
ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PADA PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG MENGGUNAKAN KAPUR TOHOR DI KPL 01 AL CIK AYIB PT BUKIT ASAM, Tbk.

Oleh

Maya Matofani¹, Lina Rianti², Iranda Septa Pratama³

^{1,2,3}Politeknik Akamigas Palembang

Email: ¹maya@pap.ac.id

Article History:

Received: 13-12-2024

Revised: 02-01-2025

Accepted: 18-01-2025

Keywords:

Acid Mine Drainage,
Calcium Oxide

Abstract: *This research aims to analyze the management of acid mine drainage (AMD) using quicklime at KPL 01 CIK AYIB PT Bukit Asam, Tbk. from technical and economic perspectives. The research method used is descriptive quantitative with primary data collection through field observations and secondary data from the company. The results show that AMD management at the site uses an active method with the addition of quicklime (CaO) in the first 5 compartments, followed by a passive method using wetlands in the next 9 compartments. The average use of quicklime is 6 sacks (180 kg) per day, capable of neutralizing the pH of AMD from 5.5 to 6.69-8.21 at the outlet. The cost of using quicklime for one month reaches Rp 8,865,000. This study concludes that AMD management using quicklime at the site is technically effective in neutralizing pH according to quality standards and needs further analysis in terms of its economic efficiency.*

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan yang diakibatkan oleh aktivitas penambangan batubara termasuk penurunan kualitas air tanah dan air permukaan, yang ditandai dengan tingkat keasaman yang tinggi dan peningkatan kandungan logam dalam air. Kehadiran air asam tambang membawa dampak yang signifikan dan meluas bagi lingkungan dan masyarakat sekitar.

Kualitas air tanah dan air permukaan menurun secara drastis, ditandai dengan keasaman yang tinggi dan peningkatan konsentrasi logam berbahaya. Kondisi ini menciptakan ancaman serius bagi ekosistem akuatik dan kehidupan organisme di dalamnya. Lebih mengkhawatirkan lagi, banyak masyarakat yang bergantung pada air sungai untuk kebutuhan sehari-hari - hari terpapar risiko kesehatan yang signifikan.

Logam-logam yang terdapat dalam air asam tambang yang dapat menimbulkan efek toksik yang bersifat kronis, artinya dampak negatifnya dapat terakumulasi dan berlangsung dalam jangka panjang. Hal ini tidak hanya mengancam kesehatan manusia, tetapi juga keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Mengingat besarnya potensi bahaya, pengelolaan air asam tambang (AAT) menjadi krusial untuk memitigasi dampak negatif dan melindungi baik lingkungan maupun kesejahteraan masyarakat di sekitar area pertambangan.

Pengelolaan Air Asam Tambang (AAT) memiliki peran penting untuk mencegah pencemaran lingkungan. Dalam menetralkan Air Asam Tambang di PT Bukit Asam Tbk.

Terdapat 2 metode, yaitu metode aktif dan metode pasif yang mana 14 kompartemen itu melakukan 2 *treatment* yaitu *Mudrap* dan *Waterland* menggunakan penambahan bahan kimia seperti kapur tohor dan pH adjuster dilakukan secara manual dengan tenaga manusia. Masih banyak industri yang belum melakukan pengolahan limbah dengan baik. Kesinergisan antara PT Bukit Asam Tbk. dan pemilik serta penyusunan SOP sangat penting dalam pelaksanaan pengelolaan Air Asam Tambang.

Karena banyak masyarakat yang menggunakan air sungai, perusahaan seperti PT Bukit Asam Tbk. dan pemilik harus memperhatikan kualitas limbah yang mereka hasilkan agar air yang digunakan tidak membahayakan kesehatan masyarakat, mengingat efek logam yang bersifat kronis.

Pengelolaan air asam tambang menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak negatifnya. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah menggunakan kapur sebagai bahan kimia untuk menetralkan keasaman air asam tambang. Namun, dalam pengelolaan air asam tambang, pemilihan jenis kapur yang tepat juga menjadi faktor penting.

Berdasarkan uraian di atas maka dijelaskanlah analisis teknis dan ekonomis pada pengelolaan air asam tambang menggunakan kapur tohor di KPL 01 Cik ayib PT Bukit Asam Tbk.

Batasan Masalah

1. Pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk.
2. Perhitungan biaya keekonomisan kapur tohor terhadap pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk.
3. Analisis air asam tambang dibatasi hanya pada pengukuran nilai pH

Tujuan Penelitian

1. Dapat mengetahui dan memahami cara pengelolaan air asam Tambang di PT Bukit Asam Tbk.
2. Dapat mengetahui biaya dalam penggunaan Kapur Tohor dalam upaya Pengelolaan air asam tambang.

