

**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN TAWAS
($Al_2(SO_4)_3$) DAN KAPUR PADAM ($Ca(OH)_2$) PADA
PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG DI PT KALTIM
DIAMOND COAL KECAMATAN LOA KULU
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN
TIMUR**

*(Research Ratio Employing Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) And
Calcium Hidroksida ($Ca(OH)_2$) In Processing Acid Mine Drainage At
PT Kaltim Diamond Coal Subdistrict Loa Kulu Regency Kutai
Kartanegara East Kalimantan Province)*

Jenita Tandiarrang, Shalaho Dina Devy, Tommy Trides
Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

Abstrak

Kegiatan penambangan batubara dapat menimbulkan air asam tambang (AAT) atau *Acid Mine Drainage* baik tambang terbuka maupun tambang dalam, Unit pengolahan batubara serta timbunan batuan buangan (*Overburden*). Potensi air asam tambang harus diketahui agar langkah-langkah pencegahan dan pengendaliannya dapat dilakukan sehingga timbulnya permasalahan terhadap lingkungan dapat diatasi serta tidak menjadi persoalan dikemudian hari, baik tambang tersebut masih aktif ataupun setelah tambang tersebut tidak beroperasi lagi. Masalah lingkungan yang terjadi yaitu pH rendah, TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*) yang dibahas pada penelitian ini kadar pH, TSS, TDS tidak sesuai dengan baku mutu air limbah. Proses netralisasi dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan metode titrasi, dimana koagulan yang digunakan adalah tawas ($Al_2(SO_4)_3$) dan kapur padam ($Ca(OH)_2$). Dari hasil penelitian ini, didapatkan dosis optimum untuk penurunan pH dengan menggunakan tawas ($Al_2(SO_4)_3$) adalah 0,010 g/L sedangkan kapur padam ($Ca(OH)_2$) adalah 0,014 g/L. Penurunan kadar TSS yang paling efektif adalah dengan menggunakan kapur padam ($Ca(OH)_2$) yaitu sebesar 14 mg/L.

Kata Kunci: tawas, kapur padam, pH, TSS, TDS.

Abstract

Coal mining operations can lead to acid mine drainage (AAT) or Acid Mine Drainage both open-pit mining and underground mining, coal processing unit as well as the waste rock pile (overburden). The potential of acid mine drainage must be known so that preventive measures and control to do so created problems for the environment can be overcome and do not become problems in the future, whether the mine is still active or after the mine is no longer in operation. Environmental problems namely low pH, TSS (Total Suspended Solid), TDS (Total Dissolved Solid) discussed in this study the levels of pH, TSS, TDS is not in accordance with the quality standards of waste water. Neutralization process carried out in a laboratory scale using titration method, in which the coagulant used is aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) and calcium hidroksida ($Ca(OH)_2$). From these results, it was found the optimum dosis to decrease the pH by using aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) is 0.010 g/L while quenched lime ($Ca(OH)_2$) is 0.014 g/L. Decreased levels of TSS is most effective is to use calcium hidroksida ($Ca(OH)_2$) is 14 mg/L.

Key words: aluminium sulfat, calcium hidroksida, pH, TSS, TDS.

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan batubara ditanah air ini tentunya memiliki dampak bagi makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya. Baik yang bersifat positif atau yang negatif. Secara umum dampak positifnya adalah terbukanya lapangan kerja dan pemanfaatan sumber daya alam. Sedangkan dampak negatifnya adalah terganggunya lingkungan disekitar area penambangan yang mana

terdapat air limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi awal pH air asam tambang
2. Menganalisis jumlah kebutuhan Tawas ($Al_2(SO_4)_3$) dengan Kapur Padam ($Ca(OH)_2$) untuk menetralkan air asam tambang.
3. Menganalisis zat yang paling efektif untuk

menetralkan air asam tambang.

PT Kaltim Diamond Coal adalah perusahaan swasta yang bergerak pada bidang eksplorasi pertambangan. Praktek Kerja Lapangan ini dilakukan di Kuasa Pertambangan PT Kaltim Diamond Coal, secara administrasi terletak di Loa Gagak, Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur. Sedangkan secara geografis letak wilayah tersebut dibatasi oleh Bujur Timur dan Lintang Selatan, sebagai berikut: 117° 03'29,7" BT- 117° 03'34,8" dan 0° 31'56,3" LS- 0° 32'06,4" LS. Lokasi kerja PT Kaltim Diamond Coal dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat dengan melalui rute Samarinda – Loa Gagak dengan jarak tempuh ± 30 km dengan waktu tempuh ± 40 menit dimana kondisi jalan beraspal baik.

Pencemaran Air

Defenisi pencemaran air menurut Peraturan Pemerintah N0 82 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya dan fungsinya bagi kehidupan tersebut tidak akan dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Hampir semua kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan air, mulai dari membersihkan diri (mandi), membersihkan ruangan tempat tinggalnya, menyiapkan makanan dan minuman sampai dengan aktivitas-aktivitas

lainnya (Effendi, 2003).

