

Penetrulan Air Asam Tambang Menggunakan Campuran Kapur Tohor Dan Tawas Untuk Memenuhi Baku Mutu Lingkungan Pada Parameter pH Dan TSS Di KUD Sinamar Sakato

Melfa Yolanda ¹⁾, Dian Hadiyansyah ¹⁾, Hisni Rahmi ^{1,2)} *, Afni Nelvi¹⁾, Riam Marlina Amsya^{1,3)}, Restu Juniah ⁴⁾, Ahmad Fadhly ¹⁾

¹⁾ Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, Padang, Indonesia

²⁾ Teknik Pertambangan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

³⁾ Teknik Pertambangan, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

⁴⁾ Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

*Koresponden email : hisnirahmi@gmail.com

Diterima: 17 Desember 2023

Disetujui: 22 Desember 2023

ABSTRACT

The results of observations of acid mine water in KUD Sinamar Sakato is known by the presence of water in the settling pond has a pH of 5.2 besides that there is also the presence of brownish turbid wastewater. The purpose of the study was to analyze the quality of acid mine water after the addition of a mixed dose of alum and quicklime, analyze the amount of dose requirement of the mixture of alum and quicklime and the costs required to neutralize the acid mine water. The primary data needed are the pH of the water, the value of TDS. The quality of acid mine water after the addition of a dose of a mixture of alum and quicklime to the KUD Sinamar Sakato has met environmental quality standards for pH and TSS with a mixed dose of 0.25 g/l of quicklime plus 0.5 g/l of alum. The amount of need to neutralize acid mine water for field-scale doses required of alum mixture as much as 79.92 kg d an increase of 399.6 kg of quicklime per day. The cost required in neutralizing acid mine water with a mixed dose of alum and quicklime for 1 day for a total of Rp 4,075,920.

Keywords: alum, quicklime, pH, TSS, acid mine water

ABSTRAK

Hasil pengamatan air asam tambang yang ada di KUD Sinamar Sakato terdapatnya air yang berada pada kolam pengendapan memiliki pH sebesar 5,2. Selain itu juga terdapat air limbah keruh berwarna kecoklatan. Tujuan penelitian adalah menganalisis kualitas air asam tambang setelah penambahan dosis campuran tawas dan kapur tohor, menganalisis jumlah kebutuhan dosis campuran tawas dan kapur tohor dan biaya yang dibutuhkan untuk menetralkan air asam tambang. Data primer yang dibutuhkan adalah pH air, nilai TDS. Kualitas air asam tambang setelah penambahan dosis campuran tawas dan kapur tohor pada KUD Sinamar Sakato telah memenuhi baku mutu lingkungan untuk pH dan TSS dengan dosis campuran 0,25 g/l kapur tohor ditambah 0,5 g/l tawas. Jumlah kebutuhan untuk menetralkan air asam tambang untuk dosis skala lapangan dibutuhkan campuran tawas sebanyak 79,92 kg ditambah 399,6 kg kapur tohor per hari. Biaya yang dibutuhkan dalam menetralkan air asam tambang dengan dosis campuran tawas dan kapur tohor untuk 1 hari dengan total Rp 4.075.920.

Kata Kunci: tawas, kapur tohor, pH, TSS, air asam tambang

PENDAHULUAN

KUD Sinamar Sakato merupakan koperasi daerah yang bergerak pada bidang pertambangan batubara dengan luas IUP 197,33, Ha. Wilayah IUP. OP KUD Sinamar Sakato berada di Jorong Sinamar, Nagari Sinamar, Kecamatan Asam Jujuhan, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat. Secara geografis daerah tambang KUD Sinamar Sakato terletak pada koordinat $101^{\circ}41'53''$ BT Sampai dengan $101^{\circ}42'09''$ BT dan $01^{\circ}22'32''$ LS sampai dengan $01^{\circ}23'03''$ LS. Aktivitas penambangan batubara bisa memunculkan air asam tambang (AAT) ataupun dalam bahasa asing *Acid Mine Drainage* (AMD). Air asam tambang merupakan air yang tercipta dilokasi penambangan dengan pH rendah ($\text{pH} < 6$) selaku akibat terdapatnya sesuatu kemampuan keasaman batuan sehingga memunculkan permasalahan untuk mutu air dimana pembentuknya dipengaruhi oleh 3 faktor utama ialah air, oksigen serta batuan yang memiliki mineral sulfida [1]. Terjadinya air asam tambang tidak bisa dihindari sebab pada dasarnya penambangan ialah aktivitas pembongkaran mineral dari batuan induknya. Terbentuknya air asam tambang dilokasi penambangan akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti dampak terhadap masyarakat disekitar wilayah tambang, dampak negatif untuk kehidupan perairan dan kualitas tanah yang banyak mengandung logam berat.

