Sifat Biologi

Air limbah memiliki sifat biologis yang dapat dilihat dari tingkat kekotoran air limbah dan mikroorganisme di air limbah sebelum dibuang ke badan air. Mikroorganisme

yang biasa dijumpai pada air limbah antara lain protista (jamur, bakteri, dan algae), binatang dan tanaman.

1.3 Pengolahan Air Limbah

Limbah merupakan sisa yang dihasilkan oleh suatu kegiatan atau usaha. Limbah terdiri dari limbah cair, limbah padat, limbah gas dan limbah B3. Industri pertambangan batubara sendiri dapat menghasilkan limbah padat, cair dan B3. Untuk setiap jenis limbah memerlukan penanganan yang berbeda. Sifat-sifat limbah relatif bervariasi tergantung bahan baku, pemakaian air dalam proses, dan bahan aditif yang digunakan. Beberapa limbah cair mengandung kadar logam berat yang relatif tinggi, kadar TSS (Total Suspended Solid), dan TDS (Total Dissolved Solids) [7].

Air limbah adalah suatu limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang akan dibuang ke lingkungan. Kegiatan industri ataupun domestik menghasilkan limbah yang cukup berbahaya apabila di buang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu. Air limbah dari kegiatan tersebut dapat di destablisasi dengan proses filtrasi, sedimentasi, koagulasi, flokulasi dan desinfeksi [8]. Pengolahan air limbah sangat dibutuhkan karena air tersebut pada akhirnya akan mengalir ke lingkungan sekitar dan akan berdampak terhadap penduduk sekitar. Air limbah tambang batubara harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan sekitar. Air limbah yang dibuang harus memenuhi KEPMEN LH No.113 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah pertambangan batubara sehingga tidak merusak lingkungan sekitar.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara [9].

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6-9
Residu Tersuspensi	mg/l	400
Besi (Fe) Total	mg/l	7
Mangan (Mn) Total	mg/l	4

1.4 Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi flokulasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan bahan pencemar yang tersuspensi (koloid). Koloid adalah campuran dua atau lebih dengan ukuran partikel 1-0,1nm yang bersifat homogen dan tidak terpengaruh oleh gaya gravimetri sehingga tidak terjadi proses pengendapan. Proses koagulasi terjadi ketika dilakukan pencampuran koagulan (bahan kimia) dengan sampel (air limbah). Proses koagulasi dilakukan dengan pengadukan secara cepat didalam satu wadah atau tempat. Sehingga terjadi proses pengumpulan atau pembentukan flok-flok. Setelah proses koagulasi kemudian dilakukan proses flokulasi. Proses flokulasi dilakukan agar terjadi penggumpalan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar [4,5].

Koagulasi-flokulasi digunakan untuk menghilangkan material limbah yang berbentuk suspensi atau koloid. Partikel-Partikel ini sulit untuk mengendap dalam jangka waktu tertentu dan tidak bisa dihilangkan dengan proses perlakuan fisika biasa [10].

-Koagulasi

Koagulasi adalah proses destablisasi muatan koloid tersuspensi dengan penambahan koagulan (bahan kimia) untuk membentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan. Pengadukan cepat (flash mixing) dalam proses koagulasi berfungsi untuk mempercepat dan meratakan atau menyeragamkan koagulan dalam air sampel. Umumnya koagulan yang sering digunakan adalah aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), feri sulfat

(Fe₂(SO₄)₃), fero sulfat (FeSO₄), dan PAC (Susanto, 2008). Meskipun koagulan alami tidak terlalu efektif seperti koagulan kimia, namun jika dalam dosis atau konsentrasi yang tinggi bisa menyebabkan endapan sulit untuk ditangani. Koagulan alami yang umumnya digunakan berasal dari biji-bijian seperti biji kelor (*Moringa Oleifera*) dan biji asam jawa (*Tamaricus Indica*) [10].

