

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ALUMINIUM SULFAT
DALAM MENURUNKAN KADAR TSS
(TOTAL SUSPENDED SOLID)
AIR LIMBAH PENAMBANGAN BATU BARA DI PT. X**

JULIANSYAH HARAHAAP

*Program Studi Teknik Lingkungan, UIN Ar-Raniry, Darusaalam
Banda Aceh, Indonesia
Juliansyah.harahap@ar-raniry.ac.id*

Abstrak: Penelitian ini dilaksanakan pada PT. X yang bergerak pada bidang industri pertambangan dan penjualan batubara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengolahan air limbah, dosis dan efektivitas penggunaan Aluminium Sulfat untuk menurunkan kadar Total Suspended Solid (TSS) serta biaya yang harus dikeluarkan perusahaan dari penggunaan Aluminium Sulfat pada pengolahan air limbah tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, dan pendekatan yang dilakukan dalam menganalisa data-data yang didapatkan adalah dengan menggunakan metode deskriptif-kualitatif. Selain hasil pengukuran dan pengamatan dilapangan, data primer lainnya didapatkan dengan melakukan wawancara secara mendalam (indepth interview) pada responden yang dinilai dapat menjadi sumber informasi yang baik. Hasil dari penelitian ini disimpulkan bahwa sumber air limbah penambangan batu bara merupakan run-off di areal Pit B yang berasal dari mata air yang berada di sekeliling dinding Pit B (area tambang) dan air limpasan hujan yang bercampur dengan lapisan over burden (OB) pada saat dilakukan kegiatan penambangan batu bara. Pengolahan air limbah kegiatan penambangan batu bara yang ditujukan untuk mengurangi kadar TSS pada air limbah tambang, dilakukan dengan teknologi pengolahan aktif. Efektivitas penggunaan Aluminium Sulfat (tawas) untuk menurunkan kadar konsentrasi parameter TSS dengan dosis yang telah ditentukan PT. X adalah sebesar 86,74 %.

Kata kunci: Air limbah tambang, Pengolahan, Aluminium Sulfat, Efektifitas

Abstract :This research was conducted at PT. X which is engaged in mining industry and coal sales. The purpose of this research is to know the process of wastewater treatment, dose and effectiveness of Alumunium Sulfate usage to decrease Total Suspended Solid (TSS) level and the cost spent from Alumunium Sulfate usage in waste water treatment. The method used in this research is survey method, and approached in analyzing the data obtained is by using descriptive-qualitative method. In addition to the results of measurements and observations in the field, other primary data obtained by conducting in-depth interviewson respondents who are considered to be a source of good information. The result of this research concludes that the coal waste water source is run-

off in Pit B area originating from springs located around the walls of Pit B (mining area) and rainfall run-off water mixed with over burden layer (OB) at when carried out coal mining activities. Wastewater treatment of coal mining activities aimed to reduce TSS levels in mine wastewater, is carried out with active processing technology. The effectiveness of Aluminum Sulfate (alum) use to decrease the concentration of TSS parameter with doses specified by PT. X is equal to 86,74%.

Keywords :Wastewater mine, Processing, Aluminum Sulfate, Effectiveness

1. Pendahuluan

Air limbah usaha dan atau kegiatan pertambangan batu bara adalah air yang berasal dari kegiatan penambangan batu bara dan air buangan yang berasal dari kegiatan pengolahan/pencucian batu bara (Kepmen LH No. 113 Tahun 2003). Baku mutu air limbah batu bara merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemaran yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah batu bara yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan. Parameter yang wajib dilakukan pemantauan pada air limbah kegiatan penambangan batubara itu sendiri adalah terdiri atas pH, TSS, total Fe dan total Mn.