Penelitian terhadap penetralan air asam tambang telah banyak dilakukan sebelumnya [1,2,3,4,5]. Air yang terletak di *front* penambangan KUD Sinamar Sakato dialirkan ke sump serta seterusnya dialirkan ke kolam pengendapan dengan cara dipompa. Pengelolaan air asam tambang pada KUD Sinamar Sakato menggunakan kapur tohor. Berdasarkan pengamatan dilapangan diperoleh nilai pH 5,2 dan TSS 6,0830 mg/l dimana melebihi baku mutu lingkungan (BML) berdasarkan kepmen Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor. 113 tahun 2003 tentang Baku Kualitas Air Limbah Untuk Usaha Serta Atau pun Aktivitas Pertambangan Batubara. Pengolahan air asam tambang secara aktif bisa dicoba dengan penambahan koagulan tawas serta kapur padam/ tohor. Berdasarkan pada riset terdahulu, menunjukkan bahwa kapur padam/ tohor efisien dalam menaikkan pH air serta tawas efisien dalam menurunkan TSS. Tawas dan kapur tohor merupakan suatu alternatif untuk pengolahan air asam tambang dan pada umumnya perusahaan telah menggunakan koagulan tersebut, disamping biayanya yang relatif murah juga mudah untuk digunakan.

Penetralan air asam tambang pada penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan tata cara titrasi. Tata cara titrasi merupakan salah satu tata cara kimia yang digunakan buat memastikan konsentrasi sesuatu larutan dengan metode mereaksikan beberapa volume larutan terhadap beberapa volume larutan lain yang konsentrasinya telah dikenal. Tujuan dilakukannya proses pengolahan air asam tambang ini merupakan agar parameter fisika serta kimia air asam tambang bisa terletak dibawah baku kualitas air limbah pertambangan batubara, selanjutnya dianalisa kualitas air asam tambang setelah penambahan kapur tohor dan tawas dan jumlah dosis kapur tohor dan tawas dan biaya untuk menentralkan air asam tambang.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang akan dilakukan peneliti adalah penelitian eksperimen (*Eksprimental Research*) dengan percobaan penambahan berbagai variasi dosis campuran tawas dan kapur tohor. Sampel air asam tambang diperoleh dari KUD Sinamar Sakato dan untuk pengujiannya di laboratorium STTIND Padang. Data yang dibutuhkan peneliti terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan ataupun pengukuran secara langsung dilapangan, yaitu nilai pH dan TDS. Data sekunder pada penelitian ini meliputi peta IUP perusahaan dan debit air. Percobaan dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat pH meter untuk mengukur pH dan TDS meter untuk mengukur nilai TDS. Pada penelitian nanti peneliti menggunakan 100 ml sampel air asam tambang dengan penambahan campuran tawas dan kapur tohor sebanyak 15 variasi campuran dosis tawas konstan yaitu 0,05gram sampai 0,75gr tawas dicampurkan dengan variasi tohor konstant 0,05gr sampai 0,75.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS)

Penetrasi air asam tambang dilakukan dengan 30 kali percobaan dengan berbagai variasi penggunaan tawas dan kapur tohor. Berikut disajikan data pH dan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada tabel 1.