Proses koagulasi bertujuan untuk mengubah partikel-partikel padatan dalam air yang tidak bisa mengendap (melayang) menjadi mudah mengendap. Hal ini dikarenakan koagulan menyebabkan partikel padatan yang memiliki berat ringan dan ukuran yang kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar (flok) sehingga mudah mengendap.

-Flokulasi

Flokulasi adalah proses dimana suatu partikel koloid terdestabilkan bergabung membentuk flok. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi laju pembentukan partikel flok adalah gaya antar molekul. Pengadukan secara lambat juga dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan proses flokulasi. Karena partikel dapat melakukan kontak atau hubungan dengan koagulan sehingga terbentuk penggabungan (agglomeration) pada keadaan pengadukan secara lambat. Flok-flok yang terbentuk akan mudah pecah atau rusak jika dilakukan pengadukan secara cepat [4].

Proses flokulasi ini bertujuan untuk:

1. Meningkatkan kinerja secondary clarifier, penyisihan Suspended Solid (SS) dan BOD dari pengolahan fisik.
2. Memperlancar proses conditioning air limbah.
3. Sebagai pretreatment pada proses pembentukan secondary effluent dalam filtrasi [5].

Kondisi-kondisi yang dapat mempengaruhi kinerja koagulan terhadap pengolahan air limbah antara lain [11].

1. pH

Proses koagulasi-flokulasi dapat berjalan dengan baik jika pH yang digunakan memiliki jarak tertentu sesuai dengan pH optimasi koagulan-flokulasi yang digunakan.

2. Suhu

Proses koagulasi tidak dapat berlangsung dengan baik pada suhu rendah. Hal ini disebabkan oleh peningkatan viskositas dan perubahan struktur agregat menjadi lebih kecil yang dapat menyebabkan agregat lolos dari saringan. Sedangkan pada suhu yang tinggi menyebabkan agregat dengan kerapatan lebih kecil akan mengalir ke dasar WMP (Water Monitoring Point).

3. Konsentrasi

Proses koagulasi-flokulasi dapat dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan. Konsentrasi koagulan yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan dalam membentuk flok-flok. Jika konsentrasi koagulan terlalu tinggi dapat menyebabkan tidak terbentuknya flok dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali. Sedangkan penambahan konsentrasi koagulan yang sedikit dapat menimbulkan tumbukan antar partikel berkurang, hal ini dapat menimbulkan kesulitan dalam pembentukan flok.

4. Pengadukan

Proses koagulasi-flokulasi dapat dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Pengadukan terlalu cepat dapat menyebabkan flok-flok yang terbentuk menjadi pecah kembali. Sedang pengadukan yang terlalu lambat dapat menyebabkan waktu pembentukan flok menjadi lama [12].

1.5 Jarrest

Jarrest merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengetahui tingkat kekeruhan suatu sampel. Jarrest biasanya digunakan untuk mengevaluasi proses-proses koagulasi-flokulasi dan menentukan dosis penambahan kimia. Untuk menurunkan kadar polutan dalam suatu air limbah biasanya membutuhkan bahan kimia dengan dosis tertentu. Penambahan bahan kimia harus dilakukan dengan dosis yang tepat dan memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pH air limbah (sampel) [4]. Penggunaan jarrest bertujuan untuk dapat mengoptimalkan pengurangan polutan dengan cara mengevaluasi koagulan dan flokulan, menentukan dosis bahan kimia, dan mencari pH yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui jumlah tawas optimum adalah sistem koagulasi dan flokulasi menggunakan tawas. Penelitian ini dilakukan di laboratorium mini yang ada di perusahaan tambang batu bara. Pengukuran kadar TSS menggunakan alat atau parameter ujiannya. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alat-alat yang digunakan pada pengujian ini adalah beaker glass, pipet tetes, spatula, erlenmeyer, alat Jarrest Floccutor Type S 4S, timbangan digital, sikat tabung, stopwatch dan Calorimeter tipe DR 900. Bahan-bahan yang digunakan adalah air limbah inlet WMP 13, air limbah WMP 11, Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), H_2O .