Derajat Keasaman (pH)

pH adalah teori yang dipergunakan untuk menjelaskan sifat-sifat senyawa dalam air berupa asam dan basa. Asam adalah senyawa yang menghasilkan ion hidrogen (H^+) bila dilarutkan dalam air, sedangkan basa adalah senyawa-senyawa yang menghasilkan ion hidroksil (OH^-) bila dilarutkan dalam air. Cirinya ialah larutan asam yang didasarkan atas aktivitas ion hidrogen (H^+), H^+ dan OH^- berasal dari ionisasi molekul H_2O , pengukuran hydrogen (H^+) dinyatakan dalam satuan pH diartikan logaritma dari kebalikan kegiatan ion H^+ yang ditulis:

$$pH = -\log (H^+) \text{ atau } pH = \log \frac{1}{(H^+)} \dots \dots \dots (1)$$

Klasifikasi nilai pH adalah sebagai berikut :

pH = 7	: netral
7 < pH < 14	: alkalis (basa)
0 < pH < 7	: asam

Acid and Metalliferous Drainage (AMD) atau Drainase Asam dan Logam (DAL) secara tradisional biasa dirujuk sebagai '*acid mine drainage*' (drainase tambang asam atau air tambang asam) atau '*acid rock drainage*' (drainase batuan asam). DAL dapat menampilkan satu atau beberapa karakteristik kimia sebagai berikut:

1. pH rendah (nilainya berkisar antara 1,5 hingga 4) kecenderungan asam
2. konsentrasi logam dapat larut yang tinggi (seperti besi, aluminium, mangan, kadmium, tembaga, timah, seng, arsenik dan merkuri)
3. nilai keasaman yang meningkat (seperti misalnya setara 50-15.000 mg/L $CaCO_3$)
4. salinitas (sulfat) yang tinggi (konsentrasi sulfat umumnya antara 500-10.000 mg/L; salinitas umumnya antara 1000-20.000 $\mu S/cm$)
5. konsentrasi yang rendah dari oksigen terlarut (seperti kurang dari 6 mg/L)
6. tingkat kekeruhan (turbiditas) atau total padatan tersuspensi yang rendah (dikombinasikan dengan satu atau lebih karakteristik di atas).

Indikator-indikator utama kehadiran DAL termasuk:

1. air berwarna merah atau jernih tidak alami
2. endapan-endapan oksida besi oranye-coklat pada saluran-saluran drainase
3. matinya ikan atau organisme-organisme air lainnya
4. terbentuknya lapisan endapan di campuran DAL dan air latar belakang (penerima), atau pada pertemuan-pertemuan aliran

Total suspended Solid (TSS)

Sesuai dengan SNI 06-6989.3-2004 TSS atau padatan tersuspensi total adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran

partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel kolid. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat adanya padatan yang tidak dapat terlarut dan mengendap secara langsung. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme. Menurut SNI 06-6989.27-2005 kadar maksimum TSS adalah 300 mg/L.

Pembentukan dan Karakteristik Air Asam Tambang

Air asam tambang timbul apabila mineral-mineral sulfida yang terkandung dalam batuan pada saat penambangan berlangsung, bereaksi dengan air dan oksigen. Oksidasi pirit (FeS_2) akan membentuk ion ferro (Fe^{2+}), sulfat dan beberapa proton pembentuk keasaman, sehingga kondisi lingkungan menjadi asam. Reaksi pembentukan air asam tambang yaitu:



Kandungan Logam Yang Terdapat Pada Air Asam Tambang

Pada pertambangan batubara, kandungan logam yang dimaksud dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 tahun 2003 yaitu:

a. Besi

Keberadaan besi pada kerak bumi menempati posisi keempat terbesar. Besi ditemukan dalam bentuk kation *ferro* (Fe^{2+}) dan *ferric* (Fe^{3+}). Pada perairan alami dengan pH sekitar 7 dan kadar oksigen terlarut yang cukup, ion *ferro* yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion *ferric*. Pada oksidasi ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya pada reduksi *ferric* menjadi *ferro* terjadi penangkapan elektron.

b. Mangan

Mangan adalah kation logam yang memiliki karakteristik kimia serupa dengan besi. Mangan berada dalam bentuk manganous (Mn^{2+}) dan manganic (Mn^{4+}).