Menurut Said (2014),selain pH air yang sangat rendah, masalah yang sering dijumpai didalam pengelolaan air limbah tambang adalah masalah konsentrasi total padatan tersuspensi (TSS) yang sangat tinggi terutama pada saat tahap pembukaan lapisan penutup kawasan tambang. Pada saat hujan turun, air limpasan yang terjadi akan membawa partikel-partikel padatan yang sangat halus. Pada lokasi pertambangan tertentu sifat partikel padatan tersebut sangat halus dan merupakan koloid yang sangat stabil, sehingga sulit sekali untuk diendapkan.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di *Water Monitoring Point* (WMP) 12 PT. X,air limbah yang dihasilkan memiliki kadar *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi yaitu lebih dari 1000 mg/lwalaupun tingkat keasaman masih dalam kondisi pH yang normal disekitar angka 6. Pengolahan air limbah untuk menurunkan kadar TSS dilakukan dengan menambahkan bahan koagulan tawas yaitu Alumunium Sulfat($H_2(SO_4)_3$) pada *sediment pond* (kolam pengendapan) agar terjadi proses koagulasi dan flokulasi pada air limbah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka rumusan masalah yang dapat diambil diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Tingginya konsentrasi TSS pada air limbah yang ada disalah satu area penambangan pada PT. X sehingga memerlukan pengolahan yang baik sebelum dibuang ke badan air (lingkungan)
2. Perlunya penggunaan koagulan tawas (Alumunium Sulfat) dalam proses penurunan kadar TSS pada air limbah, sehingga perlu diketahui seberapa efektifdosis yang digunakan oleh perusahaan,dimana selanjutnya akan berpengaruh pada efisiensi biaya dari pengolahan air limbah yang dilakukan.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka dapat disusun beberapa pertanyaan penelitian yaitu:

1. Bagaimana karakteristik dan proses pengolahan air limbah pada kegiatan penambangan batu bara di salah satu area tambang PT. X?
2. Berapa dosis dan efektivitas penggunaan Alumunium Sulfat pada pengolahan air limbah kegiatan penambangan batu bara di salah satu area tambang PT. X?
3. Bagaimana pendekatan perhitungan biaya penggunaan Alumunium Sulfat pada pengolahan air limbah kegiatan penambangan batu bara di salah satu area tambang PT. X?

Bertitik tolak dari beberapa pertanyaan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakteristik dan proses pengolahan air limbah yang dilakukan kegiatan penambangan batu baradi salah satu area tambang PT. X?
2. Mengetahui dosis dan efektivitas penggunaan Alumunium Sulfat pada pengolahan air limbah kegiatan penambangan batu baradi salah satu area tambang PT. X?
3. Mengetahui biaya yang harus dikeluarkan perusahaan dari penggunaan Alumunium Sulfat pada pengolahan air limbah kegiatan penambangan batu baradi salah satu area tambang PT. X?

Adapun hasil/manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah agar dapat menjadi suatu acuan dalam usaha

peningkatan efektifitas penggunaan koagulan Alumunium Sulfat untuk penurunan tingkat konsentrasi TSS yang nantinya akan meningkatkan efisiensi dari biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam pengolahan air limbah penambangan.

2. Tinjauan Pustaka

Menurut Gebbie (2005, di dalam Kristijarti, dkk, 2013) koagulan dapat berupa garam-garam logam (anorganik) atau polimer (organik). Polimer adalah senyawa-senyawa organik sintesis yang disusun dari rantai panjang molekul-molekul yang lebih kecil. Koagulan polimer ada yang kationik (bermuatan positif), anionik (bermuatan negatif), atau nonionik (bermuatan netral). Sedangkan koagulan anorganik mencakup bahan-bahan kimia umum berbasis aluminium atau besi. Ketika ditambahkan ke dalam contoh air, koagulan anorganik akan mengurangi alkalinitasnya sehingga pH air akan turun. Koagulan organik pada umumnya tidak mempengaruhi alkalinitas dan pH air. Koagulan anorganik akan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut pada air yang diolah.