Tabel 1. Data pH dan TDS terhadap kapur tohor (tetap)

No	Kapur Tohor (tetap) + Tawas (variasi) (gr)		Hasil	
			pH	TDS (mg/l)
1	0,05	0,05	4,8	559
2	0,05	0,1	4,8	508
3	0,05	0,15	4,2	508
4	0,05	0,2	4	485
5	0,05	0,25	4,1	450
6	0,05	0,3	3,8	393
7	0,05	0,35	3,8	371
8	0,05	0,4	3,8	368
9	0,05	0,45	3,8	309
10	0,05	0,5	3,7	287
11	0,05	0,55	3,6	244
12	0,05	0,6	3,6	155
13	0,05	0,65	3,7	117
14	0,05	0,7	3,7	106
15	0,05	0,75	3,6	103

Data pH dan TDS dengan variasi tawas dibuat tetap dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Data pH dan TDS terhadap tawas (tetap)

No	Tawas (tetap)+Kapur Tohor (variasi) (gr)		Hasil	
			pH	TDS (mg/l)
1	0,05	0,05	4,8	559
2	0,05	0,1	5,6	538
3	0,05	0,15	5,8	525
4	0,05	0,2	5,9	507
5	0,05	0,25	6	497
6	0,05	0,3	6,2	474
7	0,05	0,35	6,4	466
8	0,05	0,4	7	428
9	0,05	0,45	7,4	396
10	0,05	0,5	8,3	375
11	0,05	0,55	8,9	345
12	0,05	0,6	9,4	286
13	0,05	0,65	10,2	182
14	0,05	0,7	11,2	149
15	0,05	0,75	11,3	121

2. Debit air masuk

Debit air yang masuk sump adalah $6,66 \text{ m}^3/\text{jam} = 159.840 \text{ l/hari}$

3. Harga koagulan

- a. Tawas = Rp 6.000
- b. Kapur tohor = Rp 9.000

Kualitas Air Asam Tambang Setelah Penambahan Tawas Dan Kapur Tohor

Berdasarkan percobaan di peroleh TDS, sehingga perlu di konfersi untuk mendapatkan nilai TSS. Berikut perhitungannya.

Rumus TDS

$$\text{TSS} = \frac{\text{TDS} + 4,5216}{1,0019}$$

Keterangan;

TSS : Total suspended solid (mg/L)

TDS : Total Dissolve Solid (mg/L)

Berikut Perhitungan pada percobaan ke 1 dan hasil perhitungan lainnya disajikan pada tabel 3 di bawah ini.

$$\text{TSS} = \frac{559 + 4,5216}{1,0019}$$

$$\text{TSS} = 562 \text{ mg/L}$$

Keterangan;

TSS : Total suspended solid (mg/L)

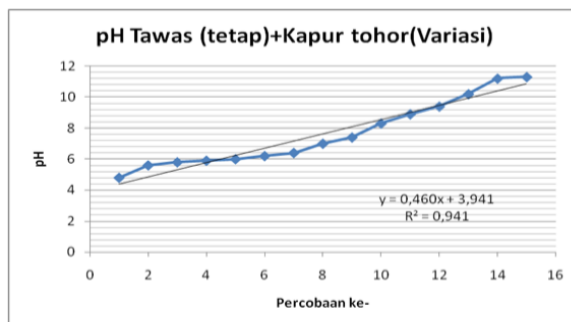
TDS : Total Dissolve Solid (mg/L)

Tabel 3. Hasil konversi nilai TDS ke TSS

No.	Campuran Tawas dan Kapur tohor	
	TDS (mg/L) <i>Total Dissolve Solid</i>	TSS(mg/L) <i>Total Suspended Solid</i>
1.	559	562
2.	508	511
3.	508	511
4.	485	488
5.	450	453
6.	393	396
7.	371	374
8.	368	371
9.	309	312
10.	287	290
11.	244	248
12.	155	159
13.	117	121
14.	106	110

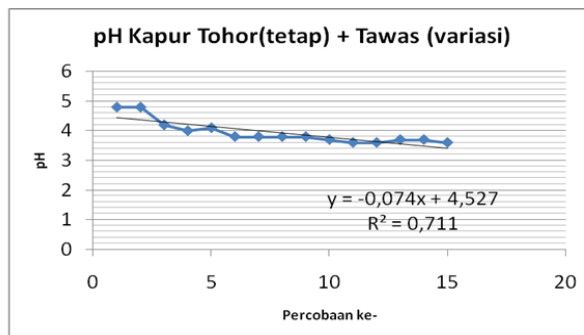
15.	103	107
16.	559	562
17.	538	541
18.	525	528
19.	507	510
20.	497	500
21.	474	477
22.	466	469
23.	428	431
24.	396	399
25.	375	378
26.	345	348
27.	286	289
28.	182	186
29.	149	153
30.	121	125

Pada Gambar 1 di bawah ini menunjukkan pengaruh penambahan dosis campuran tawas dan kapur tohor terhadap nilai pH setelah penetralan.



Gambar 1. Penambahan Dosis Campuran Dengan Tawas (Tetap) + Kapur Tohor (Variasi)

Pada gambar diatas dapat dilihat dikarenakan dosis campuran tawas tetap dan kapur tohor variasi menyebabkan kenaikan pH dikarenakan sifat fisis kapur tohor adalah basa



Gambar 2. Penambahan dosis campuran dengan kapur tohor (tetap) + tawas (variasi)

Jumlah Kebutuhan Dosis Dan Biaya Campuran Tawas Dan Kapur Tohor Untuk Menetralkan Air Asam Tambang Di KUD Sinamar Sakato.

a. Jumlah kebutuhan dosis campuran

Untuk mendapatkan pH sesuai baku mutu lingkungan dengan menggunakan perhitungan dosis seperti penjelasan di bawah ini:

1. Tawas

$$\begin{aligned}\text{Dosis lapangan} &= \text{dosis labor} \times \text{debit (L/hari)} \\ &= 0,5 \text{ gr/L} \times 159.840 \text{ L/hari} \\ &= 79920 \text{ gr/hari} \\ &= 79,92 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

2. Tohor

$$\begin{aligned}\text{Dosis lapangan} &= \text{dosis labor} \times \text{debit (L/hari)} \\ &= 2,5 \text{ gr/L} \times 159.840 \text{ L/hari} \\ &= 399.600 \text{ gr/hari} \\ &= 399,6 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Dan untuk mendapatkan TSS sesuai baku mutu lingkungan menggunakan perhitungan dosis seperti dibawah ini:

1. Kapur tohor

$$\begin{aligned}\text{Dosis lapangan} &= \text{dosis labor} \times \text{debit (L/hari)} \\ &= 0,5 \text{ gr/L} \times 159.840 \\ &= 79920 \text{ gr/hari} \\ &= 79,92 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

2. Tawas

$$\begin{aligned}\text{Dosis lapangan} &= \text{dosis labor} \times \text{debit (L/hari)} \\ &= 3 \text{ gr/L} \times 159.840 \\ &= 479.520 \text{ gr/hari} \\ &= 479,52 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

Jadi untuk mendapatkan pH dan TSS yang memenuhi baku mutu lingkungan maka perlu diberikan dosis seperti perhitungan di bawah ini:

1. Tawas

$$\begin{aligned}\text{Dosis lapangan} &= \text{dosis labor} \times \text{debit (L/hari)} \\ &= 0,5 \text{ gr/L} \times 159.840 \\ &= 79920 \text{ gr/hari} \\ &= 79,920 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

2. Kapur tohor

$$\begin{aligned}\text{Dosis lapangan} &= \text{dosis labor} \times \text{debit (L/hari)} \\ &= 4,5 \times 159.840 \\ &= 719.280 \text{ gr/hari} \\ &= 719,28 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

b. Biaya yang dibutuhkan untuk Tawas dan Kapur Tohor

Kebutuhan biaya untuk pH sesuai baku mutu lingkungan

1. Tawas tetap

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= \text{Harga/kg} \times \text{Dosis lapangan} \\ &= \text{Rp } 6.000 \times 79,92 \text{ kg}\end{aligned}$$

- = Rp 479.520
2. Kapur Tohor variasi
Biaya = Harga/kg x Dosis lapangan
= Rp 9000 x 399,6 kg
= Rp 3.596.400
Total = Rp 4.075.920

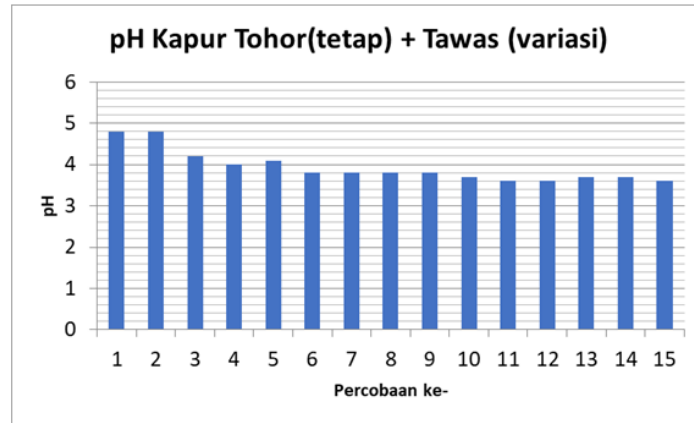
Kebutuhan biaya untuk TSS sesuai baku mutu lingkungan

1. Kapur tohor tetap
Biaya = Harga/kg x Dosis lapangan
= Rp 9000 x 79,92 kg
= Rp 719.280
2. Tawas variasi
Biaya = Harga/kg x Dosis lapangan
= Rp 6000 x 479,52 kg
= Rp 2.877.120
Total = Rp 3.596.400

c. Kebutuhan biaya untuk pH dan TSS sesuai baku mutu lingkungan

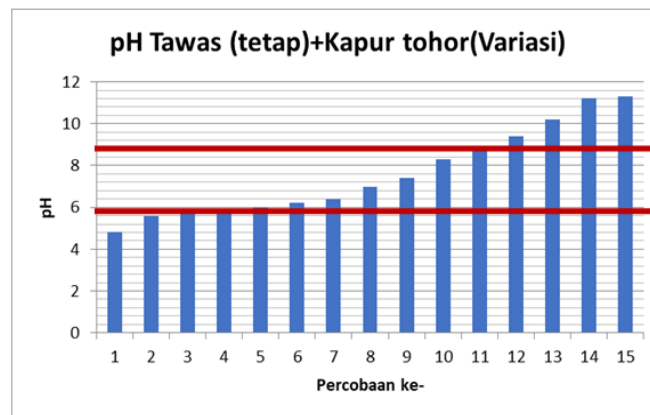
1. Tawas tetap
Biaya = Harga/kg x Dosis lapangan
= Rp 6000 x 79,92 kg
= Rp 479.520
2. Kapur Tohor variasi
Biaya = Harga/kg x Dosis lapangan
= Rp 9000 x 719,28 kg
= Rp 6.473.520
Total = Rp 6.953.040

Percobaan dilakukan sebanyak 30 kali dengan 15 kali percobaan dosis tawas tetap sebanyak 0,05gr dan dosis kapur tohor variasi sebanyak 0,05gr sampai 0,75gr. Untuk 15 percobaan berikutnya dilakukan dengan dosis kapur tohor tetap sebanyak 0,05gr dan dosis tawas variasi sebanyak 0,05gr sampai 0,75gr. Pada setiap percobaan penetralan dilakukan dengan menggunakan air asam tambang 100ml. Alat untuk mengukur pH menggunakan pH meter sedangkan untuk mengukur TDS menggunakan TDS meter. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan maka terjadi perubahan nilai pH untuk setiap penambahan dosis koagulan. Grafik perubahan pH dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



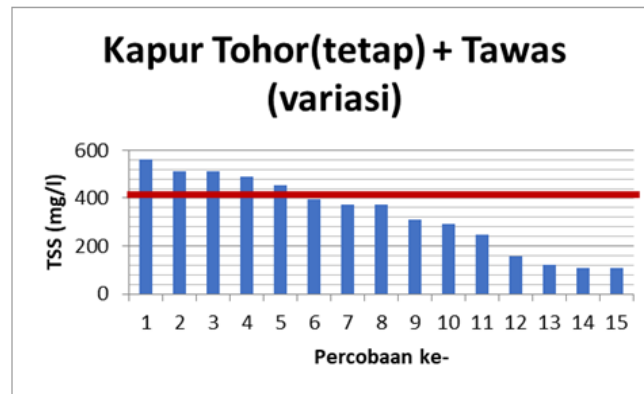
Gambar 3. Perubahan pH setelah penetralan

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa perubahan pH pada kapur tohor tetap dan tawas variasi tidak mencapai baku mutu lingkungan berdasarkan kepmen 113 tahun 2003 dan PP no 22 tahun 2021 dikarenakan sifat dari tawas tersebut asam.



Gambar 4. Perubahan pH setelah penetralan

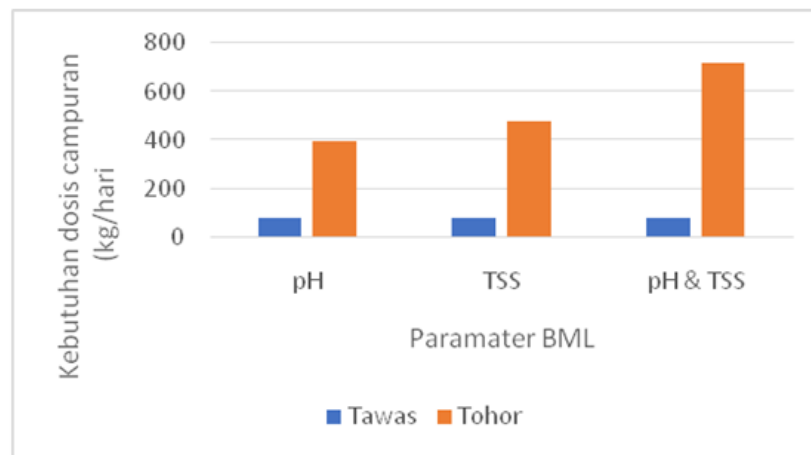
Berdasarkan dari gambar diatas dapat dilihat peningkatan pH dari nilai pH awal 5,2 untuk setiap kali percobaan dengan percampuran dosis tawas tetap dan kapur tohor bervariasi. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa untuk percobaan ke 5 sampai percobaan ke 11 dengan dosis tohor 0,05gr sampai dengan 0,55gr memenuhi baku mutu lingkungan untuk nilai pH yaitu 6-9 berdasarkan kepmen 113 tahun 2003 dan PP no 22 tahun 2021. Tawas konstan tidak ada nilai yang memenuhi baku mutu lingkungan 6-9.



Gambar 5. Perubahan TSS setelah penetralan

Dosis Campuran Tawas dan Kapur Tohor

Dosis kapur tohor dan tawas dalam skala laboratorium sudah memenuhi baku mutu lingkungan untuk pH dan TSS adalah dengan dosis campuran sejumlah 4,5 gr/l kapur tohor ditambah tawas sejumlah 0,5gr/l. Untuk mendapatkan dosis skala lapangan di peroleh dengan cara mengalikan dosis laboratorium dengan debit air yang masuk *sump* per harinya. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan maka untuk dosis skala lapangan dibutuhkan campuran tawas sebanyak 79,92 kg dan 719.28 kg kapur tohor per harinya.



Gambar 6. Perbandingan Kebutuhan Dosis Campuran Tawas Dan Kapur Tohor Untuk Memenuhi Baku Mutu Lingkungan

Berdasarkan data gambar diatas dapat dilihat dosis campuran tawas dan kapur tohor untuk memenuhi baku mutu lingkungan. Untuk pH dosis tawas tetap 79,92 kg/hari dan dosis kapur tohor variasi 399,6 kg/hari, untuk TSS membutuhkan dosis kapur tohor tetap 79,92 kg/hari dan dosis tawas variasi 479,52 kg/hari, untuk mencapai baku mutu lingkungan pH dan TSS di perlukan dosis tawas tetap 79,92 kg/hari dan dosis tohor variasi 719,28 kg/hari.