2.1 Prosedur Kerja

Langkah-langkah pengujian dilakukan secara analisa kuantitatif pada penelitian ini berdasarkan instruksi kerja pengukuran kadar TSS (Total Suspended Solid) terhadap air limbah.

- Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air limbah yang berasal dari inlet WMP 11, WMP 12, dan WMP 13. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 10:00 WIB dan jam 14:00 WIB. Harap mengirimkan naskah anda secara elektronik (Open Journal System/OJS) untuk direview. Ketika anda mengirimkan dokumen naskah versi awal dalam format *Word.doc* satu kolom, termasuk gambar dan tabel.

- Penentuan Dosis Optimum Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Penambahan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) pada *sediment pond* (KPL) dilakukan agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi pada air limbah. Penentuan dosis optimum perlu dilakukakan agar dapat mengetahui dosis optimum tawas dalam menurunkan kadar TSS (*Total Suspended Solid*). Sehingga dapat meminimalisir penggunaan tawas.

- Penentuan Dosis Optimum Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) pada Inlet WMP 11

Penentuan dosis optimum tawas dalam menurunkan kadar TSS pada air limbah dapat dilakukan dengan cara sediakan 1000 ml air inlet Wmp 11 dalam beaker glass kemudian ukur TSS (*Total Suspended Solid*) dan pH awal. Setelah pengukuran selesai, lalu tambahkan 0,03 gram tawas kemudian aduk menggunakan alat jarrest yang telah diatur pada kecepatan 100 rpm dengan waktu pengadukan 2 menit. setelah pengadukan selesai, ukurlah TSS (*Total Suspended Solid*) setiap 2 menit selama 10 menit dan amati serta catat lamanya waktu pengendapan sendimen. Dan lakukan pengulangan yang sama untuk 0,05 gram tawas [5]. Langkah yang sama juga dilakukan pada WMP 13

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Jumlah penggunaan tawas pada inlet WMP 11 dan 13 diharapkan di bawah jumlah penggunaan tawas sebelumnya yaitu di bawah 0,05g/L untuk WMP 11 dan 0,14 g/L untuk WMP 13.

3.1.1 Data penurunan TSS hasil penambahan tawas ($Al_2(SO_4)_3$) pada inlet WMP 11.

Tabel 2. Data Hasil Penambahan 0,03 g tawas ($Al_2(SO_4)_3$).

pH awal 5,26		
TSS awal 972 mg/L		
Waktu pengendapan 8 menit		
Penambahan 0,03 g tawas ($Al_2(SO_4)_3$)		
Waktu (menit)	pH	TSS (mg/L)
0	5,26	972
2	3,97	587
4	3,90	402
6	3,85	264
8	3,81	225
10	3,74	200
Rata-rata	4,08	335,6
Rata-rata (%)	22,43 %	65,47 %

Tabel 3. Data Hasil Penambahan Tawas 0,05 g ($Al_2(SO_4)_3$).

pH awal 5,26		
TSS awal 972 mg/L		
Waktu pengendapan 2 menit		
Penambahan 0,05 g tawas ($Al_2(SO_4)_3$)		
Waktu (menit)	pH	TSS (mg/L)
0	5,26	972
2	3,64	456
4	3,59	243
6	3,58	231
8	3,54	193
10	3,5	159
Rata-rata	3,85	255,8
Rata-rata (%)	26,80 %	73,68 %