Penentuan jenis koagulan dan perkiraan kasar dosis yang dibutuhkan untuk pengendapan padatan air limbah yang efektif dilakukan dengan melakukan percobaan awal dengan Jar-Test. Hasil percobaan perlu untuk diinterpretasikan dengan hati-hati dan setelahnya perlu dilakukan optimisasi kondisi proses pada jenis koagulan yang dipilih sebelum digunakan untuk modifikasi dan pengontrolan instalasi pengolahan (Kristijarti, dkk, 2013).

Menurut Said (2014) secara umum ada dua metoda yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair tambang, yaitu teknologi pengolahan aktif dan teknologi pengolahan pasif.

Pada teknologi pengolahan aktif (*active treatment*), proses-proses yang digunakan adalah netralisasi, aerasi dan pengendapan. Netralisasi adalah proses penambahan bahan kimia untuk menetralkan pH air asam tambang agar proses penghilangan besi di air dapat berjalan dengan baik. Proses aerasi adalah penambahan oksigen dalam air asam tambang agar besi yang terdapat di dalam air asam tambang bereaksi dengan oksigen dimana selanjutnya Fe akan dipisahkan melalui proses pengendapan dengan penambahan bahan kimia koagulan

Proses koagulasi dibagi menjadi dua tahap: Tahap pertama yaitu koagulasi partikel-partikel kotoran menjadi flok-flok yang masih halus/kecil dengan cara pengadukan cepat segera setelah koagulan dibubuhkan. Tahap ini disebut dengan pencampuran cepat dan prosesnya dilakukan pada bak pencampur cepat (*mixing basin*). Tahap selanjutnya adalah proses pertumbuhan flok agar menjadi besar dan stabil, yaitu dengan cara pengadukan lambat pada bak flokulator.

Selanjutnya yang kedua adalah teknologi pengolahan secara pasif (*passive treatment*). Pada teknologi pengolahan secara pasif ini, air limbah diolah tanpa membutuhkan bahan kimia dan hanya menggunakan proses kimia dan biologi yang terjadi secara alami di alam. Salah satu teknologi pengolahan pasif untuk limbah cair tambang yang dapat digunakan antara lain adalah rawa buatan (*constructed wetland*). Rawa Aerobik (*Aerobic Wetland*) yang merupakan salah satu jenis rawa buatan (*constructed wetland*) merupakan suatu sistem rawang rawanya ditanami dengan *Typha* dan tanaman rawa lainnya dengan kedalaman < 30 cm, dengan sedimen impermiabel yang terdiri dari tanah, lempung, *mine spoil*. Rawa aerobik cocok dipilih untuk kondisi air yang *nett alkaline*, karena sistem ini memberikan aerasi pada air kolam yaitu dengan adanya zona perakaran dari vegetasi.

Substrat untuk lahan basah ini bervariasi tanah alam sampai material organik (kompos). Di dalam sistem lahan basah «aerobik», air asam tambang yang akan diolah akan mengalir melalui sela-sela vegetasi dan bercampur dengan udara. Dengan demikian hal ini memungkinkan terjadi oksidasi Fe^{2+} dan membentuk endapan sebagai $FeOOH$ (Said, 2014).

3. Metode Penelitian

Industri yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah PT. X yang bergerak pada bidang industri pertambangan dan penjualan batubara. Saat ini PT. X memiliki Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP) di Kabupaten Aceh Barat dengan luas wilayah konsesi 3.134 Ha, IUP-OP tersebut berlaku sampai dengan tahun 2025. Penelitian dilakukan dengan durasi 2 bulandimulai sejak bulan Agustus sampai dengan bulan September 2017, sedangkan pengukuran dan pengamatan di lapangandimulaisejak tanggal

1 sampai dengan tanggal 31 Agustus 2017 berlokasi di kolam sedimen WMP 12 Pit B PT. X.