Dan untuk harga kapur tohor adalah Rp 9.000/kg, tawas Rp 6.000/kg. biaya yang di dikeluarkan skala lapangan per hari nya diperoleh dengan cara mengalikan harga per kg dengan dosis lapangan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan maka untuk dosis skala lapangan dibutuhkan biaya campuran tawas sebanyak Rp 479.520 dan Rp 6.473.520 kapur tohor per harinya. Biaya penetralan skala lapangan untuk 1 hari dengan total Rp 6.953.040.

KESIMPULAN

Kualitas air asam tambang setelah penambahan dosis campuran tawas dan kapur tohor pada KUD Sinamar Sakato telah memenuhi baku mutu lingkungan untuk parameter pH dan TSS dengan dosis campuran 4,5gr/l kapur tohor dan 0,5gr/l tawas dimana diperoleh nilai pH 7,4 dan TSS 396 mg/l. Jumlah kebutuhan untuk menetralkan air asam tambang untuk dosis skala lapangan dibutuhkan campuran tawas sebanyak 79,92 kg dan 719.28 kg kapur tohor per hari. Biaya penetralan skala lapangan untuk 1 hari dengan total Rp 6.953.040.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nurisman, Enggal et.al. (2012). Studi Terhadap Dosis Penggunaan Kapur Tohor (CaO) Pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang Pada Kolam Pengendap Lumpur Tambang Air Laya pt. Bukit Asam (Persero), tbk. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. Politeknik Akamigas, Palembang.
2. Rahmi, H., Nelvi, A., & Situmorang, B. . (2023). Pengaruh Fly Ash Dan Kapur Tohor Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (pH dan TSS) Di PT. Bara Prima Pratama . *Jurnal Teknologi Infrastruktur*, 2(1), 35–43.
3. Adha Chairul Wahyu, dkk.2017. Analisis Efektivitas Kapur Tohor Dan Zeolit Untuk Peningkatan pH Dan Penurunan Kandungan Logam Fe Dan Cu Pada Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Fakultas Teknik*, November 2017 : 2598 - 7410. E- JOURNAL TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR Volume 2, Nomor 1, Juni 2023 <https://jurnal.upb.ac.id/index.php/ft> ISSN (online): 2022-1784
4. Herlina Ayu, dkk. 2014. Pengaruh Fly Ash dan Kapur Tohor Pada Netralisasi Air Asam Tambang Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (pH, Fe dan Mn). *Jurnal Ilmu Teknik*, Vol 2, No 2 (2014) : 2338 – 7459
5. Agustina, F dkk. 2022. Analisis Biaya Penggunaan Kalsium Hidroksida Terhadap Parameter pH dan TSS Pada Penetralan Air Asam Tambang PT. Gorby Putra Utama. *Jurnal Manajemen & Akuntansi Prabumulih*, Vol. 6 No. 1
6. Ata Akcil, Dkk 2005. Drainase Asam Tambang (AMD): Penyebab, Pengobatan Dan Studi Kasus. *Jurnal Cleaner Production*. Page 1140-1145.
7. Cukri Rahma, Dkk 2021. Penggunaan Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) Dalam Menurunkan Kadar *Total Suspended Solid* Air Limbah Batubara. *Jurnal Optimalisasi*. No 1 Vol 7. Page 60-70.
8. Gautama Rudy Sayoga. 2019. Pembentukan, Pengendalian Dan Pengelolaan air Asam Tambang Atau Acid Mine Drainage.
9. Jenita Tandiarang, Dkk 2016. Perbandingan Penggunaan Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) Dan Kapur Padam ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) Pada Pengolahan Air Asam Tambang Di Pt. Klatim Diamond Coal Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral*. No 1 Vol 4. Page 23-30.
10. Luthfi Hidayat. 2017. Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (*Acid Mining Drainage*) Di PT. Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *Jurnal Adhum*. No 1 Vol 7. Page 44-45.
11. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
12. Rudy Sayoga Gautama 2018. Pembentukan, Pengendalian Dan Pengolahan Air Asam Tambang. Institut Teknologi Bandung
13. SNI 6989.11:2004. Tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan menggunakan Alat Ph Meter.
14. SNI 6989.3:2004. Tentang Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended solids, TSS) Secara Grafimetri
15. SNI 6989.59:2008. Tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. 1-12.