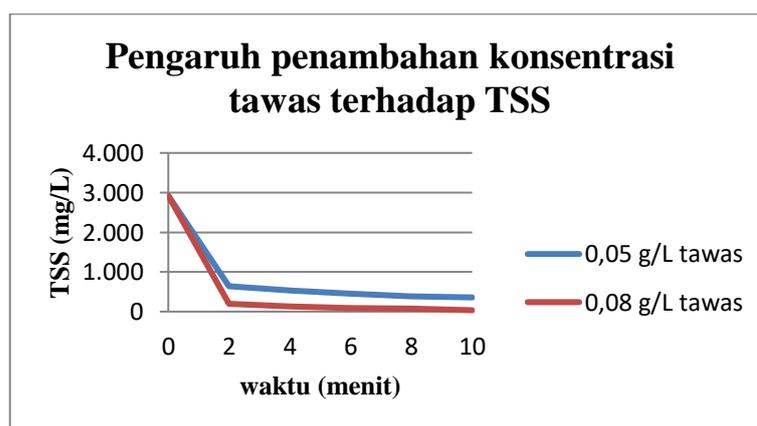
Gambar 1 merupakan grafik hubungan antara konsentrasi TSS (Total Suspended Solid) terhadap penambahan tawas. Gambar tersebut menjelaskan adanya efek penurunan kadar TSS (Total Suspended Solid) yang diamati pada penambahan tawas selama 10 menit setelah pengadukan dengan Jarrest pada kecepatan 100 rpm. Setelah 2 menit terlihat penurunan TSS yang terjadi setelah penambahan tawas. Pada penambahan 0,03 g/L tawas, 2 menit pertama TSS menurun dari 972 mg/L menjadi 587 mg/L dan pada menit kesepuluh TSS mengalami penurunan hingga 200 mg/L. Sedangkan penambahan 0,05 g/L tawas terjadi penurunan TSS yang cukup tinggi dari TSS awal 972 mg/L menjadi 159 mg/L yang terjadi pada menit kesepuluh. Penambahan tawas 0,03 g/L menurunkan TSS sekitar 65,47% sedangkan penambahan tawas 0,05 g/L menurunkan TSS sekitar 73,68%. Kedua dosis ini menghasilkan nilai TSS dibawah baku mutu air limbah pertambangan. Kecepatan yang digunakan adalah 100rpm selama 2 menit sama dengan jarak tempuh 10,99 m/menit atau 0,183 m/s. Sehingga kedua dosis ini dapat menurunkan TSS dengan jarak 0,183 m/s.

Penggunaan dosis tawas atau aluminium sulfat pada air limbah pertambangan batubara di WMP 11 berdasarkan jumlah debit dan pompa yang dihidupkan. Berdasarkan data lapangan diperoleh jumlah debit air limbah di inlet WMP sebesar 0,0031 m³/s atau 11,16 m³/menit. Penggunaan tawas juga tergantung pada tingkat kekeruhan air limbah yang dihasilkan di lapangan.

Tabel 6. Dosis Penggunaan Tawas pada *Sediment Pond* WMP 11.

No	Debit Inlet	Dosis Tawas
1.	0,0031m ³ /s	0,00093 kg/s
2.	0,18 m ³ /menit	0,0054 kg/menit
3.	11,16 m ³ /jam	0,33 kg/jam
4.	44,64 m ³ /4 jam	1,33 kg/4 jam

3.2.2 Optimasi Penggunaan Tawas (Al₂(SO₄)₃) pada Air inlet WMP 13



Gambar 2. Pengaruh penambahan konsentrasi tawas (Al₂(SO₄)₃) 0,05 g/L dan 0,08 g/L terhadap TSS dengan kecepatan 100 rpm.

Gambar 2 merupakan grafik hubungan antara konsentrasi TSS terhadap penambahan tawas. Gambar tersebut menjelaskan adanya efek penurunan kadar TSS (Total Suspended Solid) yang diamati pada penambahan tawas selama 10 menit setelah pengadukan dengan Jarrest pada kecepatan 100 rpm. Setelah 2 menit terlihat penurunan TSS yang terjadi setelah penambahan tawas. Pada penambahan 0,05 g/L tawas terjadi

penurunan TSS (Total Suspended Solid) dari 2.922 mg/L menjadi 639 mg/L yang terjadi pada waktu 2 menit pertama. Dan pada menit kesepuluh TSS (Total Suspended Solid) mengalami penurunan hingga 358 mg/L. Sedangkan penambahan 0,08 g/L tawas terjadi penurunan TSS (Total Suspended Solid) yang relatif tinggi dari 2.922 mg/L menjadi 194 mg/L dalam waktu 2 menit pertama. Dan pada menit kesepuluh TSS (Total Suspended Solid) mengalami penurunan hingga 34 mg/L.