Gambar 1 Lokasi Sumber dan Pengolahan Air Limbah pada Kegiatan Penambangan Batu Bara PT. X (Sumber: Google Earth Pro, 2017)

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan pemeriksaan kadar konsentrasi TSS pada *inlet* dan *outlet* kolam sedimen dengan menggunakan alat pengukuran TSS yaitu *Colorimeter tipe DR 900*. Sedangkan pengukuran pH menggunakan pH meter dan kertas Lakmus.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei yaitu serangkaian kerja yang meliputi pengamatan, pengukuran dan analisa dari hasil yang didapatkan di lapangan. Selain hasil pengukuran dan pengamatan di lapangan, data primer lainnya didapatkan dengan melakukan wawancara secara mendalam (*indepth interview*) pada responden yang dinilai dapat menjadi sumber informasi yang baik. Untuk data-data sekunder didapatkan dari studi literatur yang terkait penelitian, seperti laporan-laporan,

peta-peta, grafik serta penelitian-penelitian sejenis yang diperoleh baik dari perusahaan terkait maupun sumber-sumber lainnya.

Pendekatan yang dilakukan dalam menganalisa data-data yang didapatkan pada penelitian ini adalah dengan metode analisa deskriptif-kualitatif karena didasarkan pada kondisi empirik yang ditemukan di lapangan yang menggambarkan suatu fenomena yang mempunyai keterkaitan dengan upaya peningkatan efektivitas pengolahan air limbah hasil penambangan batu bara pada PT. X.

4. Hasil Penelitian

Sumber air limbah kegiatan pertambangan batubara PT. X berasal dari *run-off* yang bercampur dengan lapisan batuan sisa dari proses penambangan yang terbawa ke *sump* utara dan selatan Pit B PT. X. *Run-off* tersebut merupakan air yang berasal dari mata air yang berada di sekeliling dinding Pit B (area tambang) dan air limpasan hujan.

Air limbah yang berasal dari *sump* selatan dipompa (menggunakan 2 pompa) terlebih dahulu ke *sump* utara (menggunakan 3 pompa), baru kemudian dipompa menuju kolam pengendapan dengan menggunakan 1 sampai dengan 3 pompa tergantung debit air limbah yang dihasilkan. Pompa yang digunakan adalah tipe *Sykes HH 150* dan *Multiflo 380*.

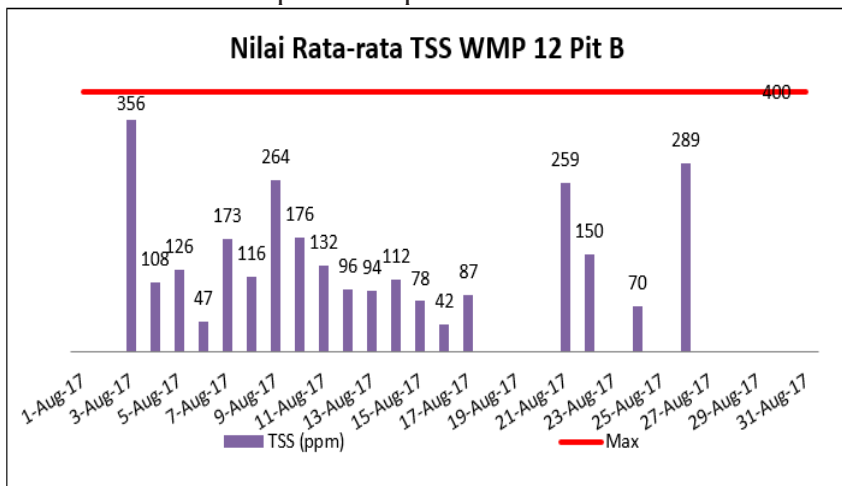
Tabel Tipe dan Debit Setiap 1 Pompa di Pit B PT. X

No.	Tipe	Jumlah	Debit (liter/s)	Debit (liter/jam)	Debit (liter/4 jam)
1.	<i>Sykes HH 150</i>	Dua	150	540.000	2.160.000
2.	<i>Multiflo 380</i>	Satu	155	558.000	2.232.000