Manfaat

1. Memberikan informasi bagaimana cara pengelolaan Air Asam Tambang di PT Bukit Asam Tbk.
2. Informasi yang diperoleh tentang penggunaan kapur tohor secara teknis dan ekonomis dapat membantu dan merencanakan strategi pengelolaan yang lebih efektif dan efisien.

LANDASAN TEORI

Air Asam Tambang

Air Asam Tambang adalah jenis limbah yang mencemari lingkungan, dihasilkan dari kegiatan pertambangan. Limbah ini muncul karena proses oksidasi mineral pirit (FeS_2) dan mineral sulfida lainnya yang terekspos ke permukaan tanah selama proses penambangan. Reaksi kimia dan biologis dari mineral-mineral ini menghasilkan sulfat dengan tingkat keasaman tinggi. Keasaman yang tinggi ini dapat berdampak negatif pada kualitas lingkungan dan kehidupan organisme, baik secara langsung maupun tidak langsung. Air Asam Tambang, atau Acid Mine Drainage (AMD), adalah air yang bersifat asam dengan pH rendah, biasanya di bawah 6, sementara standar pH air yang sesuai adalah antara 6-9. Pembentukan air asam ini disebabkan oleh oksidasi alami mineral sulfida yang terpapar

selama kegiatan penambangan dan berinteraksi dengan air. Istilah ini merujuk pada air asam yang muncul akibat aktivitas penambangan dan sering disebut juga sebagai air rembesan atau aliran (Wahyudin, dkk. 2018).

Air Asam Tambang tidak hanya muncul dari kegiatan penambangan, tetapi juga dapat terbentuk akibat aktivitas lain yang menyebabkan paparan dan oksidasi mineral sulfida. Aktivitas seperti pertanian, pembangunan jalan, drainase, dan pengolahan tanah di area yang mengandung mineral belerang dapat menghasilkan air asam dengan sifat yang mirip dengan Air Asam Tambang (Saptwartono, dkk. 2024).

Air asam yang mengandung logam berat yang mengalir ke sungai, danau, atau rawa dapat merusak ekosistem perairan dan menurunkan kualitas air. Selain itu, Air Asam Tambang dapat memengaruhi bentuk lanskap, mengubah struktur tanah, pola aliran permukaan, serta komposisi kimia air permukaan dan air tanah. Faktor lain yang turut berperan dalam pembentukan Air Asam Tambang adalah keberadaan air dan oksigen. Air yang mengisi cekungan umumnya berasal dari air permukaan seperti hujan. Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan volume air dalam cekungan, yang pada akhirnya membentuk kolam besar (Hidayat, 2017).

Pembentukan Air Asam Tambang

Dalam penambangan batubara, potensi terjadinya asam seringkali disebabkan oleh mineral sulfida seperti *pyrite* dan *marcasite*. Kedua mineral ini memiliki komposisi kimia yang identik, yakni FeS_2 , dengan kandungan sulfur mencapai 53,4%. Perbedaan utama antara *pyrite* dan *marcasite* terletak pada bentuk kristalnya (Said, 2014).

Mineral sulfat biasanya terbentuk sebagai produk sekunder dari pelapukan akibat oksidasi mineral *pyrite*. Berbagai mineral sulfat yang sering ditemukan dalam batuan tambang batubara meliputi *pickeringite*, *halotrichite*, *alunogen*, *copiapite*, dan *coquimbite*, antara lain. Sebaliknya, sulfur organik yang berasal dari bahan tanaman atau hasil proses diagenesis molekul organik tidak berperan dalam pengasaman. Dalam analisis material, persentase berat total sulfur umumnya dihitung untuk memperkirakan jumlah sulfur *pyritic*, yang menggambarkan potensi pengasaman dari batuan tersebut (Said, 2014).

Alkalinitas berperan dalam menetralkan proses pengasaman. Sumber utama alkalinitas adalah mineral karbonat, seperti kalsit dan kapur tohor. Selain itu, mineral silikat seperti *kuarsa*, *kaolinite*, *illite*, *smectite*, dan *muscovite* juga memiliki kemampuan untuk menetralkan asam, meskipun laju reaksinya jauh lebih lambat dibandingkan dengan mineral karbonat (Said, 2014).

Di antara batuan sedimen yang mengandung lapisan batubara, terdapat juga lapisan-lapisan batuan dengan potensi tinggi untuk menghasilkan air asam batuan (*Acid Rock Drainage* atau *ARD*). Batuan yang teroksidasi oleh oksigen dan kemudian terkena air akan membentuk air asam batuan. Untuk mengklasifikasikan jenis lapisan tanah atau batuan yang berpotensi menyebabkan pembentukan air asam batuan, mengembangkan metode pengujian *Nett Acid Generation (NAG)* (Said, 2014).