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara

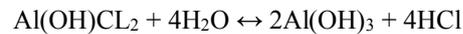
Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH		6-9
Residu tersuspensi	Mg/L	300
Besi (Fe)	Mg/L	7
Mangan (Mn)	Mg/L	4

Sumber: Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 113 Tahun 2003

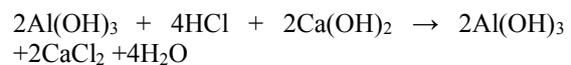
Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Kalsium hidroksida atau biasa disebut kapur padam. Dalam proses pengolahan air, selalu

ditambahkan zat kimia yang masing-masing memiliki fungsi sendiri. Adanya proses penjernihan air melalui proses koagulasi maka pH air akan menjadi turun. Penurunan nilai pH dalam air ini mengakibatkan flok-flok yang terbentuk akan susah mengendap. Maka untuk menetralkan nilai pH ini dilakukan penambahan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$, adapun reaksi yang terjadi:



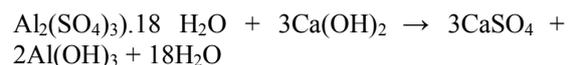
Bahan penetral (kalsium hidroksida) dimasukkan kedalam hasil, proses larutan tersebut sampai kadar pH diperoleh mendekati nilai netralisasi.



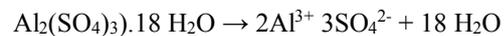
Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai secara efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas. Namun ada juga kerugiannya, yaitu umumnya dipasok dalam bentuk padatan sehingga perlu waktu yang lama untuk proses pelarutannya (Budiyono, 2013).

Jika aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ditambahkan ke dalam air dalam suasana basa (adanya alkalinitas) maka reaksi yang terjadi adalah :

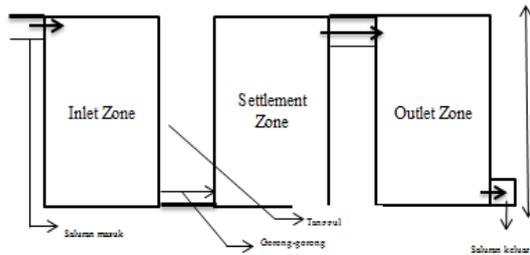


Reaksi-reaksi antara aluminium sulfat dalam air dipengaruhi oleh banyak factor. Oleh karena itu sukar memperkirakan dengan akurat jumlah aluminium sulfat yang akan bereaksi dengan jumlah alkalinitas yang diberikan oleh kapur. Larutan aluminium sulfat dalam air menghasilkan :



Settling Pond (Kolam Pengendapan)

Kolam sedimen merupakan kolam yang pengolahannya berfungsi mengendapkan material sedimen, kolam ini terletak di dekat kolam pengendapan. Air yang dialirkan ke kolam pengendapan terlebih dahulu masuk ke dalam kolam sedimen untuk mengendapkan sedimen yang ikut terbawa.



Gambar 1. Dimensi settling pond

Pada gambar 1 diatas yang bersumber dari PT Kaltim Diamond Coal merupakan gambaran tentang kolam pengendapan yang dirancang berbentuk zig-zag yang diuat terdiri atas 3 zona yaitu:

1. Zona Masukan (*inlet zone*)
Zona ini berfungsi sebagai tempat masuknya air yang bercampur dengan padatan dalam bentuk lumpur ke dalam kolam pengendapan.
2. Zona Endapan Lumpur (*sediment zone*)
Zona ini merupakan tempat material padatan yang bercampur bersama air akan mengalami sedimentasi.
3. Zona Keluaran (*outlet zone*)

Zona ini merupakan tempat keluaran air yang diharapkan hampir jernih.

Standar Deviasi

Standar deviasi adalah suatu statistik yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas dalam suatu distribusi maupun variabilitas beberapa distribusi. Standar deviasi dapat dipandang sebagai satuan pengukuran sepanjang absis dari suatu poligon. Rumus untuk menentukan standar deviasi sebagai berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}}$$

Dimana:

SD = Standar deviasi
 $\sum x^2$ = Jumlah deviasi kuadrat
 N = jumlah individu/ kejadian dalam distribusi

METODOLOGI PENELITIAN

Teknik Pengambilan Data

Ada dua metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian skripsi yaitu metode langsung (primer) dan metode tidak langsung (sekunder).

Metode Langsung

Metode langsung merupakan pengamatan

secara langsung di lapangan terhadap kondisi awal di kolam pengendapan *Settling Pond*. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada metode langsung yaitu:

Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data, pokok-pokok pekerjaan yang dilakukan antara lain: pengamatan dan pencacatan secara langsung terhadap kondisi objek kegiatan pada air asam tambang di lapangan. Adapun data-data yang diperlukan dalam tahap pengambilan data langsung di lapangan, antara lain:

Metode Tidak Langsung

Metode tidak langsung ini meliputi pengumpulan data instansi terkait, data penelitian terdahulu serta arsip perusahaan yang mendukung pekerjaan penelitian. Pengumpulan data dari instansi berupa:

1. Data Curah Hujan
Data curah hujan digunakan sebagai pembandingan untuk mengetahui curah hujan yang akan terjadi pada tahun selanjutnya. Data curah hujan juga diperlukan untuk mengetahui intensitas hujan dan periode ulang hujan yang terjadi pada kurun waktu tertentu sehingga akan didapat debit limpasan.
2. Data Profil Perusahaan
Data profil perusahaan dibutuhkan untuk mengetahui lokasi penambangan, serta data-data lain yang mendukung dalam proses selanjutnya.