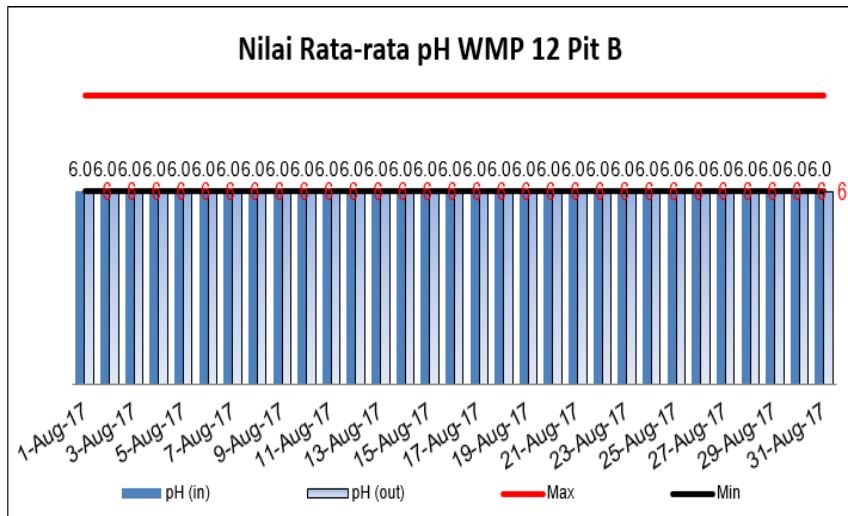
Debit pompa yang dihasilkan selamanya 4 jam adalah sebesar 2.160.000 liter/s (2.160 m³/s) untuk 1 pompa *Sykes HH 150* dan 2.232.000 liter/s (2.232 m³/s) untuk 1 pompa *Multiflo 380*. PT. X sendiri biasanya hanya menggunakan 1 sampai dengan 2 pompa saja (satu pompa tipe *Sykes HH 150* dan satu pompa tipe *Multiflo 380*) hal ini dikarenakan jumlah debit air limbah yang dihasilkan biasanya tidak terlalu besar.

Air limbah hasil penambangan batu bara di areal *Pit B* PT. X diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air bebas. Kegiatan pengolahan ini dilaksanakan di WMP 12 yang terdiri atas 6 buah kolam pengendapan dengan luas lokasi WMP sekitar 10.180 m². Pengolahan air limbah batu bara yang dilakukan menggunakan teknologi pengolahan aktif yaitu dengan menambahkan bahan kimia koagulan Al₂(SO₄)₃ atau yang biasa disebut Aluminium Sulfat, bahan kimia ini dibutuhkan dalam rangka proses koagulasi-flokulasi untuk mengendapkan sedimen terlarut.

Karakteristik air limbah pada PT. X dapat dilihat pada 4 parameter yang diukur yaitu pada konsentrasi TSS, pH, Mg dan Fe. Perusahaan melakukan pengukuran selama 4 jam pada setiap harinya pada parameter konsentrasi TSS dan pH saja, sedangkan pengecekan keseluruhan dilakukan oleh pihak BARISTAND Industri Banda Aceh pada setiap 3 bulan sekali.



Gambar 2 grafik nilai rata-rata parameter TSS pada WMP 12 di bulan Agustus 2017



Gambar 3 grafik nilai rata-rata parameter pH pada WMP 12 di bulan Agustus 2017

Dari kedua grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai rata – rata dari parameter TSS dan pH yang diukur pada *outlet* WMP 12 berada dibawah nilai kadar maksimum yang ditetapkan dan telah sesuai dengan nilai baku mutu yang telah diatur oleh Kepmen LH No. 113 Tahun 2003.