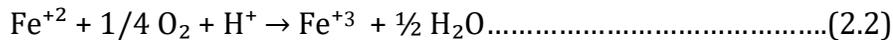
Pembentukan Air Asam Tambang terjadi ketika mineral-mineral sulfida dalam batuan hasil galian mengalami oksidasi akibat kontak dengan air dan oksigen. Proses oksidasi logam sulfida yang menghasilkan asam dapat dijelaskan melalui reaksi kimia berikut:

Persamaan 1 :



(besi sulfida teroksidasi melepaskan besi ferro, sulfat dan asam)

Persamaan 2 :



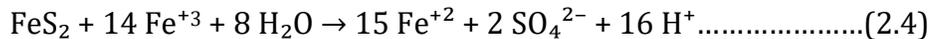
(besi ferro akan teroksidasi menjadi besi ferri)

Persamaan 3 :



(besi ferri dapat terhidrolisis dan membentuk ferri hidroksida dan asam)

Persamaan 4 :



(besi ferri secara langsung bereaksi dengan pirit dan berlaku sebagai katalis yang menyebabkan besi ferro yang sangat besar, sulfat dan asam)

Air Asam Tambang dapat terbentuk baik pada kegiatan penambangan terbuka maupun bawah tanah. Umumnya, pembentukan ini disebabkan oleh oksidasi alami unsur sulfur dalam batuan, yang prosesnya dipercepat oleh curah hujan yang tinggi. Curah hujan yang intensifikasi mempercepat transformasi oksidasi sulfur menjadi asam. Sumber-sumber Air Asam Tambang meliputi: (Hidayat, 2017)

1. Air dari tambang terbuka

Pembukaan lapisan penutup batuan mengakibatkan paparan langsung terhadap batuan sulfida yang mengandung unsur sulfur. Proses oksidasi kemudian terjadi, dan saat hujan atau aliran air tanah mengenai batuan tersebut, akan terbentuk Air Asam Tambang

2. Air dari unit pengolah batuan buangan

Material utama hasil penambangan adalah batuan buangan (waste rock). Seiring dengan meningkatnya aktivitas penambangan, jumlah batuan buangan ini juga meningkat. Batuan buangan yang mengandung sulfur akan berinteraksi dengan udara, menghasilkan senyawa sulfur oksida. Ketika senyawa tersebut bercampur dengan air, akan terbentuk Air Asam Tambang.

3. Air dari lokasi penimbunan batuan

Timbunan batuan yang mengandung sulfida dapat menghasilkan Air Asam Tambang melalui kontak langsung dengan udara. Paparan ini, apabila disertai dengan kehadiran air, menyebabkan pelarutan mineral sulfida dan pembentukan Air Asam Tambang.

4. Air dari unit pengelolaan limbah *tailing*

Timbunan batuan yang mengandung sulfida dapat menghasilkan Air Asam Tambang melalui kontak langsung dengan udara. Paparan ini, apabila disertai dengan kehadiran air, menyebabkan pelarutan mineral sulfida dan pembentukan Air Asam Tambang.

5. Air dari tempat penimbunan bahan galian

Batubara hasil penambangan diangkut dan dikumpulkan di stockpile untuk kemudian diolah dan dipasarkan. Sebelum pengiriman ke konsumen, ukuran batubara diperkecil melalui proses penghancuran (*crushing*). Selama proses ini, batubara disiram dengan air untuk mengurangi debu. Namun, lapisan batubara sering mengandung mineral sulfida, yang berpotensi membentuk Air Asam Tambang

Dampak Air Asam Tambang

Terbentuknya Air Asam Tambang di area penambangan akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Beberapa dampak negatif dari air asam tambang tersebut meliputi: (Hidayat, 2017)

1. Bagi Masyarakat Sekitar

Dampak terhadap masyarakat sekitar wilayah tambang tidak dirasakan secara langsung karena air yang dipompakan ke sungai telah dinetralkan dan selalu dipantau setiap hari untuk mengetahui suhu, kekeruhan, dan pH. Namun, jika terjadi pencemaran dan biota perairan terganggu, hewan seperti ikan akan mati, sehingga mata pencaharian penduduk juga akan terpengaruh.

2. Bagi Kualitas Air Permukaan

Pembentukan Air Asam Tambang akibat oksidasi pirit akan mengakibatkan penurunan kualitas air permukaan. Perubahan yang terjadi pada parameter kualitas air meliputi pH, konsentrasi padatan terlarut, serta kadar sulfat, besi, dan mangan.

3. Kualitas Air Tanah

Ketersediaan unsur hara sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanah yang bersifat asam sering mengandung logam berat seperti besi, tembaga, dan seng, yang merupakan unsur hara mikro. Kelebihan unsur hara mikro ini dapat menyebabkan keracunan pada tanaman, yang terlihat dari pembusukan akar tanaman, menyebabkan tanaman menjadi layu dan akhirnya mati.

Teknologi Pengelolaan Air Asam Tambang

Secara umum, pengelolaan Air Asam Tambang terbagi dalam dua pendekatan utama, yaitu pengelolaan aktif (*active treatment*) dan pengelolaan pasif (*passive treatment*) (Hidayat, 2017).

1. *Active Treatment Technologies*

Teknologi pengobatan aktif (*active treatment*) adalah metode yang memerlukan operasi, perawatan, dan pemantauan oleh manusia, menggunakan sumber energi eksternal serta infrastruktur dan sistem yang direkayasa. Proses dalam metode ini meliputi: netralisasi (sering kali mencakup presipitasi logam), penghilangan logam, presipitasi kimiawi, dan penghilangan sulfat secara biologis. Netralisasi yang paling umum digunakan dalam perlakuan Air Asam Tambang skala besar adalah kapur, karena bahan ini tersedia secara komersial, mudah digunakan, memiliki teknologi yang telah terbukti, biaya rendah, efektif, dan mudah dikelola dari segi kesehatan dan keselamatan kerja untuk penerapan skala besar.

2. *Passive Treatment Technologies*

Passive treatment technologies (teknologi pengobatan pasif) adalah metode pengelolaan yang tidak memerlukan intervensi, operasi, atau pemeliharaan rutin dari manusia. Biasanya, metode ini memanfaatkan tanaman untuk menetralkan pH.

Media Penetral Air Asam Tambang

Media yang digunakan untuk menetralkan Air Asam Tambang dalam penelitian ini adalah:

1. Kapur Tohor

Kapur Tohor dikenal juga sebagai kalsium oksida (CaO) adalah hasil pembakaran kapur mentah (kalsium karbonat atau CaCO₃) pada suhu sekitar 900 derajat Celsius. Kapur Tohor adalah senyawa kimia berbentuk padatan putih atau keabu-abuan yang mirip dengan batugamping.

- a. Berikut adalah beberapa kegunaan Kapur Tohor, diantaranya: Menaikan Nilai pH : Kapur Tohor digunakan pada saluran keluar (*outlet*) dari kolam pengendap lumpur untuk meningkatkan pH agar sesuai dengan standar baku mutu lingkungan.

Pengapuran juga diterapkan pada saluran masuk (*inlet*) kolam pengendapan lumpur. Penambahan Kapur Tohor secara berkelanjutan dengan dosis yang tepat dapat menaikkan pH Air Asam Tambang selama proses penanganannya.

- b. Mengurangi Kandungan Logam Berat : Kapur Tohor dapat menurunkan kandungan logam berat dalam Air Asam Tambang. Kapur adalah salah satu bahan yang secara praktis, murah, dan aman digunakan untuk meningkatkan pH, serta efektif dalam mengurangi kadar logam berat dalam Air Asam Tambang.

2.Tawas

Tawas adalah bahan kimia yang dikenal sebagai *flocculator* yang berfungsi untuk mengumpulkan kotor-kotoran pada proses penjernihan air. Tawas sering digunakan sebagai penjernihan air, karena kekeruhan dalam air dapat dihilangkan melalui penambahan sejenis bahan kimia yang disebut koagulan. Prinsip penjernihan air adalah dengan menggunakan stabilitas partikel-partikel bahan pencemar dalam bentuk koloid. Tawas adalah bahan kimia yang berfungsi sebagai koagulan didalam pengelolaan air maupun limbah. Sebagai koagulan, tawas sangat efektif untuk mengendap partikel yang melayang, baik dalam bentuk koloid maupun *suspense*.

Metode Jar Test

Jar Test atau uji jar merupakan metode standar yang digunakan untuk menguji proses koagulasi data yang didapat dengan melakukan jartest antara lain dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan serta volume endapan yang terbentuk. *Jar test* yang dilakukan adalah untuk membandingkan kinerja koagulan yang digunakan untuk mendapatkan padatan yang tersuspensi yang terdapat pada air sungai (Noviani, 2012:14).

Jar Test adalah suatu percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimum dari koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air minum. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan. *Jar Test* memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter proses seperti:

1. Dosis koagulan dan koagulan pembantu
2. Metode pembubuhan bahan kimia (pada atau di bawah permukaan pembubuhan beberapa bahan kimia secara bersamaan atau berurutan).
- 3..Kecepatan larutan kimia. Waktu dan intensitas pengadukan cepat dan pengadukan lambat (flokulasi) (Noviani, 2012: 15).

Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu air limbah diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022 mengenai standar mutu air limbah untuk usaha atau kegiatan Pertambangan Batubara, yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Pertambangan Batubara

No	Paramater	Satuan	Maksimum
1	pH	-	6-9
2	Residu Tersuspensi	mg/1	200
3	Besi (Fe) Total	mg/1	7
4	Mangan (Mn) Total	mg/1	4
5	Kebutuhan OKsigen Biokomiawi (BOD)	mg/1	30
6	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/1	100

Sumber: Peraturan Menteri lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 5 Tahun 2022
Perhitungan Perencanaan Penetralan Air Asam Tambang di Lapangan

Untuk menghitung rencana kebutuhan media penetral yang aktual di lapangan, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Biaya} = \text{Kebutuhan} \times \text{Harga} \dots \dots \dots (2.5)$$

Perhitungan biaya media penetral berguna untuk menentukan media penetral mana yang lebih ekonomis dalam penetralan Air Asam Tambang.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif, karena melibatkan observasi langsung di lapangan dengan memperoleh data berbentuk angka sebagai alat untuk menganalisis informasi mengenai topik yang diteliti.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 22 April hingga 22 Juni 2024 di PT Bukit Asam Tbk., yang berlokasi di Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Untuk mencapai lokasi penelitian, perjalanan dari kota Palembang ke Tanjung Enim dapat dilakukan melalui jalur darat menggunakan kendaraan roda dua, yang memerlukan waktu tempuh lebih dari 4 jam dengan jarak 187 km.



Gambar 1 Lokasi Kesampaian Daerah

Sumber: Google Maps, 2024

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan antara lain :

1. Pena,
2. Buku,
3. Sampel pH,
4. Kertas Lakmus,
5. Kapur Tohor dan Tawas
6. pH meter.

Metode Penelitian

Metode penelitian deskriptif bertujuan untuk mengumpulkan data secara rinci dan mendalam. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, yang melibatkan pengamatan dan penelitian langsung di lapangan, kemudian

dianalisis, dibandingkan, dan dihitung secara teoritis untuk menghasilkan solusi terbaik.

Cara Pengambilan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan informasi dari referensi yang ada serta data perusahaan yang relevan dengan tujuan penelitian yang telah direncanakan sebelumnya.

2. Obsevasi lapangan

Pengamatan ini dilakukan untuk menilai kondisi aktual di lapangan dan mengumpulkan data yang relevan dengan permasalahan yang akan dibahas.

3. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui diskusi langsung dengan pembimbing lapangan dan pegawai di PT Bukit Asam Tbk.

Jenis Data

Pengambilan data di lapangan dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan dengan mencatatnya secara sistematis. Data ini mencakup:

- a. Data dokumentasi,
- b. Proses penanganan dan penetralan Air Asam Tambang,
- c. Jumlah penggunaan Kapur Tohor dan Tawas dalam 1 bulan
- d. Nilai pH awal dan akhir.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari referensi yang berasal dari sumber pustaka perusahaan, buku-buku, atau laporan perusahaan yang relevan. Data ini mencakup:

- a. Harga Kapur Tohor dan Tawas
- b. Data luas KPL

Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan cara manual. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Data pengukuran pH
- b. Perhitungan kebutuhan jumlah Kapur Tohor dan Tawas
- c. Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas

Pembahasan

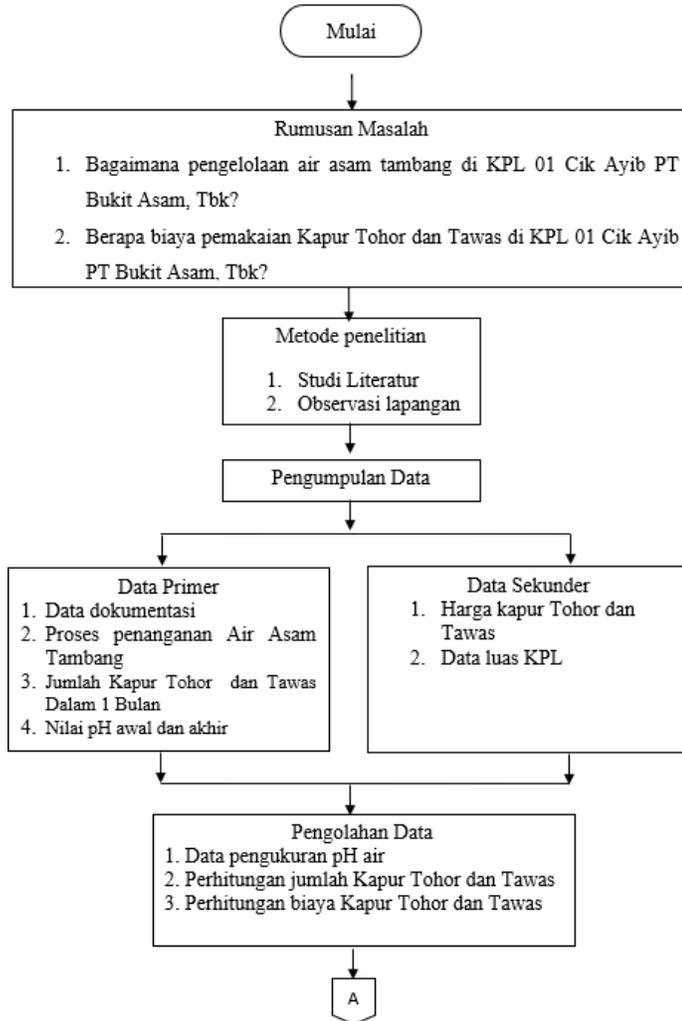
Melakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari data primer dan data sekunder untuk membahas dan menyimpulkan hasil dari kegiatan yang telah dilaksanakan.

Penarikan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan adalah hasil dari pembahasan kegiatan yang telah dianalisis sebelumnya. Kesimpulan ini merupakan bagian penting yang menandai akhir dari penyelesaian penelitian yang dilakukan.

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ialah:



HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan data di bab sebelumnya, di bab ini menerangkan hasil yang didapat dari penelitian ini berupa, data pengecekan pH, jumlah kebutuhan media penetralkan rencana di lapangan dan biaya media penetralkan rencana di lapangan.

Metode Pengelolaan Air Asam Tambang

Pengelolaan air asam tambang perlu dilakukan sebelum air tersebut dibuang atau dialirkan ke badan air. Air yang dibuang ke badan air harus dalam keadaan netral dan murni, atau memiliki pH di atas 6, agar tidak mencemari perairan sekitar lokasi tambang dan memastikan bahwa masyarakat di sekitarnya masih dapat menggunakan air dari perairan atau sungai tersebut. Pengelolaan air asam tambang dapat dilakukan melalui penetralkan pH dan penjernihan air. Di PT Bukit Asam Tbk., proses pengelolaan menggunakan bahan kimia; Kapur Tohor digunakan untuk menaikkan pH air, sementara Tawas digunakan untuk penjernihan air. Kapur Tohor digunakan setiap hari dalam jumlah yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi yang ada.

Di PT Bukit Asam Tbk., terdapat dua metode untuk menetralkan air asam tambang yaitu metode aktif dan metode pasif. Dalam pengelolaan ini, terdapat 14 kompartemen yang menerapkan dua jenis perlakuan, yaitu *Mudtrap* dan *Wetland*. Kompartemen 1 hingga 5 menggunakan perlakuan dengan penambahan bahan kimia seperti Kapur Tohor (CaO) dan pH adjuster (NaOH), yang dilakukan secara mekanis dengan peralatan pendukung serta secara manual dengan bantuan tenaga manusia. Sementara itu, kompartemen 6 hingga 14 menerapkan perlakuan *Wetland*, yang menggunakan metode alami dengan memanfaatkan tumbuhan seperti Eceng Gondok, Ekor Kucing, Kiambang, Akar Wangi, Lonkida, dan Melati air.

Tempat Pengelolaan Air Asam Tambang

Proses pengelolaan Air Asam Tambang di PT Bukit Asam Tbk. melibatkan penggunaan kolam pengendapan lumpur. Kolam ini berfungsi sebagai tempat untuk mengumpulkan air dari lokasi penambangan. Biasanya, kolam pengendapan lumpur ini terletak pada elevasi tertentu di area penambangan.



Gambar 2. Lokasi KPL 01 Cik Ayib

Sumber: PT Bukit Asam Tbk, 2024

Hasil dari penelitian di lapangan, kolam pengendapan lumpur Air Asam Tambang pada KPL 01 Cik Ayib yang berada di Tambang Air Laya Limao Barat, Kecamatan Lawang Kidul (Tanjung Enim), Kabupaten Muara Enim terdiri dari 14 kompartemen, yang luasnya 3,7 Ha, Area Tangkapan 34 Ha dan kapasitas 35.000 m³.

Debit Aliran KPL 01 AL Cik Ayib

Debit air merupakan ukuran dari fluida yang bergerak, perlu diketahui debit bukan hanya berlaku pada air, tetapi pada semua jenis atau golongan fluida di PT Bukit Asam Tbk. terdapat 4 saluran air yang tentunya memiliki debit air yang berbeda dapat dilihat dari tabel 4.1 sehingga debit total saluran tersebut sebesar 0,483 Debit m^3/s

Tabel 2. Debit KPL 01 Cik Ayib

Saluran	Debit
1	0,583 Debit m^3/s
2	0,689 Debit m^3/s
3	0,379 Debit m^3/s
4	0,281 Debit m^3/s

Total	0,483 Debit^{m³/s}
--------------	--

Analisis Jumlah Kebutuhan Kapur Tohor Dengan Metode Jar Test

Pengaruh penggunaan Kapur Tohor terhadap pH air asam tambang dapat diukur melalui pengujian. Kapur yang digunakan dalam eksperimen adalah Kapur Tohor (CaO). Berdasarkan hasil pengujian pada tiga sampel air asam tambang, data menunjukkan perubahan nilai pH seiring dengan dosis Kapur Tohor yang digunakan, mulai dari pH awal 5,55 hingga mencapai nilai pH yang sesuai dengan standar baku mutu lingkungan dan keehatan RI Nomor 5 Tahun 2022. Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Optimum dengan Metode Jar Test

No	pH Awal	Dosis Kapur Tohor (gr)	pH Hasil Titrasi
1	5,55	0,1000	7,56
2	5,55	0,2000	8,58
3	5,55	0,3000	9,42

Dilakukan penetralan dengan metode *jar test* dengan berat 0,1 gr/1000ml. Dengan dosis kapur tohor sebesar 0,1 gr/1000ml sudah mampu meningkatkan pH 3,92 menjadi 7,56 dan dosis 0,2 gr/1000ml mampu meningkatkan pH 8,58 dan itu sudah mencapai baku mutu. Sedangkan Dosis 0,3 gr/1000ml sudah meningkatkan pH menjadi 9,42 dimana pH tersebut termasuk kategori basa, percobaan dilakukan dengan pengadukan selama 60 rpm 5 menit.

Pelaksanaan Pengelolaan Air Asam Tambang di KPL 01 Cik Ayib

Pelaksanaan pengelolaan air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk. Dilakukan setiap hari dengan penaburan kapur tohor dan tawas. Dosis kapur tohor dan tawas biasanya tidak menentu tergantung pH dan tingkat kejernihan. Jika air di KPL masih terlihat jernih tetapi pH airnya menunjukkan asam maka dilakukan penetralan air asam tambang, untuk kebutuhan kapur tohor bulan April-Mei 2024 5.910 kg-/bulan dan untuk kebutuhan Tawas 4.200 kg-/bulan.



Gambar 3 Proses Pengapuran

Perhitungan Biaya Pemakaian Kapur Tohor dan Tawas

Biaya Kapur Tohor didapat dari perhitungan jumlah kebutuhan media penetralan dikalikan dengan harga media penetralan, Untuk harga kapur tohor Rp. 1.500,-/kg dan Harga Tawas Rp. 5.000,-/kg pengeluaran biaya kapur tohor sebesar Rp 8.865.000,00,-/bulan dan

pengeluaran biaya tawas sebesar Rp. 21.000.000,00,-/bulan.

Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil dari penelitian terdapat pula pembahasan yang akan membahas hasil dari penelitian mengenai pelaksanaan pengelolaan air asam tambang dan perhitungan biayanya.

Analisis Pengelolaan Air Asam Tambang

Dari analisis penelitian untuk perencanaan pengelolaan air asam tambang di KPL 01 Cik Ayib PT Bukit Asam, Tbk. Didapatkan rata-rata kebutuhan kapur tohor sebanyak 6 karung dan 2 karung tawas perhari dengan metode aktif. Sedangkan untuk metode pasif menggunakan proses metode alami yaitu tumbuh-tumbuhan seperti Eceng Gondok, Ekor Kucing, Kiambang, Akar Wangi, Lonkida dan Melati Air, dengan proses metode alami tidak langsung adanya penyerapan besi dan mangan yang membuat air asam tambang bisa menjadi netral.

Analisis Perhitungan Biaya Pemakaian Kapur Tohor dan Tawas

Perhitungan biaya kapur tohor sebesar Rp 8.865.000,00/bulan dan perhitungan untuk tawas sebesar Rp. 21.000.000,00. Kebutuhan biaya tawas sebagai media penetralan air asam tambang ini jauh lebih besar dibandingkan dengan biaya kapur tohor.

Penggunaan kapur tohor sebagai media penetralan yang tepat dikarenakan harganya lebih murah. Kapur tohor juga memiliki sifat yang cenderung mengendap dan hal ini itu akan membantu penetralan air asam tambang meskipun dalam waktu yang cukup lama karena harus dibantu dengan debit air dalam proses pengadukannya secara alamiah, Sehingga kapur tohor yang mengendap dapat teraksikan kembali saat terkena debit aliran sehingga dapat menaikkan pH Kembali