Penggunaan dosis tawas atau aluminium sulfat pada air limbah pertambangan batubara di WMP 13 berdasarkan jumlah debit dan pompa yang dihidupkan. Berdasarkan data lapangan diperoleh jumlah debit air limbah di inlet WMP sebesar 0,28 m³/s atau 16,8 m³/menit. Penggunaan tawas dapat dipengaruhi oleh tingkat kekeruhan air limbah yang dihasilkan di lapangan.

Tabel 7. Dosis Penggunaan Tawas dan Kapur pada *Sediment Pond* WMP 13

No	Debit Inlet	Dosis Tawas
1.	0,28 m ³ /s	0,014 kg/s
2.	16,8 m ³ /menit	0,84 kg/menit
3.	1.008 m ³ /jam	50,05 kg/jam
4.	4.032 m ³ /4 jam	201,6 kg/4 jam

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pengolahan air limbah di perusahaan tambang batu bara dilakukan secara teknologi pengolahan aktif menggunakan tawas
2. Dosis optimal penggunaan tawas yang diperoleh pada WMP 11 adalah 0,03g/L dan 0,05g/L untuk WMP 13.

5. SARAN

Perlunya dilakukan pengulangan penggunaan tawas untuk setiap WMP agar penggunaan atau penetralan air limbah bisa lebih optimal untuk semua WMP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suci, F. C. (2012). Pemanfaatan Abu Layang Batubara (Fly Ash) Teraktivasi Sebagai Adsorben Ion Logam Pb²⁺. *Skripsi*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- [2] Harahap, J. (2017). Efektivitas Penggunaan Aluminium Sulfat Dalam Menurunkan Kadar Tss (Total Suspended Solid) Air Limbah Penambangan Batu Bara Di Pt. X. *Jurnal Of Islamic Science and Technology*, 3(2), 187–200.
- [3] Tandiarrang, J., Devy, S. D., & Trides, T. (2016). Studi Perbandingan Penggunaan Tawas (Al₂(SO₄)₃) Dan Kapur Padam (Ca(OH)₂) Pada Pengolahan Air Asam Tambang Di Pt Kaltim Diamond Coal Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 4(1), 23–

30.

- [4] Susanto, R. (2008). Optimasi Koagulasi-Flokulasi Dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen. *Sikripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta
- [5] Risdianto, D. (2007). Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (studi kasus pt. sido muncul). *Tesis*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Jakarta.
- [6] Agustira, R., Lubis, K. S., & Jamilah. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 2337-6597.
- [7] Nugeraha, N., Sumiyati, S., & Samudro, G. (2010). Pengolahan Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara Menggunakan Biokoagulan : Studi Penurunan Kadar Tss, Total Fe Dan Total Mn Menggunakan Biji Kelor (Moringa Oleifera). *Presipitasi*, 7(9), 57–61.
- [8] Teh, C. Y., & Wu, T. Y. (2014). The Potential Use of Natural Coagulants and Flocculants in the Treatment of Urban Waters. *Chemical Engineering Transactions*, 39, 1603-1608.
- [9] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no 113 tahun 2003 <https://luk.staff.ugm.ac.id/atur/sda/KepmenLH113-2003BMALBatubara.pdf> , diakses tanggal 23 juli 2020.
- [10] Coniwanti, P., Mertha, I. D., & Eprianie, D. (2013). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dalam Tinjauannya Terhadap Turbidity , Tss Dan Cod. *Teknik Kimia*, 19(3), 22–30.
- [11] Rinawati, R., Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. S. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–45.
- [12] Setyawati, H., Kriswantono, M., Nisa, D. A., & Hastuti, R. (2013). Serbuk Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulan Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu. *Industri Inovatif Jurnal Teknik Industri* . 8(1):21-31
- [13] Fitriyanti, R. (2015). Pemanfaatan Koagulan Aluminium Sulfat Dalam Limbah Cair Stockpile Batubara. *Jurnal Media Teknik*, 12(1), 40-46.