Penggunaan dosis Alumunium Sulfat pada air limbah penambangan batu bara PT. X didasarkan kepada jumlah debit dan pompa yang dihidupkan. Berdasarkan data lapangan apabila 1 pompa *Sykes HH 150* menyala, maka dilakukan dosis Alumunium Sulfat sebanyak 2 karung (100 kg), sedangkan apabila 1 pompa *Multiflo 380* menyala maka dosis yang dilakukan sebanyak 3 karung (150 kg). Selanjutnya apabila 2 pompa *Sykes HH 150* dan *Multiflo 380* menyala secara bersamaan maka dilakukan dosing sebanyak 5-6 karung (250-300 kg). Dosis Alumunium Sulfat juga bergantung pada tingkat kekeruhan air limbah penambangan batu bara yang terlihat di kolam pengendapan. Dosis penggunaan Alumunium Sulfat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel Dosis Penggunaan Aluminium Sulfat pada Sediment Pond WMP 12

No.	Jumlah Pompa	Tipe Pompa	Dosis Aluminium Sulfat
1.	Satu	<i>Sykes HH 150</i>	2 karung (100 kg)
2.	Satu	<i>Multiflo 380</i>	3 karung (150 kg)
3.	Dua	<i>Sykes HH 150</i>	4 karung (200 kg)
4.	Dua	<i>Sykes HH 150 & Multiflo 380</i>	5-6 karung (250-300 kg)

Persentase rata – rata efektivitas penggunaan Aluminium Sulfat di bulan Agustus 2017 untuk menurunkan kadar TSS pada air limbah penambangan batu bara di WMP 12 PT. X dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Ef = \frac{It - Ot}{It} \times 100\%$$

Keterangan: Ef = Efektivitas (%)

It = rata - rata inlet TSS (mg/l)

Ot = outlet TSS (mg/l)

Tabulasi data hasil perhitungan efektivitas penggunaan Aluminium Sulfat dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel hasil perhitungan efektivitas penggunaan Aluminium Sulfat

Tanggal	Kolam Pengendapan (WMP 12)		Efektivitas (%)
	TSS out (ppm)	Dosis Alumunium Sulfat (kg)	
1-Aug-17			
2-Aug-17			
3-Aug-17	356	1800	66,6
4-Aug-17	108	1350	89,9
5-Aug-17	126	1250	88,2
6-Aug-17	47	800	95,6
7-Aug-17	173	850	83,8
8-Aug-17	116	950	89,1
9-Aug-17	264	800	75,3
10-Aug-17	176	0	
11-Aug-17	132	0	
12-Aug-17	96	0	
13-Aug-17	94	0	
14-Aug-17	112	1000	89,5
15-Aug-17	78	700	92,7
16-Aug-17	42	800	96,1
17-Aug-17	87	550	91,8
18-Aug-17			
19-Aug-17			
20-Aug-17			
21-Aug-17	259	200	75,7
22-Aug-17	150	0	
23-Aug-17			
24-Aug-17	70	750	93,4
25-Aug-17			
26-Aug-17	289	0	
27-Aug-17			
28-Aug-17			
29-Aug-17			

30-Aug-17			
31-Aug-17			
Jumlah		11800	
Rata-rata	146,1	907,62	86.7

Persentase rata – rata efektivitas penggunaan Alumunium Sulfat di bulan Agustus 2017 dalam menurunkan kadar TSS pada air limbah penambangan batu bara di WMP 12 PT. Xdidapatkan adalah sebesar 86.74 %

Biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pengadaanAlumunium Sulfat pada pengolahan air limbah penambangan batu bara PT. X adalah dengan pendekatan harga per karung isi 50 kg berkisar RP. 5.220,- /Kg nya. Perhitungan biaya yang dikeluarkanuntuk pemakaian Alumunium Sulfat sesuai jumlah dan tipe pompa yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel Biaya Penggunaan Alumunium Sulfat Selama 1 Hari

No.	Jumlah Pompa	Tipe Pompa	Biaya Penggunaan 1 Hari (24 jam)
1.	Satu	<i>Sykes HH 150</i>	Rp. 3.132.000,-
2.	Satu	<i>Multiflo 380</i>	Rp. 4.698.000,-
3.	Dua	<i>Sykes HH 150</i>	Rp. 6.264.000,-
4.	Dua	<i>Sykes HH 150 &Multiflo 380</i>	Rp. 7.830.000,- s/d Rp. 9.396.000,-