Sedangkan pada tawas memiliki tingkat kelarutan cukup tinggi, maka Tawas akan cepat bereaksi untuk menaikkan pH air asam tambang. Namun tawas juga akan langsung terbawa air yang keluar dari *setling pond (outlet)* sehingga dalam waktu yang singkat maka air asam tambang akan bersifat asam karena tidak ada lagi pengaruh dari tawas yang dapat menyebabkan kenaikan pH ataupun mempertahankan kondisi pH yang sebelumnya sudah mencapai standar baku mutu lingkungan. Jadi, pemilihan dolomit sebagai media penetralan air asam tambang di PT Bukit Asam, Tbk.adalah pilihan yang tepat karena selain harganya yang lebih murah dibandingkan dengan tawas.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian di lapangan, KPL AL 01 CIK AYIB terdiri 14 kompartemen menggunakan dua metode yaitu metode aktif dan metode pasif, melakukan dua metode yaitu *Mudtrap* dan *Wetland* yang dimana kompartemen 1 sampai 5 adanya *treatment* menggunakan penambahan bahan kimia seperti Kapur Tohor (CaO) dan pH *adjuster* (NaOH). Pada kompartemen 6 sampai 14 menggunakan metode *Wetland* yang dimana menggunakan proses metode alami yaitu tumbuhan - tumbuhan seperti Eceng Gondok, Ekor Kucing, Kiambang, Akar Wangi, Lonkida dan Melati air, dengan proses metode alami tidak langsung adanya penyerapan besi dan mangan yang membuat air asam tambang bisa menjadi netral.
2. Implementasi di lapangan menunjukkan penggunaan Kapur Tohor mencapai 5.910

kg/hari, dengan biaya sekitar Rp. 8.865.000,00 perbulan dan Tawas mencapai 4.200 kg/hari, dengan biaya sekitar Rp. 21.000.000,00 perbulan. Pengecekan pH dilakukan setiap hari menggunakan pH meter digital dan alat *sparing* untuk memastikan pH tetap dalam batas yang diizinkan. Pada bulan April 2024, nilai pH di *outlet* berkisar antara 6,69 hingga 8,21, menunjukkan efektivitas pengapuran.

SARAN

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan lagi tentang perhitungan kebutuhan Kapur Tohor Air Asam Tambang dan juga dapat membahas mengenai media penjernihan Air Asam Tambang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assyakiri, dkk. 2022. "Kebutuhan Dosis Kapur Tohor Dalam Penetralkan Air Asam Tambang KPL Pit 1 Timur Banko Barat PT Bukit Asam 292 Human" Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Vol 2
- [2] Ester S, 2017. Studi Penggunaan Kapur Tohor Dalam Proses Penetralkan Air Asam Tambang Di KPL Pit 3 Barat IUP Tambang Banko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera
- [3] Hidayat, Luthfi. 2017. Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mine Drainage) di PT Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan. Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Administrasi dan Homaniora. 7(1), hlm. 47-49.
- [4] Kadafi, 2018. Analisis Teknis Sistem Penanganan Dan Pemanfaatan Air Asam Tambang Di wiup Tambang Air Laya (Tal) PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. 2(2), hlm. 54-62.
- [5] Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, NOMOR 5 TAHUN 2022. Pengolahan Air Limbah Bagi Usaha dan Kegiatan Pertambangan dengan Menggunakan Metode Basah Buatan. 2022.
- [6] Noviani, 2012. Analisis penggunaan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Kitosan Pada Proses Penjernihan Air di PDAM Tirta Pakuan Bogor. Universitas Pakuan Bogor "Skripsi".
- [7] Putra, 2017. Analisis Kebutuhan Kapur Tohor Dan Dolomit untuk Menetralkan Air Asam Tambang dengan Model Treatment Skala Laboratorium pada Sistem Penyaliran Tambang. Universitas Negeri Padang "Tugas Akhir diterbitkan".
- [8] Said, NI. 2014. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara. Alternatif Pemilihan Teknologi. Jurnal Air Indonesia 7 (2), hlm. 123-130.
- [9] Saptwartono, dkk. 2024. Pengelolaan dan Pengendalian Air Asam Tambang Pada kegiatan Pertambangan Batubara. Jurnal Teknik Pertambangan (JTP) V 24 (1), hlm. 44-51.
- [10] Suryadi, Muhammad dan Ginting Jalu Kusuma. 2019. Pengelolaan Air Asam Tambang (AAT) Dari Dinding Bekas Penambangan Sebagai Alternatif Penanggulangan Pencemaran Lingkungan. Studi Kasus Tambang Batu Hijau, Nusa Tenggara Barat. 18 (3), hlm. 434-446.
- [11] Tampubolon, Ginto, dkk. 2020. Kajian Teknis dan Ekonomis Pengaruh Jenis Kapur

Dalam Upaya Pengolahan Air Asam Tambang. Jurnal Teknik Kebumihan. Universitas Jambi, 5 (2), hlm. 29-37.

- [12] Wahyudin I, dkk. 2018. Analisis Penanganan Air Asam Tambang Batubara. Jurnal Geomine, 6 (2), hlm. 85-89.