Pengambilan Dan Pengujian Sampel Air Asam Tambang

Cara pengambilan sampel air asam tambang di lapangan untuk pH dengan cara menentukan titik pengambilan sampel air asam pada *compartement* 1 sebanyak 3 titik sampel, untuk mewakili kondisi kolam saat itu, kemudian volume sampel air asam tambang yang diambil untuk setiap titik sebanyak 5 liter. Sampel air yang telah diambil dibawa ke laboratorium kualitas air fakultas perikanan untuk mengetahui kondisi awal kualitas air sebelum dilakukan uji titrasi.

Tahap Pasca Penelitian

Adapun tahap dalam pasca penelitian yaitu:

- a) Tahap Pengolahan Data
Analisis data dan pengolahan data diiringi dengan studi pustaka, studi literatur. Pada tahap ini dilakukan analisis hasil pengujian di laboratorium. Hasil yang diperoleh di laboratorium, pada sampel yang diambil dari saluran *sump*, *inlet*, *outlet settling pond*, adalah pH dari hasil uji laboratorium dan variabel dosis larutan (g/L) yang diperlukan

untuk proses penetralan sampel air asam tambang dan kemudian dihitung rata-rata sehingga diperoleh dosis larutan dalam setiap g/L. Hasil yang diperoleh dari *settling pond* adalah debit aliran pada aliran dalam liter/jam dan data ini akan digunakan untuk menghitung jumlah larutan dalam kg/jam. Dengan sistematika dosis optimal larutan g/L x debit aliran L/jam.

- b) Tahap Penyusunan Skripsi
Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian yang berupa pelaporan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data sekunder yang menggunakan data hujan pada tahun 2005-2015. Data curah hujan diperoleh dari perusahaan PT Kaltim Diamond Coal. Data yang diambil adalah data curah hujan harian.

Tabel 2. Data curah hujan pada tahun 2005-2015

Bulan	TAHUN (mm/tahun)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	40,4	61,0	52,0	88,4	74,0	44,5	48,0	70,0	28,0	52,0	50,0
Feb	14,7	42,0	72,0	51,3	28,5	115	25,5	46,0	0,0	46,0	64,0
Mar	43,5	132,1	72,0	25,1	73,0	40,0	33,9	59,3	0,0	34,3	60,0
Apr	89,0	56,5	94,4	61,6	89,0	51,0	125	60,0	66,9	45,0	45,0
Mei	58,3	77,1	30,9	42,2	35,0	48,0	50,0	75,0	32,2	43,0	67,0
Jun	20,5	35,4	57,0	47,9	15,2	34,5	25,0	29,8	48,1	26,0	70,0
Juli	58,3	11,3	43,4	47,0	7,50	31,6	23,0	40,0	18,0	12,0	64,0
Agust	61,0	35,6	50,8	13,0	67,0	49,0	0,0	25,5	30,6	24,0	58,0
Sept	42,8	47,2	38,5	21,4	48,0	55,7	49,0	26,0	70,8	23,0	55,0
Oktr	108	39,4	79,0	86,0	52,0	130,6	65,0	54,7	40,5	23,0	43,0
Nov	59,2	51,2	20,0	55,0	48,5	28,7	32,0	34,0	5,7	23,0	50,0
Des	47,9	20,3	35,7	52,0	38,5	50,0	51,0	56,0	139,9	51,0	85,0

Sumber.: PT Kaltim Diamond Coal

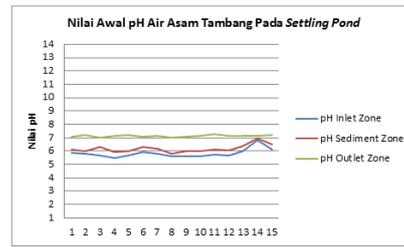
Hasil Pengukuran pH Air Asam Tambang

Pengambilan sampel merupakan bagian dari kegiatan penelitian dalam proses pengukuran pH yang nantinya akan diuji di Laboratorium Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Mulawarman. Analisis sampel pada *settling pond* 3 yang terdiri dari inlet dan sediment pond masing-masing dilakukan pengambilan sampel sebanyak 15 kali. Tujuannya untuk mengetahui kesesuaian nilai pH terhadap baku mutu air limbah pada kegiatan tambang batubara. Dari pengujian tersebut didapatkan data sampel air asam tambang dibawah baku mutu air limbah.

Tabel 2. Hasil analisis pH sampel air

Sampel	pH Inlet Zone	pH Sediment Zone	pH Outlet Zone	Keterangan
1	5,88	6,10	7,10	4 Mei 2016
2	5,78	6,00	7,20	5 Mei 2016
3	5,70	6,30	7,00	10 Mei 2016
4	5,50	5,90	7,15	12 Mei 2016
5	5,70	6,00	7,21	17 Mei 2016
6	5,90	6,30	7,05	18 Mei 2016
7	5,80	6,20	7,13	24 Mei 2016
8	5,60	5,80	7,00	25 Mei 2016
9	5,60	6,00	7,10	1 Juni 2016
10	5,63	6,00	7,11	2 Juni 2016
11	5,72	6,10	7,26	8 Juni 2016
12	5,69	6,05	7,12	9 Juni 2016
13	6,00	6,40	7,14	10 Juni 2016
14	6,80	6,95	7,15	14 Juni 2016
15	6,10	6,50	7,22	15 Juni 2016

Dari data nilai pH diatas didapatkan grafik nilai pH untuk inlet zone, sediment zone dan outlet zone, sehingga dapat digambarkan sebagai berikut:

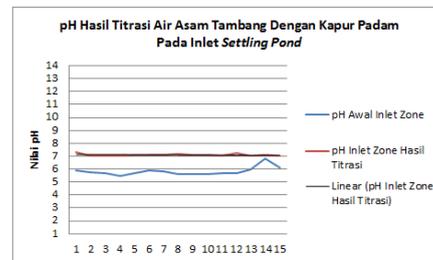


Gambar 2. Sediment zone outlet sampel air

Tabel 3. pH titrasi air asam tambang

Sampe	pH Awal Inlet Zone	Dosis Kapur Padam (Ca(OH) ₂) Larutan Aquades (ml)	g/L	pH Inlet Zone Hasil Titrasi
1	5,88	1000	0,006	7,33
2	5,78	1000	0,010	7,04
3	5,70	1000	0,012	7,06
4	5,50	1000	0,032	7,06
5	5,70	1000	0,024	7,08
6	5,90	1000	0,022	7,13
7	5,80	1000	0,022	7,13
8	5,60	1000	0,014	7,16
9	5,60	1000	0,014	7,09
10	5,63	1000	0,014	7,11
11	5,72	1000	0,012	7,06
12	5,69	1000	0,010	7,21
13	6,00	1000	0,008	7,03
14	6,80	1000	0,004	7,09
15	6,10	1000	0,008	7,03
Rata - rata	5,82	1000	0,014	7,1

Nilai perubahan pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur padam pada inlet dengan penambahan dosis rata – rata yaitu 0,014 g/L didapatkan grafik yang digambarkan sebagai berikut:



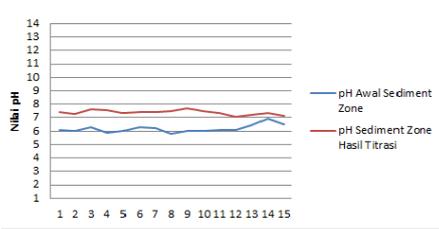
Gambar 3. Grafik pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur padam pada inlet

Tabel 4. pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur padam pada sediment zone

Sampel	pH Awal Sediment Zone	Dosis Kapur Padam (Ca(OH) ₂) Larutan Aquades (ml)		pH Sediment Zone Hasil Titrasi
		g/L		
1	6,10	1000	0,006	7,40
2	6,00	1000	0,010	7,28
3	6,30	1000	0,012	7,64
4	5,90	1000	0,032	7,55
5	6,00	1000	0,024	7,34
6	6,30	1000	0,022	7,43
7	6,20	1000	0,022	7,43
8	5,80	1000	0,014	7,47
9	6,00	1000	0,014	7,69
10	6,00	1000	0,014	7,52
11	6,10	1000	0,012	7,35
12	6,05	1000	0,010	7,10
13	6,40	1000	0,008	7,21
14	6,95	1000	0,004	7,36
15	6,30	1000	0,008	7,15
Rata - rata	6,17	1000	0,014	7,39

Nilai perubahan pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur padam pada *sediment zone* dengan penambahan dosis rata – rata yaitu 0,014

g/L didapatkan grafik yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik pH hasil titrasi air asam tambang dengan kapur padam pada *sediment zone*

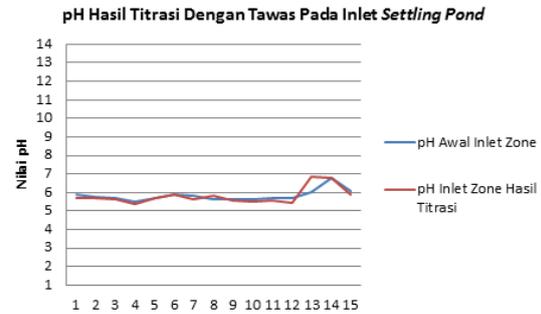
Apabila mengacu pada Kepmen Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batubara dan Perda Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Air yang berada pada *settling pond* 3 dikatakan tidak memenuhi standar karena pH rendah, belum memenuhi batas minimum baku mutu air limbah kegiatan pertambangan batubara yaitu dengan pH 6-9.

Hasil dari perhitungan diatas, menjelaskan kapur padam sebanyak 2 gram ditimbang dan setelah itu dilarutkan ke dalam larutan air aquades sebanyak 1000 ml. Konsentrasi dari larutan menjadi 2000 ppm, kemudian diambil setiap 1 ml dari larutan tersebut dan dimasukkan ke dalam air asam tambang sebanyak 1000 ml. Jadi setiap 1 ml larutan yang diambil mengandung 2 ppm.

Tabel 5. pH hasil titrasi dengan tawas pada *inlet settling pond*

Sampel	pH Awal Inlet Zone	Dosis Tawas (Al ₂ (SO ₄) ₃)		pH Inlet Zone Hasil Titiasi
		Larutan Aquades (ml)	g/L	
1	5,88	1000	0,010	5,67
2	5,78	1000	0,010	5,67
3	5,70	1000	0,010	5,61
4	5,50	1000	0,010	5,35
5	5,70	1000	0,010	5,70
6	5,90	1000	0,010	5,86
7	5,80	1000	0,010	5,65
8	5,60	1000	0,010	5,80
9	5,60	1000	0,010	5,54
10	5,63	1000	0,010	5,51
11	5,72	1000	0,010	5,54
12	5,69	1000	0,010	5,45
13	6,00	1000	0,010	6,85
14	6,80	1000	0,010	6,78
15	6,10	1000	0,010	5,89
Rata-rata	5,82	1000	0,010	5,79

Perubahan nilai pH hasil titrasi dengan tawas pada inlet dengan penambahan dosis rata-rata 0,010 g/L didapatkan grafik yang menunjukkan bahwa nilai pH semakin menurun karena disebabkan oleh kandungan sulfat yang ada dalam tawas, digambarkan sebagai berikut:

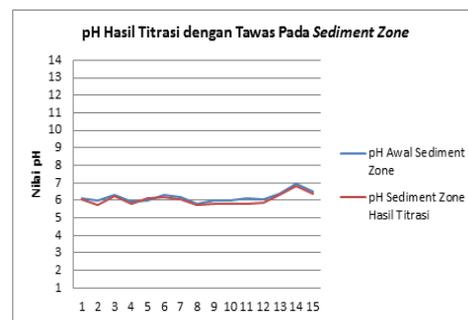


Gambar 5. Grafik pH hasil titrasi dengan tawas pada *inlet settling pond*

Tabel 6. pH hasil titrasi dengan tawas pada *sediment zone*

Sampel	pH Awal Sediment Zone	Dosis Dosis Tawas (Al ₂ (SO ₄) ₃)		pH Sediment Zone Hasil Titiasi
		Larutan Aquades (ml)	g/L	
1	6,10	1000	0,010	6,05
2	6,00	1000	0,010	5,76
3	6,30	1000	0,010	6,23
4	5,90	1000	0,010	5,79
5	6,00	1000	0,010	6,09
6	6,30	1000	0,010	6,19
7	6,20	1000	0,010	6,05
8	5,80	1000	0,010	5,71
9	6,00	1000	0,010	5,82
10	6,00	1000	0,010	5,82
11	6,10	1000	0,010	5,81
12	6,05	1000	0,010	5,85
13	6,40	1000	0,010	6,31
14	6,95	1000	0,010	6,84
15	6,50	1000	0,010	6,36
Chart Area	6,17	1000	0,010	6,04

Perubahan nilai pH hasil titrasi dengan tawas pada sediment zone dengan penambahan dosis rata-rata 0,010 g/L didapatkan grafik yang menunjukkan bahwa nilai pH semakin menurun dari 6,17 menjadi 6,04 karena disebabkan oleh kandungan sulfat yang ada dalam tawas, digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik pH hasil titrasi dengan tawas pada *sediment zone*

Hasil Uji Titiasi Penambahan Tawas (Al₂(SO₄)₃)

Air asam tambang yang identik dengan pH rendah dan belum memenuhi standar baku mutu lingkungan perlu dilakukan pengolahan agar dapat memenuhi standar yang sesuai. Sedangkan dalam proses penetralannya peneliti menggunakan bahan kimia yang bersifat asam yaitu berupa tawas. Tawas yang digunakan ditimbang sebanyak 10 gram, atau dapat dihitung sebagai berikut :

Total Suspend Solid (TSS) Dan Total Dissolved Solid (TDS)

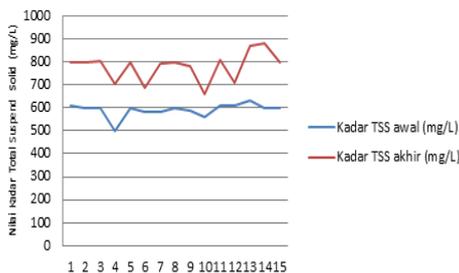
Keefektifan kapur padam dan tawas, untuk penurunan kadar TSS didapatkan dari laboratorium dengan volume sampel sebanyak 1000 ml sebagai berikut:

Tabel 7. Kandungan TSS dan TDS dengan menggunakan kapus padam pada *inlet zone*

Sampel	Dosis Kapur Padam (Mg/L)	pH awal	pH akhir	Kadar TSS awal (mg/L)	Kadar TSS akhir (mg/L)	Kadar TDS awal (mg/L)	Kadar TDS akhir (mg/L)
1	6	5,88	7,33	610	800	200	211
2	10	5,78	7,04	600	799	201	212
3	12	5,70	7,06	600	801	200	212
4	32	5,50	7,06	500	702	201	213
5	24	5,70	7,08	600	800	200	211
6	22	5,90	7,13	580	690	200	212
7	22	5,80	7,13	580	790	201	212
8	14	5,60	7,16	600	800	201	212
9	14	5,60	7,09	590	780	202	211
10	14	5,63	7,11	560	660	200	212
11	12	5,72	7,06	610	809	202	213
12	10	5,69	7,21	612	709	200	213
13	8	6,00	7,03	631	870	202	212
14	4	6,80	7,09	599	879	203	211
15	8	6,10	7,03	600	800	200	212
Rata-rata	14	5,82	7,10	591	799	201	212

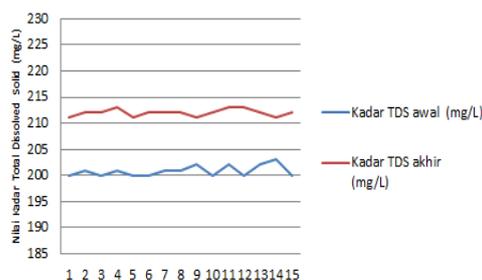
Hasil pengujian untuk kandungan nilai TSS pada air asam tambang dengan menggunakan kapur padam didapatkan kandungan TSS semakin tinggi dari 591 menjadi 799 mg/L dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

Kandungan TSS dengan Menggunakan Kapur Padam Pada Inlet Zone



Gambar 7. Grafik TSS dengan menggunakan kapur padam pada *inlet zone*

Hasil pengujian untuk kandungan TDS pada air asam tambang dengan menggunakan kapur padam adalah nilai TDS semakin tinggi dari 201 menjadi 212 mg/L, didapatkan grafik sebagai berikut:

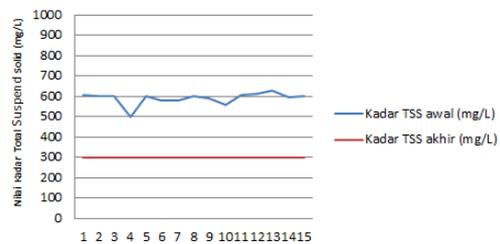


Gambar 8. Grafik TDS dengan menggunakan kapur padam pada *inlet zone*

Tabel 8. Kandungan TSS dan TDS dengan menggunakan tawas pada *inlet zone*

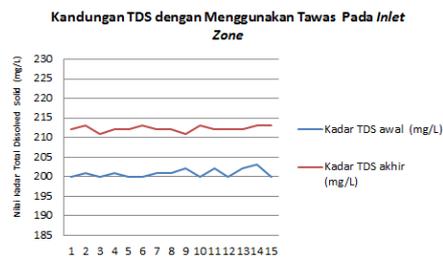
Sampel	Dosis Tawas (Mg/L)	pH awal	pH akhir	Kadar TSS awal (mg/L)	Kadar TSS akhir (mg/L)	Kadar TDS awal (mg/L)	Kadar TDS akhir (mg/L)
1	6	5,88	7,33	610	300	200	212
2	10	5,78	7,04	600	299	201	213
3	12	5,70	7,06	600	300	200	211
4	32	5,50	7,06	500	300	201	212
5	24	5,70	7,08	600	299	200	212
6	22	5,90	7,13	580	298	200	213
7	22	5,80	7,13	580	300	201	212
8	14	5,60	7,16	600	300	201	212
9	14	5,60	7,09	590	300	202	211
10	14	5,63	7,11	560	299	200	213
11	12	5,72	7,06	610	299	202	212
12	10	5,69	7,21	612	300	200	212
13	8	6,00	7,03	631	299	202	212
14	4	6,80	7,09	599	300	203	213
15	8	6,10	7,03	600	300	200	213
Rata-rata	14	5,82	7,10	591	300	201	212

Hasil pengujian untuk kandungan nilai TSS pada air asam tambang dengan menggunakan tawas didapatkan kandungan TSS semakin rendah atau sesuai dengan baku mutu yaitu 300 mg/L dari 591 menjadi 300 mg/L dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik kandungan TSS dengan menggunakan tawas pada *inlet zone*

Hasil pengujian untuk kandungan TDS pada air asam tambang dengan menggunakan tawas adalah nilai TDS semakin tinggi dari 201 menjadi 212 mg/L, nilainya sama dengan penggunaan kapur padam, sehingga didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik kandungan TDS dengan menggunakan tawas pada *inlet zone*

Pada tabel diatas dapat dilihat, bahwa untuk nilai TSS awal tidak memenuhi standar baku mutu air limbah yang ditetapkan yaitu 300 mg/L sedangkan nilai yang didapatkan yaitu sekitar 309 mg/L. Sehingga perlu ditambahkan koagulan yaitu kapur padam dan tawas untuk melihat perbandingan dari koagulan mana yang dapat menetralkan kadar TSS sesuai dengan baku mutu lingkungan. Jadi 2 koagulan yang digunakan didapatkan kesimpulan bahwa untuk kapur padam dapat meningkatkan kadar TSS yaitu 591 mg/L

menjadi 791 mg/L. Pemberian dosis bervariasi dan pengukuran dihitung pada saat pH sudah netral. Secara umum, kenaikan kadar ini disebabkan oleh semakin besarnya dosis yang diberikan maka proses pengendapan tidak terjadi dengan sempurna. Adapun kondisi ini juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu

1. Waktu pengadukan yang tidak lama
2. Kurangnya ketelitian pada saat penimbangan dan pencampuran koagulan
3. Penimbangan kertas saring serta pemisahan endapan dari sampel yang mengakibatkan teikutnya endapan-endapan tersebut sehingga menambah berat kertas saring tersebut.

Koagulan yang kedua adalah tawas dimana tawas dapat menurunkan nilai TSS yaitu 591 mg/L menjadi 300 mg/L. Sehingga nilai tersebut sudah memenuhi standar baku mutu lingkungan untuk kadar TSS sebesar 300 mg/L. Dosis optimum koagulan yang digunakan dianggap optimal apabila air yang terolah mempunyai kualitas terbaik yaitu air yang mempunyai nilai *Total Suspended solid* (TSS) yang sesuai dengan baku mutu.

Untuk kandungan *Total dissolved solid* (TDS) dengan menggunakan kapur padam dan tawas tidak berpengaruh besar terhadap perubahan angka atau nilai TDS yang terkandung dalam air.

Standar Deviasi

Standar deviasi adalah suatu statistic yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas dalam suatu distribusi maupun variabilitas beberapa distribusi. Standar deviasi dapat dipandang sebagai satuan pengukuran sepanjang absis dari suatu poligon. Rumus untuk menentukan standar deviasi sebagai berikut:

Nilai standar deviasi untuk pH inlet zone yaitu sebesar 0,31, pH sediment zone sebesar 0,29, pH outlet zone sebesar 0,07, pH inlet zone hasil titrasi kapur padam sebesar 0,08, pH inlet zone hasil titrasi tawas sebesar 0,44, pH sediment zone hasil titrasi kapur padam dan tawas yaitu sebesar 0,17 dan 0,30, kadar TSS awal dan akhir hasil titrasi kapur padam yaitu sebesar 30,13 dan 62,59, kadar TDS awal dan akhir hasil titrasi kapur padam yaitu sebesar 0,99 dan 0,70, kadar TSS awal dan akhir hasil titrasi tawas yaitu sebesar 30,13 dan 0,64, kadar TDS awal dan akhir hasil titrasi tawas yaitu sebesar 0,99 dan 0,67.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi: Yogyakarta.
- Budiyono, S., 2013. *Teknik Pengolahan Air*. Graha Ilmu: Yogyakarta
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air*. Kanisius: Yogyakarta.

- Mulyaningsih, S., 2010. *Pengantar Geologi Lingkungan*. Panduan: Yogyakarta.
- Nasir, S., Purba, M., Sihombing, O., 2014. *Pengolahan Air Asam Tambang Dengan Menggunakan Membrane Keramik Berbahan Tanah Liat, Tepung Jagung Dan Serbuk Besi*. Jurnal Penelitian.
- Riduwan, M.B.A., 2003. *Dasar-Dasar Statistika*. Alfabeta: Bandung.
- Said, M., 2009. *Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat Dan Poli Aluminium Klorida (PAC)*. Jurnal Penelitian SAINS.
- Susilo, A., 2012. *Status Riset Reklamasi Bekas Tambang Batubara*, Balai Besar Penelitian Diptreokarpa: Samarinda.
- Wardhana, W.A., 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*, Andi: yogyakarta.