Dari tabel diatas diketahui biaya penggunaan Alumunium Sulfat selama 1 hari berbeda – beda tergantung jenis pompa yang dihidupkan, untuk satu pompa *Sykes HH 150* sebesar Rp. 3.132.000,-, satu pompa *Multiflo 380* sebesar Rp. 4.698.000,-, dua pompa *Sykes HH 150*sebesar Rp. 6.264.000,- dan untuk dua pompa (*Sykes HH 150 &Multiflo 380*) sekitar Rp. 7.830.000,- sampai dengan Rp. 9.396.000,-.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang disampaikan diatas maka

dapat disimpulkan beberapa hal antara lain ;

1. Sumber air limbah penambangan batu bara PT. X merupakan *run-off* di areal *Pit B* yang berasal dari mata air yang berada di sekeliling dinding *Pit B* (area tambang) dan air limpasan hujan. yang bercampur dengan lapisan *over burden* (OB) pada saat dilakukan kegiatan penambangan batu bara.
2. Pengolahan air limbah kegiatan penambangan batu bara PT. X ditujukan untuk mengurangi kadar TSS air limbah penambangan batu bara dan dilakukan dengan teknologi pengolahan aktif (*active treatment*), yaitu dengan menambahkan koagulan Aluminium Sulfat (tawas) agar terjadi proses sedimentasi.
3. Air limbah di *outlet* kolam pengendapan (*sediment pond*) WMP 12 PT. X memiliki nilai rata-rata parameter pH sebesar 6 dan nilai rata-rata kadar parameter TSS sebesar 146,1 ppm yang telah memenuhi baku mutu Kepmen LH No. 113 Tahun 2003.
4. Efektivitas penggunaan Aluminium Sulfat (tawas) untuk menurunkan kadar konsentrasi parameter TSS pada bulan Agustus 2017 dengan dosis yang telah ditentukan PT. X adalah sebesar 86,74 %.

Daftar Kepustakaan

- Arini T. Soemohadiwidjojo. 2014. *Mudah Menyusun SOP*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.
- Blowes, D.W., Ptacek, C.J., and J. Jurjovec, 2003. *Mill Tailings: Hydrogeology and Geochemistry*. In: J.L. Jambor, D.W. Blowes, and A.I.M. Ritchie (Eds.), *Environmental Aspects of Mine Wastes, Short Course Series Vol. 31*, Mineralogical Association of Canada, 95-116
- Frank R. Spellman. 2003. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. CRC Press Company LLC: New York Washington, D.C.
- Habibi, Islam. 2012. *Tinjauan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil PT Sukun Tekstil Kudus. Sukun Tekstil Kudus*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Irwanto, Robert. 2011. *Pengaruh Pembuangan Limbah Cair*

Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sumur Di Kelurahan Krobokan Kota Semarang. Skripsi Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Semarang.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batu Bara.

Kristijarti, dkk. 2013. *Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X.* Laporan Penelitian Universitas Katolik Parahyangan. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.

Lestari, Tri Siska. 2016. *Keefektifan Penambahan Dosis Tawas Dalam Menurunkan Kadar Tss (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Rumah Makan.* Artikel Penelitian Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Surakarta

Luthfi, Hidayat. 2014. *Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mining Drainage) Di Pt. Bumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan).* Jurnal ADHUM, Vol. 7, No. 1.

Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

Rosariawari, Firra dan M. Irwan. 2014. *Effektifitas PAC Dan Tawas Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Permukaan.* Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Vol 5, No. 1.

Said, Nusa Idaman. 2014. *Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara "Alternatif Pemilihan Teknologi".* Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol. 7 No.2.

Santi, Devi Nuraini. 2004. *Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit Industri Pulp Dan Kertas Industri Kelapa Sawit.* Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara.