

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KAPUR TOHOR
DAN TAWAS PADA KPL AL-03 SALURAN ALP TAMBANG
AIR LAYA PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM
SUMATRA SELATAN**



**REZKY NOPRIYANSAH
2022310045**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KAPUR TOHOR DAN TAWAS PADA KPL AL-03 SALURAN ALP TAMBANG AIR LAYA PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATRA SELATAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih**



REZKY NOPRIYANSAH

2022310045

Dosen Pembimbing:

Reni Arisanti, S.T., M.T.

Ridho Yovanda, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KAPUR TOHOR DAN TAWS PADA KPL AL-03 SALURAN ALP TAMBANG AIR LAYA PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATRA SELATAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih

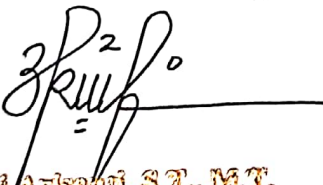
Oleh:

REZKY NOPRIYANSAH
2022310045

Prabumulih, 4 Agustus 2025

Pembimbing I

Pembimbing II


Reza Arisandi, S.T., M.T.
NIDN. 0207017761


Ricbe Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

Karna Program Studi
Teknik Pertambangan



Ricbe Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0218099302

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul " Analisis Penggunaan Kapur Tohor dan Tawas pada KPL AL 03 Saluran ALP Tambang Air Laya PT Bukit Asam Tbk" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada 4 Agustus 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji Sidang Laporan Tugas Akhir.

Prabumulih, 4 Agustus 2025

Tim Penguji Sidang Laporan Tugas Akhir

Ketua :

1. Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0206106903


(_____)

Anggota :

2. Subardiman Gumanti, S.T., M.T.
NIDN. 0221027003


(_____)

3. Anis Susilo, S.T., M.T.
NIDN. 0212067701


(_____)

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIDN. 0206106903

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rezky Nopriyansah

Nim : 2022310045

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KAPUR TOHOR DAN TAWAS PADA KPL AL-03 SALURAN ALP TAMBANG AIR LAYA PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATRA SELATAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Prabumulih sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksa paksaan dari siapapun.

Prabumulih, 4 Agustus 2025

Yang Bersangkutan



Rezky Nopriyansah

ABSTRAK

ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN KAPUR TOHOR DAN TAWAS PADA KPL AL 03 SALURAN ALP TAMBANG AIR LAYA PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATRA SELATAN

REZKY NOPRIYANSAH , 2022310045 , 2025

**Prodi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik , Univeritas Prabumulih**

XII + 51 Halaman, 12 Tabel, 32 Gambar, 11 Lampiran

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan kapur tohor dan tawas dalam pengendalian air asam tambang (AAT) pada Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) AL-03 Saluran ALP, Tambang Air Laya, PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. AAT merupakan limbah hasil oksidasi mineral sulfida yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak ditangani dengan tepat. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan metode jar test dengan variasi dosis 0,2; 0,4; dan 0,6 gram/500 mL, kemudian hasilnya diimplementasikan pada kondisi aktual di lapangan. Parameter utama yang dianalisis adalah pH dan total suspended solid (TSS). Hasil menunjukkan bahwa kapur tohor efektif menaikkan pH air hingga memenuhi baku mutu (6–9), sedangkan tawas efektif menurunkan kadar TSS. Perbandingan antara dosis hasil uji laboratorium dan penggunaan aktual di lapangan menunjukkan adanya perbedaan signifikan yang mempengaruhi efisiensi biaya operasional. Rekomendasi dari penelitian ini mencakup penyesuaian dosis bahan kimia untuk meningkatkan efektivitas penetralan AAT sekaligus mengoptimalkan biaya pengolahan, sehingga mendukung pengelolaan lingkungan tambang yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Air Asam Tambang, Kapur Tohor, Tawas, KPL AL-03, pH, TSS, Efektivitas.

Kepustakaan: 9 / (2017 – 2024)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Analisis Efektivitas Penggunaan Kapur Tohor dan Tawas pada KPL AL 03 Saluran ALP Tambang Air Laya PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatra Selatan”

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si. selaku Rektor Universitas Prabumulih
2. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
3. Bapak RidhoYovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan
4. Ibu Reni Arisanti , S.T., M.T. sebagai Pembimbing I.
5. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. sebagai pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kepala Teknik Tambang, Pimpinan, dan seluruh Staf PT Bukit Asam Tbk yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
9. Kedua orang tua serta keluarga saya yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Kepada saya sendiri yang selalu tetap kuat dan tetap hidup untuk semuanya.
11. Kepada Agus ketua dan Rangga along terimakasih sudah meringankan tangan untuk membantu saya selama proses tugas akhir ini.
12. Kepada rencang rencang dupir plenger terimakasih sudah memberi support tipis-tipis selama saya melaksanakan tugas akhir ini.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2022 serta semua pihak yang telah

membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 4 Agustus 2025

Rezky Nopriyansah
2022310045

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Masalah	2
1.4 Manfaat Masalah	2
1.5 Tahapan Penelitian	3
1.5.1 Jenis Penelitian	3
1.5.2 Lokasi dan Jadwal Penelitan	3
1.5.3 Analisis Data	4
1.5.4 Pengujian Laboratium	4
1.5.5 Alat dan Bahan	4
1.5.6 Prosedur Pengujian	8
1.6 Bagan Alir Penelitian	9
BAB II TINJAUAN UMUM	10
2.1 Sejarah Perusahaan	10
2.2 Struktur Organisasi Perusahaan	12
2.3 Struktur Organisasi Pengelolaan Lingkungan	13
2.4 Lokasi Kesampaian Daerah	14
2.5 Keadaan Stratigrafi dan Litologi	15

	Halaman
2.6 Pembagian Wilayah Unit Pertambangan PT Bukit Asam, Tbk	17
2.7 Keadaan Topografi	18
2.8 Keadaan Geologi	18
2.9 Iklim dan Curah Hujan	19
2.10 Kegiatan Penambangan PT Bukit Asam, Tbk	19
2.11 Sumber Daya dan Cadangan Batubara	22
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	23
3.1 Air Asam Tambang	23
3.2 Pembentukan Air Asam Tambang	23
3.3 Kapur Tohor	24
3.4 Tawas	26
3.5 Tanda-Tanda Terbentuknya Air Asam Tambang	27
3.6 Sumber-Sumber Air Asam Tambang	27
3.7 Kriteria Baku Mutu Air	28
3.8 Kolam Pengendapan Lumpur <i>Settling pond</i>	29
3.9 Proses Penetralkan Air Asam Tambang Pada KPL	30
3.10 Dampak Buruk Air Asam Tambang	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Sistem Pengendalian Air Asam Tambang KPL A 03 Saluran ALP	31
4.2 Jumlah Ideal Penggunaan Dosis Kapur	32
4.2.1 Uji Laboratorium Untuk Dosis Kapur Tohor dan Tawas.....	32
4.2.2 Perhitungan Dosis Kapur Tohor dan Tawas Secara Uji Lab.....	34
4.3 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Secara Aktual di Lapangan.....	42
4.4 Menghitung Biaya Penggunaan Kapur Tohor dan Tawas	45
4.4.1 Perbandingan Biaya Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan dan Skala Laboratorium	47
4.5 Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kegunaan Kapur Tohor (CaO) dan Tawas	48
4.5.1 Curah Hujan	48
4.5.2 Air Aliran Limpasan Jalan	49

	Halaman
BAB V PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Neraca Digital	5
Gambar 1.2 Alat <i>Jar test</i>	5
Gambar 1.3 Gelas Ukur 500 ml	6
Gambar 1.4 pH Meter	6
Gambar 1.5 pH Meter Laboratorium	6
Gambar 1.6 Sampel Air.....	7
Gambar 1.7 Kapur Tohor	7
Gambar 1.8 Tawas	8
Gambar 1.9 Bagan Alir Penelitian	9
Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Bukit Asam ,Tbk.	12
Gambar 2.2 Struktur Organisasi PLPT	13
Gambar 2.3 Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT Bukit Asam, Tbk	14
Gambar 2.4 Sekuen Stratigrafi dan Kolom Litologi Tanjung Enim	16
Gambar 2.5 Peta WIUP di PT Bukit Asam Tbk	18
Gambar 2.6 Keadaan Geologi PT Bukit Asam, Tbk.....	19
Gambar 3.1 Kapur Tohor	25
Gambar 3.2 Tawas	27
Gambar 4.1 Hubungan Dosis kapur tohor terhadap kenaikan pH pertama.....	36
Gambar 4.2 Hubungan Dosis kapur tohor terhadap kenaikan pH keempat.....	37
Gambar 4.3 Hubungan Dosis kapur tohor terhadap penurunan TSS pertama	38
Gambar 4.4 Hubungan Dosis kapur tohor terhadap penurunan TSS keempat ...	38
Gambar 4.5 Hubungan Dosis tawas terhadap penurunan pH pertama.....	39
Gambar 4.6 Hubungan Dosis tawas terhadap penurunan pH keempat.....	40
Gambar 4.7 Hubungan Dosis tawas terhadap penurunan TSS pertama.....	41
Gambar 4.8 Hubungan Dosis tawas terhadap penurunan TSS keempat.....	41
Gambar B.1 Saluran <i>Inlet</i>	53
Gambar B.2 Pengambilan Sampel di Saluran <i>Inlet</i>	53
Gambar B.3 Pengukuran pH Pada Saluran <i>Inlet</i>	54
Gambar B.4 Saluran <i>Outlet</i>	54
Gambar B.5 Gudang Kapur dan Tawas	55

	Halaman
Gambar B.6 Uji Lab <i>jar test</i>	55
Gambar B.7 Drone KPL AL 03 Saluran ALP	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	3
Tabel 3.1 Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batu Bara.....	28
Tabel 4.1 pH Air Asam Tambang Pada KPL 03 Saluran ALP <i>Inlet-Outlet</i> dan Debit pada tanggal 17 Mei sampai 15 Juni.....	32
Tabel 4.2 Rata-rata Debit KPL AL 03 Saluran ALP	33
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Optimun dengan Metode <i>Jartest</i>	34
Tabel 4.4 Kebutuhan Kapur Tohor pada periode 17 Mei sampai 15 Juni	44
Tabel 4.5 Perbandingan Biaya Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan dan Skala Laboratorium	47
Tabel 4.6 Data Curah Hujan TAL Mei 2025.....	48
Tabel A.1 Daftar Harga Kapur Tohor PT Bukit Asam, Tbk.....	52
Tabel A.2 Daftar Harga Tawas PT Bukit Asam, Tbk	52
Tabel A.3 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan 1.....	52
Tabel A.4 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan 4.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.1 Daftar Harga Kapur Tohor PT Bukit Asam, Tbk	52
Lampiran A.2 Daftar Harga Tawas PT Bukit Asam, Tbk.....	52
Lampiran A.3 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan	52
Lampiran A.4 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan	52
Lampiran B.1 Saluran <i>Inlet</i>	53
Lampiran B.2 Pengambilan Sampel Di Saluran <i>Inlet</i>	53
Lampiran B.3 Pengukuran pH Pada Saluran <i>Inlet</i>	54
Lampiran B.4 Saluran Outlet	54
Lampiran B.5 Gudang Kapur dan Tawas.....	55
Lampiran B.6 Uji Lab <i>jar test</i>	55
Lampiran B.7 Drone KPL AL 03 Saluran ALP	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki cadangan mineral dan batubara yang cukup besar di dunia. Hasil dari pertambangan ini sangat berpengaruh pada semua kegiatan yang berhubungan dengan bahan seperti besi, emas, dan batubara dan lain sebagainya. Bahan galian inilah yang akan digunakan untuk kemajuan era modern seperti sekarang ini. Sehingga pertambangan itu sendiri yaitu untuk mengangkut sumber daya yang terdapat di dalam bumi yang nantinya dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dan meningkatkan sumber ekonomi primer di Indonesia (Faninta, 2019).

PT Bukit Asam Tbk, menggunakan metode Tambang terbuka (*open pit*) yang dimana siklus penambangannya yaitu pemecahan batuan menggunakan sistem pengeboran dan peledakan, diikuti dengan operasi penggalian material, pemuatan dan pengangkutan batubara ke *stockpile*, yang dimana dalam kegiatan ini menimbulkan dampak negatif besar terhadap kondisi lingkungan. Salah satu dampak yang timbul dari aktifitas kegiatan penambangan adalah air asam tambang (AAT). Proses pengendalian air asam tambang di PT Bukit Asam Tbk mempunyai dua metode yaitu metode aktif dan metode pasif. Metode aktif yaitu menggunakan bahan kimia seperti kapur tohor (CaO), tawas dan pH adjuster (NaOH) sedangkan metode pasif pengendaliannya menggunakan tumbuhan-tumbuhan seperti eceng gondok (*Eichornia crassipers*), ekor kucing (*Typha latifolia*), kiambang (*Salvinia Natans*), akar wangi (*Vetveria zizanioides*), lonkida (*Nauciea orientalis*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*).

Pada penelitian ini berfokus pada analisis efektivitas penggunaan kapur tohor dan tawas pada KPL AL 03 Saluran ALP Tambang Air Laya PT Bukit Asam Tbk. Efektivitas dinilai berdasarkan hasil pengujian di lapangan dan laboratorium, dengan membandingkan kemampuan masing-masing bahan dalam menurunkan kadar keasaman air hingga memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan

efisiensi biaya dari penggunaan kapur tohor dan tawas, sehingga hasilnya dapat menjadi acuan dalam pengelolaan air asam tambang secara lebih optimal.

1.2 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah hal ini agar dapat dicapai. Adapun permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini yaitu analisis efektivitas penggunaan kapur tohor (CaO) dan tawas pada kolam pengendap lumpur AL 03 Saluan ALP Tambang Air Laya (TAL) PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim, Sumatra Selatan dengan memakai parameter pH dan Total Suspended Solids (TSS).

1.3 Tujuan Masalah

Maksud dan tujuan dari penelitian ini yang akan dilakukan di tambang Batubara PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatra Selatan, adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sistem pengendalian Air Asam Tambang pada KPL AL 03 Saluran ALP Tambang Air Laya
2. Mengetahui jumlah ideal penggunaan kapur tohor dan tawas pada KPL AL 03 Saluran ALP Tambang Air Laya
3. Menganalisis efektivitas penggunaan kapur tohor dan tawas secara aktual pada KPL AL 03 Saluran ALP
4. Mengetahui perbandingan biaya penggunaan kapur tohor dan tawas secara aktual dan skala laboratorium
5. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan kapur tohor dan tawas setiap perharinya

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi Perusahaan

Meningkatkan efisiensi kerja operasional pengelolaan lingkungan dan memperkuat sistem pemantauan kualitas air tambang secara berkelanjutan serta Membantu perusahaan dalam mengoptimalkan biaya operasional pengolahan air limbah tambang melalui pemilihan dosis bahan kimia yang tepat.
2. Bagi Peneliti

Sebagai peneliti, ilmu pertambangan secara teori jauh berbeda dalam bentuk nyata di lapangan. Dengan adanya penelitian di lapangan kita dapat menganalisa masalah serta ,menambah ilmu pertambangan terutama di air asam tambang.

1.5 Tahapan Penelitian

1.5.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimental, karena untuk mendapatkan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara percobaan di laboratorium untuk mengetahui pengaruh bahan yang di tambah bisa membantu penetralan terhadap perubahan air asam tambang jika dilihat dari beberapa parameter pengujian sesuai baku mutu yang ditetapkan. Penelitian ini bisa dibilang menggunakan metode kuantitatif, karena data yang dihasilkan berbentuk angka dan dilakukan perhitungan matematis untuk kemudian dijadikan sebagai bahan dalam penganalisa dan penarikan kesimpulan.

1.5.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatra Selatan. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan.

Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Jadwal Pelaksanaan (Bulan ke, Minggu ke)							
		1				2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Observasi								
2	Pengumpulan dan Referensi Data								
3	Pengolahan Data								
4	Analisis Data								
5	Konsultasi dan Bimbingan								
6	Presentasi / Hasil Akhir								

Sumber: Penulis, 2025

1.5.3 Analisis Data

Proses ini dilakukan saat data primer dan data sekunder sudah diperoleh dari hasil pengamatan. Adapun data-data yang diolah diantaranya yaitu:

1. Sampel air asam tambang yang diambil sebanyak 5 liter dalam 1 lokasi di KPL AL 03 dan Kapur Tohor dan Tawas, dimana untuk pengujian di laboratorium untuk mendapatkan pH dan TSS
2. Data Debit Kolam Pengendapan Lumpur (KPL) selama 1 bulan
3. Pengujian sampel yang dicampur dengan kapur tohor dimana dilakukan pengujian *jar tes*. Dalam 3 kali pengujian menggunakan sampel yang berbeda-beda yaitu 0,2 0,4 0,6 /500ml dengan waktu 5 menit dan kecepatan 60 *Revolution Per Minute* (RPM). Setelah dilakukan pengujian menggunakan *jar test*, kemudian sampel di diamkan selama ± 1 jam dan dilakukan pengecekan pH.
4. Pengujian sampel yang dicampur dengan tawas dimana dilakukan pengujian *jar tes*. Dalam 3 kali pengujian menggunakan sampel yang berbeda-beda yaitu 0,2 0,4 0,6 /500ml dengan waktu 5 menit dan kecepatan 60 *Revolution Per Minute* (RPM). Setelah dilakukan pengujian menggunakan *jar test*, kemudian sampel di diamkan selama ± 1 jam dan dilakukan pengecekan sampai baku mutu lingkungan.

1.5.4 Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dengan menggunakan *Jar test* adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mencampurkan bahan penetral ke dalam air agar bahan penetral dapat larut dengan cepat dan untuk menentukan dosis bahan penetral yang diperlukan yang dilakukan dalam skala laboratorium.

1.5.5 Alat dan Bahan

Bahan dan alat ini yang digunakan pada saat *jar test* dengan alat dan bahan ini dapat memperlancar pengujian laboratorium dan menstabilkan pengujian laboratorium dan mengetahui hasil akhir pH.

Alat:

1. Neraca digital
2. Alat *jar test*
3. Gelas ukur 500 ml

4. pH meter
5. pH meter laboratorium

Bahan:

1. Sampel air sebanyak 5 liter
2. Kapur tohor
3. Tawas



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.1 Neraca Digital



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.2 Alat *jar test*



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.3 Gelas ukur 500ml



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.4 pH Meter



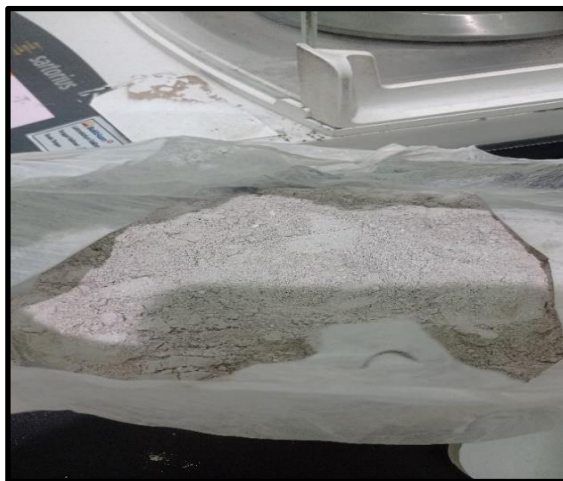
Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.5 pH Meter



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.6 Sampel Air



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.7 Kapur Tohor



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.7 Tawas

1.5.6 Prosedur Pengujian

Dengan mengetahui urutan prosedur pengujian jar test ini, salah satu hal yang penting yang harus diperhatikan. Dalam pengujian karena urutan-urutan nya untuk mendapatkan hasil akhir pH sempurna.

Untuk perlakuan dengan Kapur Tohor

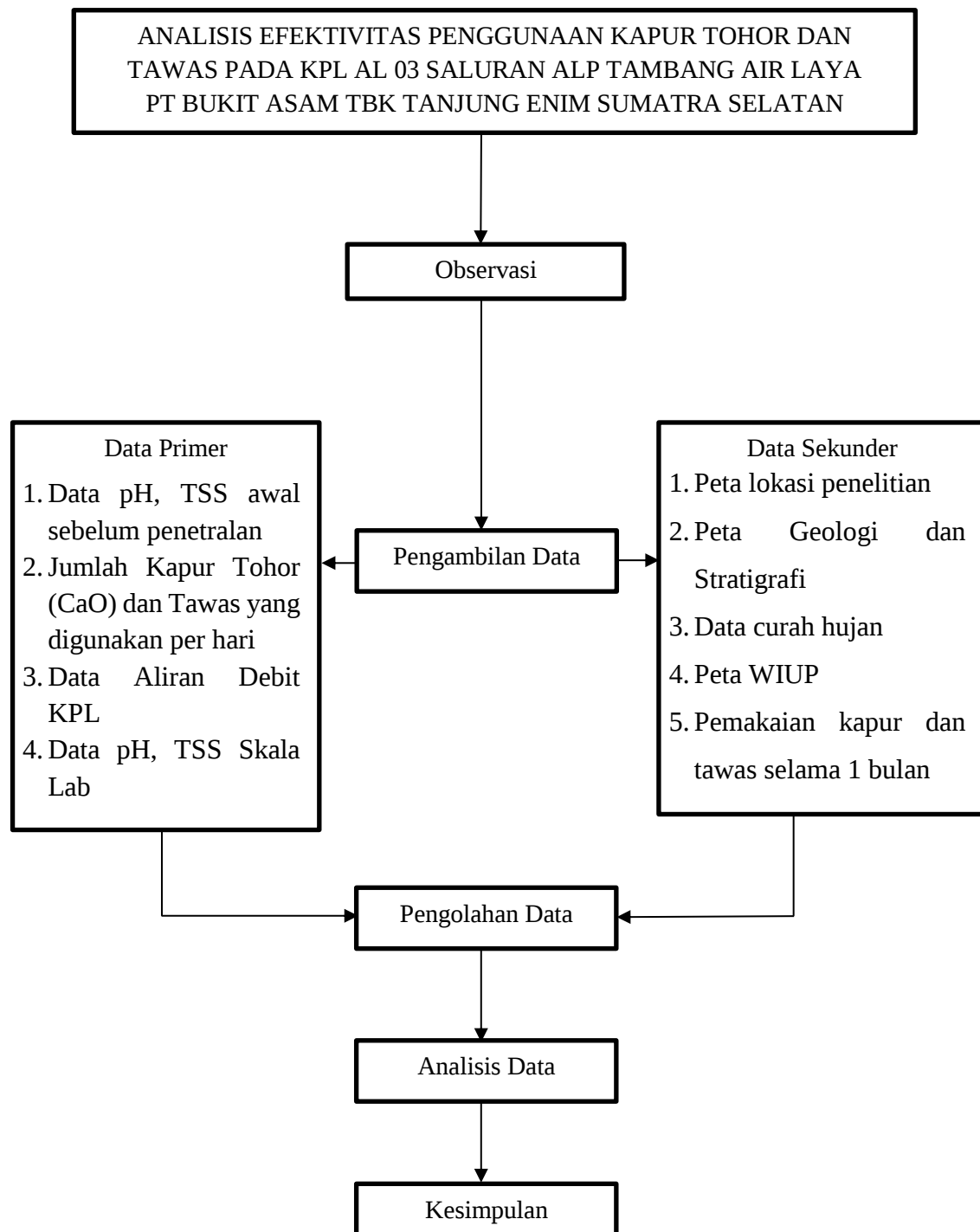
1. Sampel dimasukan ke dalam gelas ukur 500 ml.
2. Kapur ditimbang dengan dosis yang sudah ditentukan, kemudian campurkan kedalam sampel uji.
3. Aduk sampel uji menggunakan alat *jar test*.
4. Lalu ukur pH dengan menggunakan pH meter pada laboratorium.

Untuk perlakuan dengan Tawas

1. Sampel dimasukan ke dalam gelas ukur 500 ml.
2. Tawas ditimbang dengan dosis yang sudah ditentukan, kemudian campurkan kedalam sampel uji.
3. Aduk sampel uji menggunakan alat *jar test*.
4. Lalu ukur pH dengan menggunakan pH meter pada laboratorium.

1.6 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari kegiatan penelitian yang dilakukan diseusaikan dengan tahapan dari penelitian, bagan alir penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.6 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1.6 Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Sejarah Perusahaan

PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim mengawali kegiatan eksplorasi pada tahun 1915 sampai tahun 1918 dan mulai memproduksi pada tahun 1919 dengan menggunakan metode penambangan terbuka (open pit) di wilayah operasi pertama, yaitu di TAL (Tambang Air Laya). PT Bukit Asam Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang didirikan pada tanggal 2 Maret 1981 berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 42 Tahun 1980 dengan Kantor Pusat di Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

Pengelolaan tambang batubara di Tanjung Enim telah mengalami beberapa kali perubahan pengurus, lembaga-lembaga yang mengurus adalah:

1. Tahun 1919-1942 oleh Pemerintah Hindia Belanda.
2. Tahun 1942-1945 oleh Pemerintah Militer Jepang.
3. Tahun 1945-1947 oleh Pemerintah Republik Indonesia.
4. Tahun 1947-1949 oleh Pemerintah Belanda (Agresi II).
5. Tahun 1949-sekarang oleh Pemerintah Republik Indonesia.
6. Tahun 1959-1960 oleh Biro Urusan Perusahaan Tambang Negara (BUPTAN).
7. Tahun 1961-1967 oleh Badan Pimpinan Umum (BPU) Perusahaan Tambang Batubara.
8. Tahun 1968-1980 oleh PN. Tambang Batubara.
9. Tahun 1981-oleh PT.Bukit Asam (persero).
10. Tahun 2016-sampai sekarang PT Bukit Asam Tbk

Tahun 1981-sekarang oleh PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim dalam Repelita III Pemerintah Indonesia membuat Proyek Pengembangan Pertambangan dan Pengangkutan Batubara, yang meliputi kegiatan:

1. Pengembangan Tambang Batubara Bukit Asam (PTBA).
2. Pengembangan Pelabuhan Batubara (PTBA).
3. Pengembangan Angkutan Darat (perumka).
4. Pengembangan Angkutan Laut (PT. PANN / PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna).

Maka sesuai dengan program pengembangan ketahanan energi nasional, pada 1993 Pemerintah menugaskan Perseroan untuk mengembangkan usaha briket batubara, dan pada desember 2002, Perseroan mencatatkan diri sebagai perusahaan public di Bursa Efek Indonesia dengan kode "PTBA" Tujuan proyek ini terutama untuk memasuk kebutuhan batubara bagi PLTU Suralaya Jawa Barat. Selain itu juga untuk memenuhi industri lainnya baik di dalam negeri maupun luar negeri. Dalam rangka memenuhi kebutuhan di atas dikembangkan beberapa site di wilayah izin usaha pertambangan PTBA:

1. Tambang Air Laya (TAL) merupakan site terbesar pada UPTE PT. BA, dengan luas WIUP 7700 Ha. Pada lokasi tambang air laya (TAL), PT Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim terdapat dua metode penambangan utama yaitu continous mining menggunakan BWE System (Bucket wheel excavator) dan metode shovel and truck (menggunakan excavator dan dump truck) Pada metode BWE system ini sepenuhnya dilaksanakan oleh pihak PT.BA sedangkan pada metode shovel and truck dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor) dan sebagian dilakukan sendiri (Swakelola). Metode continous mining menggunakan BWE system ini merupakan metode andalan PT.BA karena yang memiliki alat ini di Indonesia hanyalah PT.BA yang di beli dari Jerman. Semua hasil penggalian batubara dari TAL dan MTB akan di tampung di *stockpile* dan kemudian dikirim ke TLS (Train Loading Station) 1 dan 2. Melalui TLS ini kemudian batubara di muat kegerbong untuk kemudian di pasarkan melalui pelabuhan Tarahan (Lampung) dan Kertapati (Palembang) menggunakan kereta api yang memiliki 50 gerbong ke Tarahan dan 35 gerbong ke Kertapati.

2. Banko Barat Tambang

Banko Barat memiliki Luas WIUP 4500 Ha. Tambang Banko Barat yang terdiri dari Pit 1 dan Pit III, dimana pada masing-masing Pit telah dibagi lagi Pit I menjadi Pit 1 Barat dan Pit 1 Timur, sedangkan pada Pit III dibagi menjadi Pit III Timur dan Pit III Barat. Pada Pit III Barat dipegang oleh kontraktor yaitu PT. SMJ dan Pit III Timur masih dalam proses perencanaan. Pada Pit 1, pengelolaan dipegang oleh PT. SMJ dan pada Pit 1 Barat oleh Swakelola PT.BA. Pada tambang Banko Barat memiliki peralatan untuk penanganan batubara tersendiri

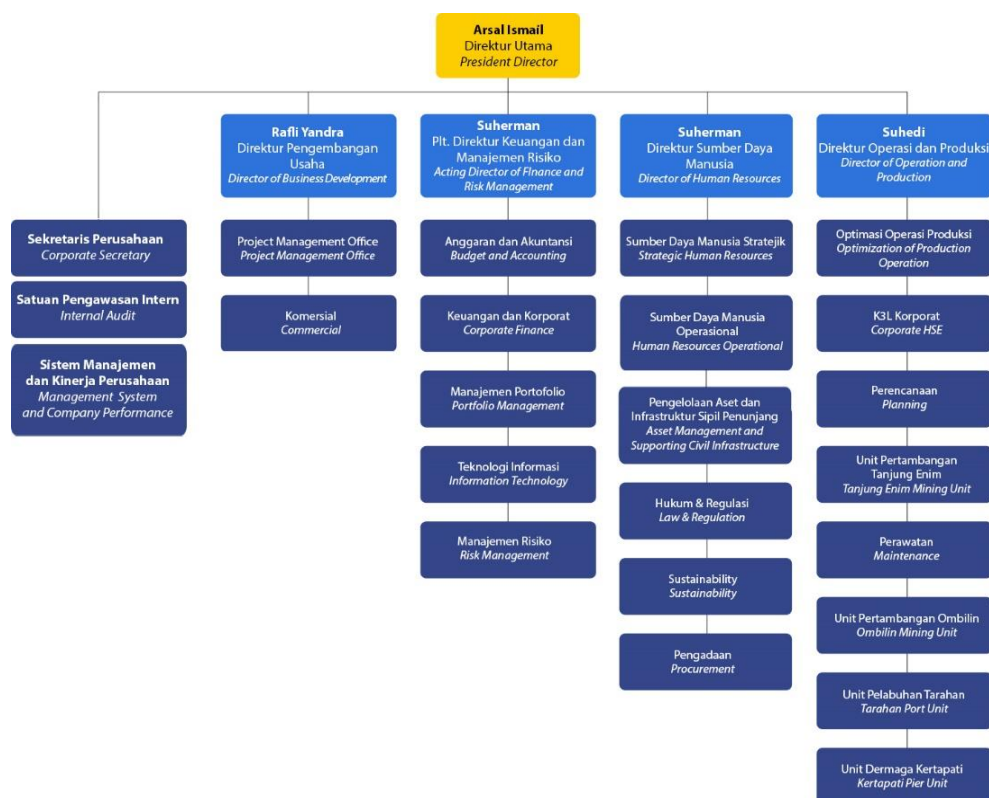
seperti pada tambang MTB, fasilitas tersebut digunakan untuk mengangkut batubara dari lokasi penambangan hingga stasiun pemuatan batubara (TLS).

3. Muara Tiga Besar (MTB)

MTB memiliki luas area 3300 Ha. Pada tambang ini, dioperasikan dengan menggunakan shovel-truck. Pada Muara Tiga Besar dibagi menjadi dua yaitu Muara Tiga Besar Utara dan Muara Tiga Besar Selatan, dimana pada Muara Tiga Besar penambangan sepenuhnya dikelola oleh PT.Pama Persada Nusantara.

2.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan dibuat untuk meningkatkan performa pekerjaan perusahaan, sehingga kegiatan perusahaan dapat terstruktur dengan baik. Penyusunan struktur organisasi dibuat berdasarkan spesifikasi dan fungsi kinerja yang ada sehingga dapat dipertanggung jawabkan. Berikut struktur organisasi PT Bukit Asam Tbk. Struktur Organisasi PT Bukit Asam Tbk dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:

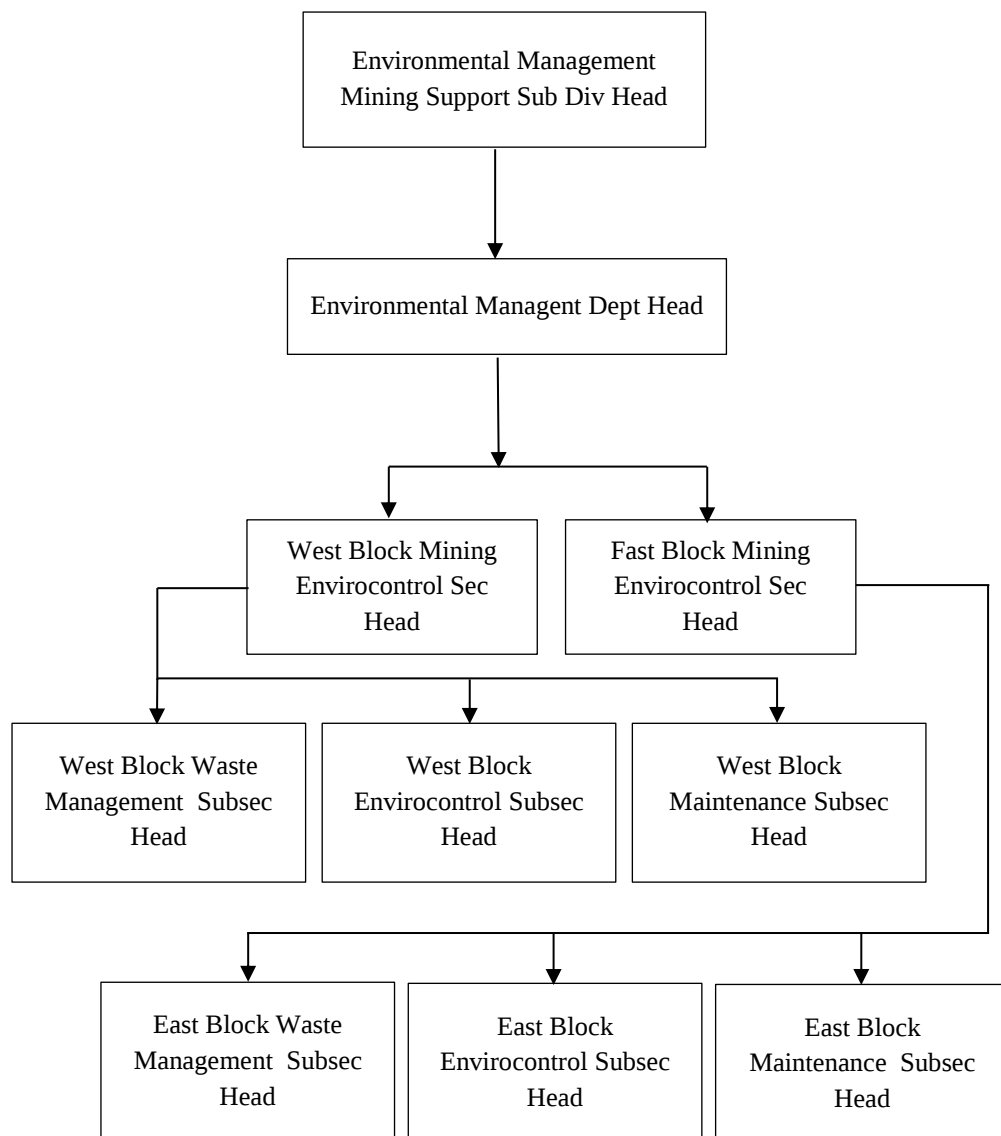


Sumber: [www.PT Bukit Asam Tbk.co.id](http://www.PT.Bukit.Asam.Tbk.co.id), 2025

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT Bukit Asam Tbk.

2.3 Struktur Organisasi Pengelolaan Lingkungan dan Penunjang Tambang

Satuan kerja pengelolaan lingkungan dan penunjang tambang merupakan satuan kerja yang bertugas dalam mengawasi dan menangani permasalahan lingkungan yang terjadi akibat dari proses penambangan sampai pada pasca penambangan. Satuan kerja pengelolaan lingkungan memiliki fokus penanganan lingkungan pada bidang manajemen air asam tambang (AAT) dan limbah B3 yang berkelanjutan. Struktur Organisasi PLPT dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



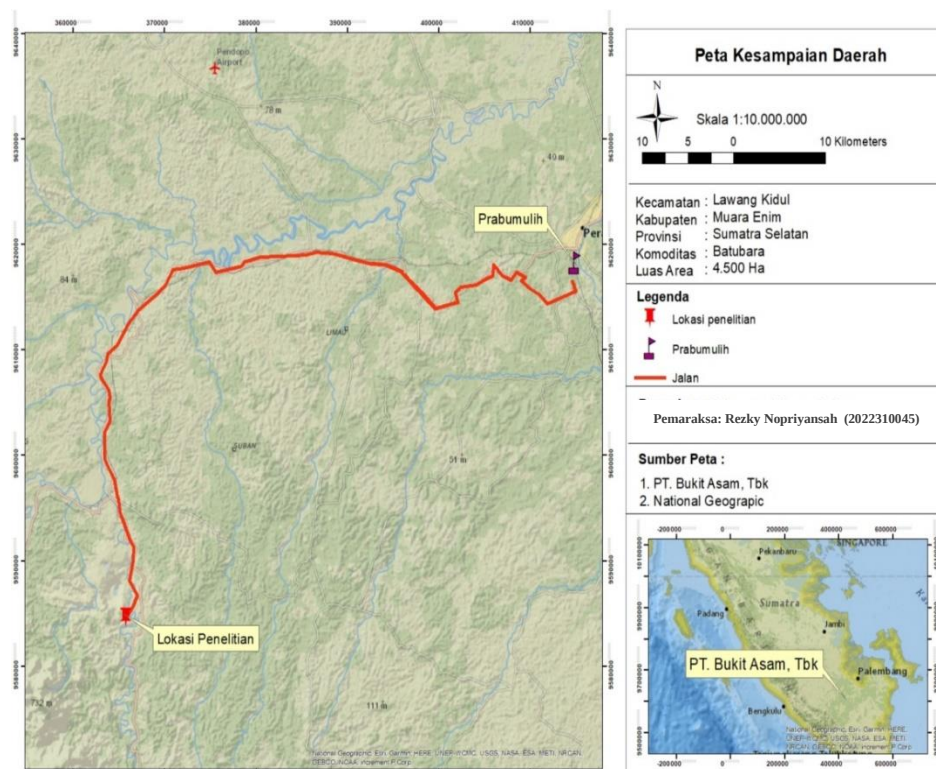
Sumber: PT Bukit Asam Tbk, 2025

Gambar 2.2 Struktur Organisasi PLPT

2.4 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Wilayah PT Bukit Asam Tbk. terletak pada posisi $103^{\circ}50'54.978''$ BT dan $3^{\circ}45'1.510''$ LS Universal Transverse Mecator (UTM). Secara administrasi lokasi PT Bukit Asam Tbk. di Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 97 kilometer dari kota Prabumulih. Untuk bisa sampai ke lokasi penelitian jika dimulai dari kota Prabumulih ditempuh dengan transportasi darat menuju ke kota Muara Enim membutuhkan waktu tempuh selama ± 2 jam. Selanjutnya dari Muara Enim untuk sampai ke Tanjung Enim dibutuhkan waktu tempuh ± 25 menit

Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT Bukit Asam Tbk. terletak di Universitas Prabumulih 15 daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada posisi $3^{\circ}42'30''$ LS - $4^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}45'00''$ BT - $103^{\circ}50'00''$ BT atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.2.00 dan lintang 360.600 – 367.000 dalam sistem koordinat Internasional. Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT Bukit Asam Tbk dilihat pada Gambar 2.3 berikut:



Sumber: Dokumentasi Perusahaan, 2025

Gambar 2.3 Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT Bukit Asam Tbk.

2.5 Keadaan Stratigrafi dan Litologi

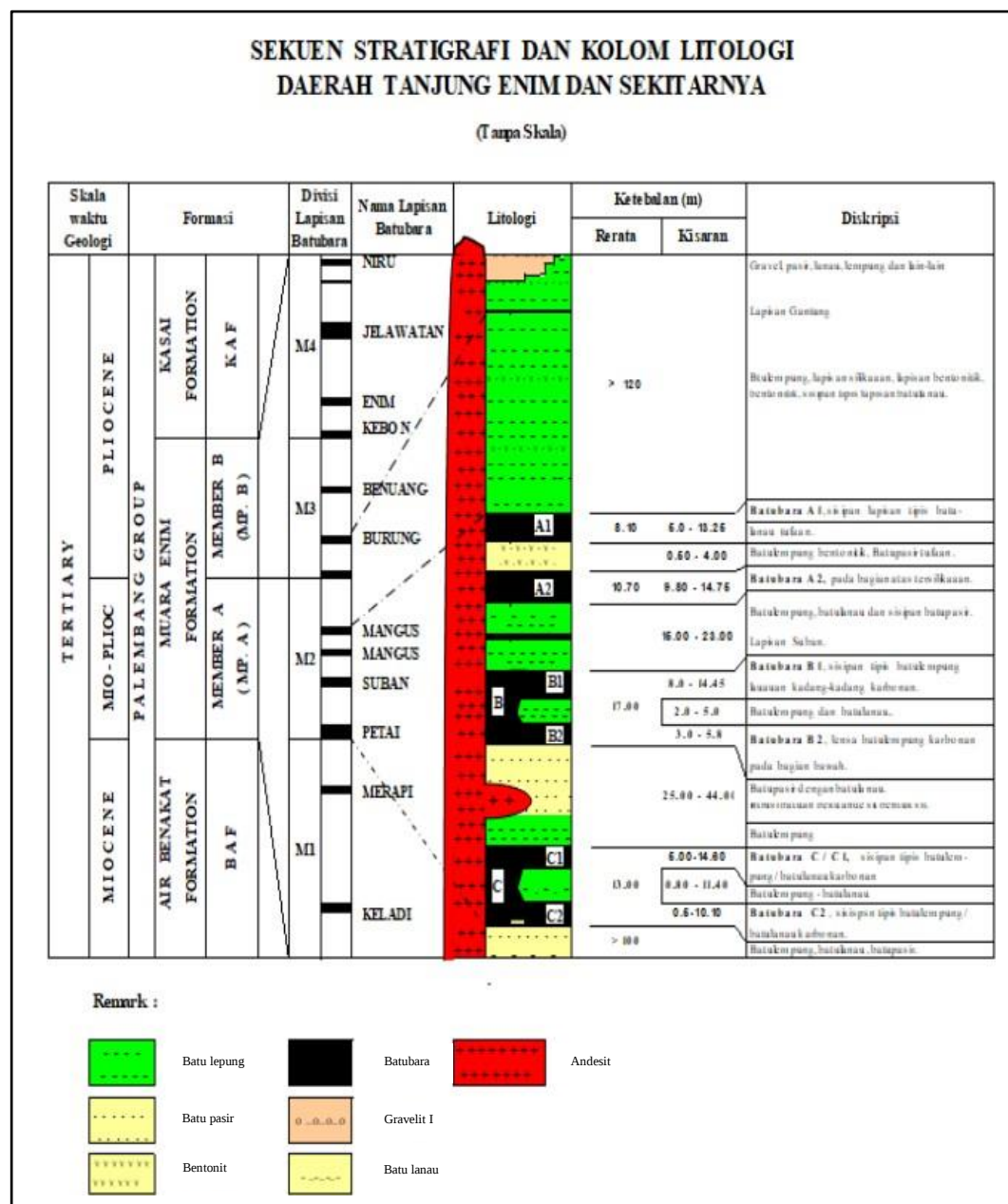
Formasi pembawa batubara (coal bearing formation) di daerah penambangan PT Bukit Asam Tbk. adalah formasi Muara Enim. Lapisan batubara pada formasi Muara Enim dibagi menjadi empat bagian, yaitu M1, M2, M3, dan M4. Unit M1 adalah lapisan paling bawah dari Formasi Muara Enim yang mengandung dua lapisan, yaitu lapisan Keladi dan Merapi. Unit ini terdiri dari batu pasir dan batu lanau dengan ketebalan mencapai 150 - 250m. Unit M2 mengandung mayoritas dari sumberdaya batubara di Tanjung Enim. Unit M3 pada dasarnya terdiri dari sand dan silt (40-120m). Lebih banyak fluvial dari pada limnic. Unit M4 dari bawah ke atas terdiri dari lapisan Benuang, Kebon, Enim, Lematang, Jelawatan, Niru dan lapisan Lempung tufaan, Lanau dan endapan pasir fluvial. Dari empat sub-bagian tersebut, lapisan M2 dan M4 mengandung lapisan batubara yang paling ekonomis.

Lapisan-lapisan ini diberi nama berdasarkan urutan dari bawah yang potensial untuk ditambang. Stratigrafi unit M2 (dari tua sampai muda).

1. Lapisan Batubara C disebut juga Lapisan Petai. Dengan ketebalan 13 m, berwarna hitam mengkilat dan mengandung lapisan pengotor batu lempung dan batu lanau dengan ketebalan 0,8 – 11 meter.
2. Lapisan Batubara B2 dan C, dicirikan oleh batu pasir dengan sisipan batu lanau memiliki ketebalan 25 – 44 meter.
3. Lapisan Batubara B2 atau disebut Suban Bawah. Lapisan ini memiliki ketebalan 3 – 5,58 meter dan terdapat sisipan mineral *pyrit*.
4. Lapisan Interburden B1-B2, merupakan batu lempung sisipan tipis batu lanau dengan ketebalan 2-5 meter.
5. Lapisan Batubara B1 atau disebut Suban Atas dengan ketebalan 8-14,45 meter. Berwarna hitam mengkilat disekitar intrusi dan berubah warna menjadi hitam kusam pada daerah yang jauh dari intrusi.
6. Lapisan Interburden batubara A2 dan B1, berupa batu lempung dan batu lanau dengan sisipan tipis batu pasir. Ketebalan 15-23 meter. Disebut lapisan Suban Marker.
7. Lapisan Batubara A2 atau disebut Mangus Bawah dengan ketebalan 9,8-14,75 meter. Lapisan silikan terdapat dibagian atas dari lapisan batubara A2

8. Lapisan Interburden batubara A1 dan A2, berupa batu pasir tufaan, batu lempung tufaan dan batu lempung karbonan yang memiliki ketebalan 0,5 – 4,0 meter.
9. Lapisan Batubara A1 atau Mangu Atas. Berupa lapisan batubara dengan sisipan batubara silikan dan lapisan pengotor. Memiliki ketebalan 5 – 13.
10. *Overburden*, berupa batu lanau, batu lempung dan batu pasir, terdapat pula batu gantung (*hanging seam*) yang disebut lapisan burung.

Stratigrafi dan Kolom Litologi Tanjung Enim bisa dilihat pada Gambar 2.4 berikut:



Sumber : Satuan Kerja Geologi PT. Bukit Asam Tbk, 2025

Gambar 2.4 Sekuen Stratigrafi dan Kolom Litologi Tanjung Enim

2.6 Pembagian Wilayah Unit Pertambangan PT Bukit Asam Tbk

Pada pembagian wilayah unit pertambangan pada PT Bukit Asam terdapat tiga Lokasi yang dimana sampai sekarang masih berjalan yaitu Tambang Air Laya (TAL), Muara Tiga Besar (MTB), dan Tambang Bangko Barat

1. Tambang Air Laya (TAL)

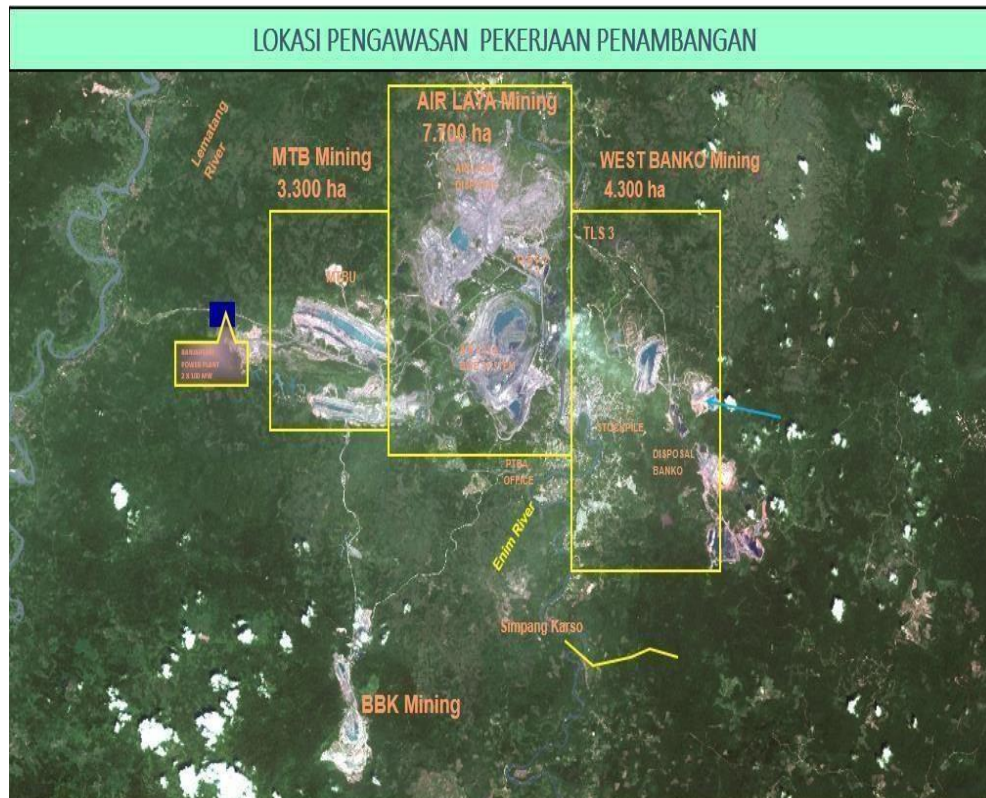
Pada lokasi Tambang Air Laya (TAL), kegiatan penambangan dilakukan dengan dua metode yaitu, metode konvensional mining kombinasi antara *excavator dump truck* dan metode continuous mining yang merupakan suatu sistem penambangan yang berkesinambungan dengan menggunakan *Bucket Wheel Excavator* (BWE) sebagai alat utama atau dikenal juga dengan istilah BWE sistem. Pada metode BWE sistem ini sepenuhnya dilaksanakan oleh pihak PTBA sedangkan untuk penambangan dengan metode kombinasi *excavator dump truck* dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Nilai kalori batubara yang terdapat di Tambang Air Laya (TAL) berkisar antara 6.300-7.300 kkal/kg.

2. Tambang Muara Tiga Besar (MTB)

Tambang Muara Tiga Besar (MTB) terdiri dari atas dua lokasi, yaitu Muara Tiga Besar Utara (MTBU) dan Muara Tiga Besar Selatan (MTBS). Operasi penambangan di Muara Tiga Besar ini menggunakan metode kombinasi antara *excavator dump truck* yang semuanya dikerjakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Nilai kalori batubara yang terdapat di Muara Tiga Besar berkisar antara 5.300-6.300 kkal/kg. Spesifikasi ini sesuai dengan ketentuan PLTU Suralaya dan PLTU Bukit Asam.

3. Tambang Banko Barat

Tambang Banko Barat saat ini terdiri atas Pit 1, Pit 2, Pit 3, Pit E. Pekerjaan penambangan batubara dilakukan oleh Swakelola dengan kontraktor PT Perusahaan Pengelola Aset (PPA) dan kontraktor PT Satria Bahana Sarana (SBS), Pama Persada Nusantara (PAMA) dengan menggunakan metode kombinasi antara *excavator dump truck*. Nilai kalori Batubara yang terdapat di Banko Barat berkisar antara 5.900-6.300 kkal/kg. Pembagian Peta WIUP di PT Bukit Asam Tbk bisa dilihat pada Gambar 2.5 berikut:



Sumber: [www.PT Bukit Asam Tbk.co.id](http://www.PT.BukitAsamTbk.co.id), 2025

Gambar 2.5 Peta WIUP di PT Bukit Asam Tbk.

2.7 Keadaan Topografi

Secara umum daerah penambangan PT Bukit Asam Tbk, mempunyai topografi yang bervariasi mulai dari daerah yang rendah, hingga perbukitan. Dataran rendah menempati sisa bagian Selatan, yaitu daerah yang terdapat aliran sungai-sungai kecil yang bermuara di Sungai Lawai dan Sungai Lematang dengan ketinggian ± 50 meter di atas permukaan laut. Daerah perbukitan terdapat bagian Barat dengan elevasi tertinggi ± 282 meter diatas permukaan laut.

2.8 Keadaan Geologi

Struktur geologi yang berkembang adalah antiklin yang membentuk kubah, secara normal, sesar-sesar *minor* dengan *radial*, dan sesar yang tidak menerus sampai dengan bagian bawah dari lapisan batuan yang ada. Hal ini terjadi sebagai akibat dari intrusi andasit di daerah cadangan dan adanya gaya tektonik pada zaman pliosen dengan arah utama utara – selatan. Secara regional wilayah penambangan PT Bukit Asam Tbk, termasuk dalam sub-cekungan Palembang yang merupakan

yang bekerja pada lokasi penambangan. Kegiatan *land clearing* dilakukan dengan menggunakan *bulldozer* komatsu D155.

2. Perintisan (*Pionering*)

Setelah dilakukan *land Clearing*, maka tahapan selanjutnya adalah perintisan (*pionering*). Kegiatan perintisan merupakan kegiatan pembuatan jalan angkut dan meratakan *front* kerja agar alat-alat mekanis dapat beroperasi dengan baik. Alat mekanis yang biasanya digunakan pada kegiatan ini adalah *bulldozer* komatsu D155.

3. Pengupasan Lapisan Tanah Penutup

Setelah kegiatan pembersihan lahan dan perintisan selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengupasan lapisan tanah penutup batubara. Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup baik *overburden* ataupun *interburden* yang dilakukan di PT Bukit Asam Tbk. secara umum adalah sebagai berikut:

a. *Ripping-Dozing*

Proses pengupasan tanah yang relatif lunak dilakukan dengan menggunakan *Bulldozer* Komatsu D375A atau Komatsu D155 yang dilengkapi dengan *ripper*, *Hydraulic Excavator* Komatsu PC 3000 / PC 2000, dan HD Belaz atau *Dump Truck*. Lapisan tanah digaruh dengan *ripper* terlebih dahulu kemudian lapisan yang sudah *Loose* dikumpulkan dengan *Blade Bulldozer*. Proses selanjutnya yaitu penggalian dan pemuatan material tersebut oleh *Hydraulic Excavator* kedalam *Dump Truck*. Pembuangan lapisan *top soil* atau tanah penutup harus dipisahkan dari *Common Soil* agar nantinya dapat digunakan kembali untuk kegiatan reklamasi pascatambang.

b. *Drilling-Blasting*

Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup dengan metode ini dilakukan ketika *ripper* tidak efisien dan ekonomis lagi untuk digunakan. Pada lokasi Pit 3 Timur Banko Tengah, kegiatan ini digunakan untuk memberai lapisan *Interburden*. Lapisan *interburden* ini terdiri dari lapisan batu lempung dan lapisan batu pasir yang mengandung lensa-lensa tipis batu lanau dengan ketebalan berkisar antara 38 – 44 meter. Tahap pertama dari proses ini adalah

pembuatan lubang ledak dengan menggunakan alat bor merk *RTD rill* tipe RTD55. Setelah kegiatan pemboran selesai, lubang bor yang ada diisi dengan bahan peledak berupa ANFO dan peledakan dilakukan. Setelah selesai peledakan material yang sudah *loose* akan digali dan dimuat dengan menggunakan *Hydraulic Excavator* ke dalam *Dump Truck* ataupun *HD Belaz*.

4. Penggalian dan pemuatan lapisan batubara

Setelah lapisan tanah penutup dipisahkan kemudian lapisan batubara yang akan dibongkar menggunakan *ripper* dan dikumpulkan dengan *blade bulldozer*. Alat yang dipakai di Pit 3 yaitu *Bulldozer* komatsu D375A yang dilengkapi dengan *ripper*. Setelah batubara terbongkar maka kegiatan selanjutnya adalah kegiatan penggalian dan pemuatan lapisan batubara. Kegiatan penggalian merupakan kegiatan pemecahan atau pemberaian material (yang telah dibongkar dengan *Ripping* ataupun yang belum) baik lapisan tanah penutup (*overburden*) maupun lapisan batubara agar mempermudah alat mekanis untuk memuat batubara dengan menggunakan *dump truck*. Sedangkan kegiatan pemuatan adalah suatu proses pengisian batubara maupun tanah yang sudah terberai dan terpisah dari batuan induknya kedalam alat angkut. Adapun alat gali yang dipakai yaitu *power shovel* PC 3000.

5. Penggalian dan pemuatan batubara

Setelah lapisan tanah penutup dipisahkan kemudian lapisan batubara yang akan dibongkar menggunakan *ripper* dan dikumpulkan dengan *blade bulldozer*. Alat yang dipakai di Pit 3 yaitu *Bulldozer* komatsu D375A yang dilengkapi dengan *ripper*. Setelah batubara terbongkar maka kegiatan selanjutnya adalah kegiatan penggalian dan pemuatan lapisan batubara. Kegiatan penggalian merupakan kegiatan pemecahan atau pemberaian material (yang telah dibongkar dengan *ripping* ataupun yang belum) baik lapisan tanah penutup (*overburden*) maupun lapisan batubara agar mempermudah alat mekanis untuk memuat batubara dengan menggunakan *dump truck*. Sedangkan kegiatan pemuatan adalah suatu proses pengisian batubara maupun tanah yang sudah terberai dan terpisah dari batuan induknya kedalam alat angkut. Adapun alat gali yang dipakai yaitu *power shovel* PC 3000.

6. Pengangkutan (*Hauling*)

Pengangkutan sendiri bertujuan untuk memindahkan material tanah penutup lapisan batubara ke lokasi penimbuan (*disposal*) dan memindahkan batubara yang sudah digali menuju *Stockpile*.

7. Reklamasi Bekas Tambang

Adalah kegiatan yang dilakukan bukan hanya pada saat tambang sudah tutup, tapi juga dilakukan saat tambang masih beroperasi yang dilakukan di lokasi yang sudah di anggap tidak ada lagi batubara yang akan di ambil. Tujuan dari kegiatan ini adalah memperbaiki lahan yang telah rusak dan mengembalikan vegetasi yang telah di hilangkan akibat dari kegiatan penambangan. Sehingga penerapan *good mining practice* yaitu kinerja perusahaan yang di capai berjalan dengan ramah lingkungan baik dari operasional hingga hasil produknya.

2.10 Sumber Daya dan Cadangan Batubara

PT Bukit Asam Tbk. adalah perusahaan bagian dari MIND ID yang bergerak pada bidang industri pertambangan batubara. Hingga akhir tahun 2021, PT Bukit Asam memegang 5 Izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan total luas lahan sebesar 68.777 hektar. Pendapatan perusahaan ini yang tercatat pada tahun 2021 adalah sebesar Rp 29,261 triliun, dengan laba bersih sebesar Rp 7,576 triliun, dan total aset dari perusahaan ini adalah Rp 36,124 triliun. Pengoperasian tambang batubara milik PT Bukit Asam saat ini beroperasi di Tanjung Enim (Sumatera Selatan), Ombilin (Sumatera Barat), Peranap (Riau), dan Kalimantan Timur. PT Bukit Asam Tbk., memiliki cadangan batubara yang tertambang sebanyak 3,33 miliar ton dan sumber daya sebesar 8,17 miliar ton.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Air Asam Tambang

Air Asam Tambang merupakan limbah pencemar lingkungan yang terjadi akibat aktifitas pertambangan. Limbah ini terjadi karena adanya proses oksidasi bahan mineral pirit (FeS_2) dan bahan mineral sulfida lainnya yang tersingkap ke permukaan tanah dalam proses pengambilan bahan mineral tambang. Proses kimia dan biologi dari bahan-bahan mineral tersebut menghasilkan sulfat dengan tingkat keasaman yang tinggi. Secara langsung maupun tidak langsung tingkat keasaman yang tinggi mempengaruhi kualitas lingkungan dan kehidupan organisme. Air Asam Tambang atau disebut juga dengan *Acid Mine Drainage* (AMD) adalah air yang bersifat asam (tingkat keasaman yang tinggi) dan sering ditandai dengan nilai pH yang rendah yaitu dibawah 6, karena sesuai dengan baku mutu air pH normal adalah 6-9 sebagai hasil dari oksidasi mineral sulfida yang tersingkap oleh proses penambangan dan terkena air. Air Asam Tambang adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada Air Asam Tambang yang timbul akibat kegiatan penambangan serta sering juga disebut air rembesan (seepage), atau aliran (drainage). Air ini terjadi akibat pengaruh oksidasi alamiah mineral sulfida (mineral belerang) yang terkandung dalam batuan yang terpapar selama penambangan (Wahyudin, dkk. 2018).

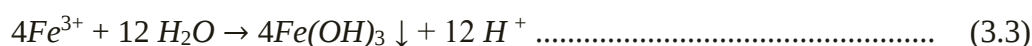
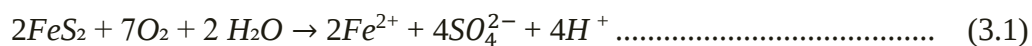
Perlu diketahui Air Asam Tambang sebenarnya tidak terbentuk akibat kegiatan penambangan saja tetapi setiap kegiatan yang berpotensi menyebabkan terbuka dan teroksidasinya mineral sulfida akan menyebabkan terbentuknya Air Asam Tambang. Beberapa kegiatan seperti pertanian, pembuatan jalan, drainase dan pengolahan tanah lainnya pada area yang mengandung mineral belerang akan menghasilkan air asam, karakteristiknya pun sama dengan air asam tambang (Saptawartono, dkk. 2024).

3.2 Pembentukan Air Asam Tambang

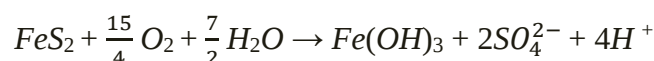
Dalam penambangan batubara, potensi terjadinya asam seringkali disebabkan oleh mineral sulfida seperti *pyrite* dan *marcasite*. Kedua mineral ini memiliki

komposisi kimia yang identik, yakni FeS_2 , dengan kandungan sulfur mencapai 53,4%. Perbedaan utama antara *pyrite* dan *marcasite* terletak pada bentuk kristalnya. 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).

Berikut adalah reaksi kimia yang terjadi pada proses pembentukan Air Asam Tambang (AAT):



Reaksi umum, gabungan dari raki (3.1) hingga (3.4):



3.3 Kapur Tohor

Kapur tohor merupakan material berwarna putih berbentuk amorfos dengan rumus kimia CaO . Kapur tohor, atau dikenal pula dengan nama kimia kalsium oksida, adalah hasil pembakaran kapur mentah pada suhu kurang lebih 90 derajat Celcius. Jika disiram dengan air, maka kapur tohor akan menghasilkan panas dan berubah menjadi kapur padam saat kapur tohor disiram dengan air. Secara umum dikenal sebagai kapur mentah atau kapur bakar, adalah senyawa kimia yang digunakan secara luas. Kalsium oksida merupakan kristal basa, kaustik, zat padat putih pada suhu kamar. Istilah yang luas digunakan kapur berkonotasi bahan anorganik yang mengandung kalsium, yang meliputi karbonat, oksida dan

hidroksida kalsium, silikon, magnesium, aluminium, dan besi mendominasi, seperti batu gamping. Sebaliknya, kapur mentah khusus berlaku untuk senyawa kimia tunggal. Kapur mentah harganya relatif murah. Keduanya dan turunan kimia (kalsium hidroksida, yang mana kapur mentah anhidrid basa) adalah zat kimia komoditas penting (Ariska, Dkk). Adapun sifat-sifatnya adalah sebagai berikut:

1. Rumus molekul : CaO .
2. Berat molekul : 56,0774 gr/mol.
3. Penampilan : Serbuk putih sampai kuning pucat/cokat
4. Bau : Tidak bau
5. Densitas : 3,34 gr/cm³
6. Titik lebur : 2613°C, 2886 K, 4735°F.
7. Titik didih : 2850°C, 3123 K (100 hPa).
8. Kelarutan dalam air : 1,19 g/L (25°C); 0,57 g/L (100°C); reaksi eksoterm.
9. Kelarutan dalam asam : Larut (juga dalam gliserol, larutan gula)

Kapur tohor bisa dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



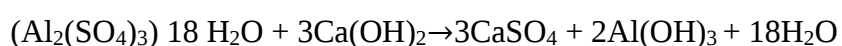
Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.1 Kapur Tohor (CaO)

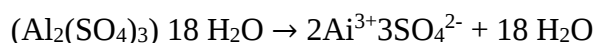
3.4 Tawas

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

Jika aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ditambahkan kedalam 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 alkanitas yang diberikan oleh kapur. Larutan aluminium sulfat dalam air menghasilkan:



- | | |
|-------------------------|---|
| 1. Rumus molekul | : ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) |
| 2. Berat molekul | : 342,15 gr/mol |
| 3. Penampilan | : Kristal putih |
| 4. Bau | : Tidak berbau |
| 5. Densitas | : 2,67 gr/cm ³ |
| 6. Titik lebur | : 770 °C |
| 7. Titik didih | : Dekomposisi pada 200°C (Tidak ada titik didih yang jelas) |
| 8. Kelarutan dalam air | : Larut dalam air |
| 9. Kelarutan dalam asam | : Larut dalam asam |

Tawas biasa dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 3.2 Tawas

3.5 Tanda-Tanda Terbentuknya Air Asam Tambang

Menurut Sari indah, dkk (2017). Air Asam Tambang atau disebut juga dengan Acid Mine Drainage (AMD) adalah air yang bersifat asam (tingkat keasaman yang tinggi) dan ditandai dengan pH rendah yaitu dibawah 6, karena sesuai dengan baku mutu air pH normal adalah 6-9. Terbentuknya air asam tambang ditandai oleh satu atau lebih karakteristik kualitas air sebagai berikut.

1. Nilai pH yang rendah (1,5–4)
2. Nila acidity yang tinggi (50-1500 mg/l)
3. Nilai sulfat yang tinggi (500–10.000 mg/l)
4. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah
5. Konsentrasi logam terlarut yang tinggi, seperti logam besi, *aluminium*, mangan, *cadmium*, tembaga, timbal, seng, *arsenik* dan *mercu*

3.6. Sumber-Sumber Air Asam Tambang

Air asam tambang pada batu bara terjadi karena kegiatan penambangan baik itu tambang terbuka maupun tambang dalam, umumnya keadaan ini terjadi karena unsur sulfur yang terdapat di dalam batuan teroksidasi secara alamiah didukung

juga dengan curah hujan yang tinggi semakin mempercepat perubahan oksida sulfur menjadi asam (Kiswanto, dkk 2020).

Sumber-sumber air asam tambang batubara berasal dari aktivitas sebagai berikut:

1. Air dari tambang terbuka
2. Air dari unit pengolahan limbah tailing
3. Air dari pengolahan batuan buangan
4. Air dari lokasi penimbunan batuan

3.7 Kriteria Baku Mutu Air

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Untuk itu kualitas air tetap terjaga maka setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair yang akan dibuang ke perairan umum atau sungai harus memenuhi standar baku mutu atau kriteria mutu air sungai yang dan menjadi tempat pembuangan limbah cair tersebut, sehingga kerusakan air atau pencemaran air sungai dapat dihindari atau dikendalikan.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Nomor 5 Tahun 2022 tentang Pengolahan Air Limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan dengan menggunakan metode lahan basah. Kegiatan pengolahan/pencucian batubara adalah proses peremukan, pencucian, pemekatan dari/atau penghilangan batuan /mineral pengotor dan atau senyawa belerang dari batubara tanpa mengubah sifat kimianya. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:.

Tabel 3.1 Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batu Bara

No	Parameter	Satuan	Maksimum
1.	pH	-	6-9
2.	Residu Tersuspensi (TSS)	mg / l	200
3.	Besi (Fe) total	mg / l	7
4.	Mangan (Mn) total	mg / l	4

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Nomor 5 Tahun 2022

3.8 Kolam Pengendapan Lumpur *Settling Pond*

Menurut Setianingrum (2020), *Settling pond* atau Kolam Pengendapan Lumpur merupakan suatu tempat yang berfungsi untuk menampung air yang berasal dari tambang serta dapat mengendapkan partikel-partikel padatan yang ikut bersama air dilokasi penambangan. Air yang masuk ke dalam settling pond selanjutnya dilakukan treatment secara khusus agar dapat dialirkan ke sungai atau saluran pembuangan. Dengan adanya kolam pengendap lumpur diharapkan semua air yang ada keluar dari daerah penambangan benar-benar air yang sudah memenuhi ambang batas yang diizinkan sesuai dengan baku mutu lingkungan.

Pemerintah telah menetapkan baku mutu air dan baku mutu limbah cair sebagai rambu- rambu dalam pengendalian kualitas air. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. Nomor 5 Tahun 2022 tentang Pengolahan Air Limbah Baku Mutu Air Sungai menyatakan bahwa Air merupakan sumber daya alam untuk memenuhi hajat hidup orang banyak, sehingga perlu dipelihara kualitasnya agar tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Setiap kolam pengendapan lumpur ada selalu ada 4 zona penting yang terbentuk karena proses pengendapan material padatan. Keempat zona itu adalah sebagai berikut:

1. Zona Masukan *Inlet* Adalah tempat masuknya aliran air berlumpur kedalam kolam pengendapan dengan anggapan campuran antara padatan dan cairan terdistribusi secara merata.
2. Zona Pengendapan Tempat dimana partikel akan mengendap, materian padatan disini akan mengalami proses pengendapan disepanjang saluran masing-masing ceck dam.
3. Zona Endapan Lumpur Tempat dimana partikel padatan dalam cairan mengalami sedimentasi dan terkumpul pada bagian bawah saluran pengendap.
4. Zona Keluaran (*Outlet*) merupakan tempat keluaran buangan cairan yang jernih. Panjang zona kira-kira sama dengan kedalaman kolam pengendapan, diukur dari ujung

3.9 Proses Penetralan Air Asam Tambang Pada KPL

Kolam pengendap lumpur berfungsi sebagai tempat mengendapkan lumpur. Disamping tempat pengendapan, kandungan material, tingkat keasaman material lain yang dapat membahayakan lingkungan juga akan dialirkan keluar kolam. Dalam menentukan kualitas air, digunakan beberapa parameter fisika dan kimia. Parameter fisika yang biasa digunakan dalam penentuan kualitas air adalah cahaya, suhu, kejernihan dan kekeruhan, warna konduktivitas dan padatan, sedangkan parameter kimia yang digunakan adalah pH, asiditas, kesadahan, alkalinitas, potensi reduksi oksidasi dan oksigen terlarut (Sari indah, dkk. 2017).

3.10 Dampak Buruk Air Asam Tambang

Terbentuknya Air Asam Tambang dilokasi penambangan akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Adapun dampak negatif dari Air Asam Tambang tersebut antara lain yaitu:

1. Bagi masyarakat sekitar dampak terhadap masyarakat disekitar wilayah tambang tidak dirasakan secara langsung karena air yang dipompakan kesungai telah dinetralkan dan selalu dilakukan pemantauan setiap hari untuk mengetahui temperatur, kekeruhan, dan pH. namun apabila terjadi pencemaran dan biota perairan terganggu maka binatang seperti ikan akan mati akibatnya mata pencaharian penduduk akan terganggu.
2. Bagi kualitas air permukaan terbentuknya Air Asam Tambang hasil oksidasi pirit akan menyebabkan menurunnya kualitas air permukaan. Parameter kualitas air yang mengalami perubahan diantaranya pH, padatan terlarut, sulfat, besi dan mangan.
3. Kualitas air tanah Ketersediaan unsur hara merupakan faktor yang paling penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanah yang asam banyak mengandung logam-logam berat seperti besi, tembaga, seng yang semuanya ini merupakan unsur hara mikro. Akibat kelebihan unsur hara mikro dapat menyebabkan keracunan pada tanaman, ini ditandai dengan busuknya akar tanaman sehingga tanaman menjadi layu dan akhirnya akan mati (Hidayat, 2017).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sistem Pengendalian Air Asam Tambang Pada KPL AL 03 Saluran

ALP

Air Asam Tambang yang berada di PT Bukit Asam IUP Tambang Air Laya mempunyai Kolam Pengedapan Lumpur yaitu KPL AL 03 Saluran ALP di mana sumber nya berasal dari air limpasan *stockpile* 2 dan *Train Loading Station* (TLS) 2. KPL AL 03 Saluran ALP juga bukan hanya berasal dari satu sumber itu saja, dimana adanya curah hujan yang masuk secara langsung di KPL AL 03 Saluran ALP juga sebagai sumbernya. Selain itu adanya *treatment* di KPL 03 Saluran ALP supaya air asam tambang yang keluar ke titik penataan (Sungai) sesuai dengan baku mutu lingkungan dengan kadar pH 6-9.

Hasil dari penelitian pengendalian Air Asam Tambang pada KPL AL 03 yang berlokasi di Tambang Air Laya Blok Barat. KPL ini terdiri 6 kompartemen pada kompartemen ke 2 yaitu tempat *treatment* pengapuran, dan penawasan di posisikan pada kompartemen ke 6 sebelum menuju saluran. Disetiap kompartemen dihubungkan dengan *overflow*. Fungsi *overflow* yaitu memperlambat atau memperkecil laju aliran dan memblending bahan kimia secara alami. Adapula terdapat pintu air pada KPL AL 03 Saluran ALP yang berfungsi sebagai mengatur tinggi muka air di seluruh kolam dan mengontrol debit keluar ke saluran berikutnya agar menjadi batas akhir proses pengendapan. Penetralan Air Asam Tambang pada KPL AL 03 Saluran ALP menggunakan metode aktif. Pada saluran tersebut dilakukan satu *treatment* yaitu mud trap dengan meggunakan bahan kimia seperti Kapur Tohor dan Tawas.

Pada pengamatan proses penetralan Air Asam Tambang pada PT Bukit Asam KPL AL 03 Saluran ALP melakukan pengecekan nilai pH disetiap harinya pada titik penataan *outlet* menggunakan pH meter digital. Pada saat pengukuran pH di bawah 6 maka dilakukan pengapuran menggunakan kapur tohor untuk menstabilkan kualitas air asam tambang yang dialirkan melalui titik penataan *outlet* ke sungai.

4.2 Jumlah Ideal Penggunaan Dosis Kapur Tohor dan Tawas

Analisis kebutuhan kapur tohor dan twas dilakukan menggunakan hasil uji laboratorium dan lapangan. Pengujian dosis kapur tohor dan tawas dilakukan di laboratorium untuk menentukan nilai pH dan TSS sedangkan pengujian skala lapangan untuk menentukan kebutuhan kapur tohor perharinya.

4.2.1 pH Air Asam Tambang di *Inlet* dann *Outlet* KPL AL 03 Saluran ALP

Pengamatan terhadap kualitas air asam tambang pada KPL AL-03 Saluran ALP dilakukan dengan mengukur parameter pH di titik *inlet* dan outlet selama periode tanggal 17 Mei hingga 15 Juni 2025. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan disajikan dalam tabel dibawah ini, yang mencakup nilai pH harian serta debit air pada masing-masing titik. Bisa dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 pH Air Asam Tambang Pada KPL 03 Saluran ALP *Inlet-Outlet* dan Debit pada tanggal 17 Mei sampai 15 Juni 2025

No	Waktu		pH Air Asam Tambang KPL 03					Keterangan
			<i>Inlet</i>		<i>Outlet</i>		Debit Air m3/s	
	Minggu ke-	Tanggal	pH	Rata-rata pH	pH	Rata-rata pH	Debit	Rata-Rata Debit Air
1	I	17 – Mei – 2025	6,22	5,72	7,38	7,10	0,238	0,198
2		18 – Mei – 2025	6,01		7,28		0,238	
3		19 – Mei – 2025	5,47		6,42		0,238	
4		20 – Mei – 2025	6,20		7,93		0,286	
5		21 – Mei – 2025	5,19		6,30		0,006	
6		22 – Mei – 2025	5,35		7,55		0,236	
7		23 – Mei – 2025	5,40		6,70		0,032	
8		24 – Mei – 2025	5,91		7,24		0,311	
9	II	25 – Mei – 2025	5,48	6,39	6,65	7,38	0,015	Tidak dilakukan penambahan kapur karena pH air asam tambang di inlet sudah memenuhi baku mutu
10		26 – Mei – 2025	6,84		8,16		0,015	
11		27 – Mei – 2025	6,73		8,13		0,03	
12		28 – Mei – 2025	6,20		6,55		0,055	
13		29 – Mei – 2025	6,11		7,02		0,177	
14		30 – Mei – 2025	6,97		6,96		0,127	
15		31 – Mei – 2025	6,41		8,18		0,177	

16		1 – Juni – 2025	5,70		6,84		0,032		Tidak dilakukan
17		2 – Juni – 2025	6,31		7,92		0,086		penambahan
18		3 – Juni – 2025	6,38		6,23		0,086		kapur karena pH
19	III	4 – Juni – 2025	6,14	6,24	7,51	7,25	0,006	0,074	air asam tambang
20		5 – Juni – 2025	6,20		7,36		0,006		di inlet sudah
21		6 – Juni – 2025	5,96		7,64		0,177		memenuhi baku
22		7 – Juni – 2025	6,97		7,27		0,127		mutu
23		8 – Juni – 2025	6,70		7,13		0,177		
24		9 – Juni – 2025	6,80		6,80		0,015		
25		10 – Juni – 2025	5,69		6,85		0,086		
26	IV	11 – Juni – 2025	5,70	5,90	6,84	7,18	0,032	0,070	
27		12 – Juni – 2025	5,92		7,86		0,086		
28		13 – Juni – 2025	5,70		7,68		0,048		
29		14 – Juni – 2025	5,24		6,73		0,085		
30		15 – Juni – 2025	5,45		7,55		0,032		

Sumber: Penulis, 2025

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai pH air asam tambang minggu pertama pada titik *inlet* bervariasi antara 5,19 hingga 6,22, sedangkan pada titik *outlet*, nilai pH berkisar antara 6,30 hingga 7,93. Rata-rata minggu pertama pH *inlet* adalah 5,72, sedangkan rata-rata pH *outlet* mencapai 7,10. Dan nilai pH air asam tambang minggu keempat sama pada titik *inlet* bervariasi antara 5,24 hingga 6,80, sedangkan pada titik *outlet*, nilai pH berkisar antara 6,73 hingga 7,86. Rata-rata *inlet* dan *outlet* pada minggu pertama 5,90 dan 7,18. Berdasarkan nilai tersebut, terlihat bahwa terjadi peningkatan pH yang signifikan dari *inlet* menuju *outlet*, menandakan adanya proses penetralan yang berlangsung secara aktif di dalam KPL AL-03. Rata-rata debit air bisa dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Rata-rata Debit KPL AL 03 Saluran ALP

No	Debit
1	0,198 m^3/s
2	0,083 m^3/s
3	0,074 m^3/s
4	0,070 m^3/s
Total	0,425 m^3/s

Berdasarkan Tabel di atas, diketahui nilai rata-rata debit air pada KPL AL-03 Saluran ALP selama periode pengamatan. Data debit ini digunakan sebagai dasar

dalam menghitung volume air yang harus dinetralkan setiap harinya. Dengan mengetahui debit rata-rata, maka kebutuhan kapur tohor dan tawas dapat dihitung secara proporsional terhadap jumlah aliran air yang masuk, sehingga dosis yang digunakan lebih tepat dan efisien dalam proses penetralan air asam tambang.

4.2.2 Perhitungan Dosis Kapur Tohor dan Tawas Secara Uji Laboratorium

Terlihat pada Tabel 4.1 diatas hasil *inlet* pada minggu kedua dan ketiga sudah memenuhi baku mutu lingkungan berkisar antara 6,39 dan 6,24, maka tidak diperlukan lagi untuk dilakukannya pengapuran dan penawasan. Jadi yang dipakai untuk pengujian dosis kapur tohor dan tawas hanya minggu pertama dan keempat dengan dosis yang telah ditentukan yaitu 0,2 0,4 dan 0,6. Pengujian ini bisa dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kapur Tohor dan Tawas dengan Metode *Jartest*

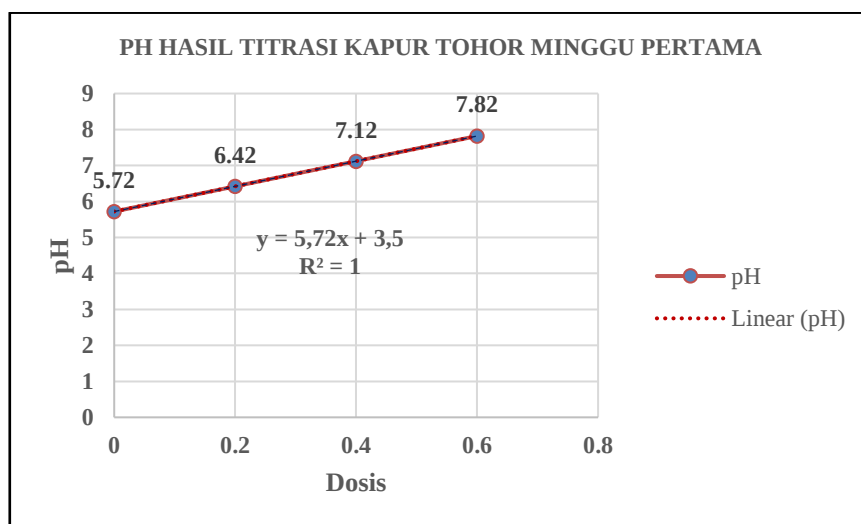
Hasil Pengujian Optimum Dengan Metode <i>jartest</i> Minggu 1						
pH Awal	Hasil Titration Kapur Tohor			Hasil Titration Tawas		
	Dosis	pH	TSS	Dosis	pH	TSS
5.72	0	5.72	480	0	5.72	275
5.72	0.2	6.42	320	0.2	4.15	67
5.72	0.4	7.12	210	0.4	3.53	61
5.72	0.6	7.82	180	0.6	3.45	59
Hasil Pengujian Optimum Dengan Metode <i>jartest</i> Minggu 4						
pH Awal	Hasil Titration Kapur Tohor			Hasil Titration Tawas		
	Dosis	pH	TSS	Dosis	pH	TSS
5.90	0	5.90	460	0	5.90	365
5.90	0.2	6.42	310	0.2	4.75	72
5.90	0.4	6.94	190	0.4	4.63	60
5.90	0.6	7.46	160	0.6	4.51	47

Sumber: Penulis, 2025

Dari tabel diatas menunjukkan hasil pengujian laboratorium menggunakan metode *jar test* dengan variasi dosis kapur tohor dan tawas sebesar 0,2, 0,4 dan 0,6 gram per 500 mL sampel air asam tambang. Pada minggu ke-1, pH awal yang digunakan adalah 5,72, sedangkan pada minggu ke-4 pH awal adalah 5,90. Hasil

pengujian menunjukkan bahwa penambahan kapur tohor menunjukkan peningkatan nilai pH secara bertahap pada setiap kenaikan dosis, hingga mendekati atau mencapai baku mutu pH 6–9. Selain itu, kapur tohor juga memberikan efek penurunan TSS yang signifikan seiring peningkatan dosis. Sebaliknya, penggunaan tawas pada variasi dosis yang sama lebih berperan dalam menurunkan kadar TSS secara signifikan, namun tidak menunjukkan peningkatan pH yang berarti. Pengujian ini mengindikasikan bahwa kapur tohor lebih dominan dalam proses penetralan keasaman air, sedangkan tawas berfungsi optimal sebagai koagulan untuk mengendapkan partikel tersuspensi.

Minggu pertama dan minggu keempat dipilih untuk dilakukan pengujian lanjutan karena pada kedua minggu tersebut, nilai pH awal masih berada di bawah baku mutu lingkungan. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan teknis untuk mengetahui efektivitas bahan kimia dalam kondisi air asam tambang yang masih memerlukan penanganan, sehingga hasil analisis lebih relevan terhadap kebutuhan aktual di lapangan. Berdasarkan Tabel 4.3 pengujian dosis kapur tohor dan tawas pada minggu pertama didapat grafik hubungan antara dosis kapur tohor terhadap kenaikan pH dan tawas terhadap penurunan pH beserta penurunan TSS air asam tambang dapat dilihat pada Gambar 4.1 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.1 Hubungan Dosis kapur tohor terhadap kenaikan pH Minggu Pertama

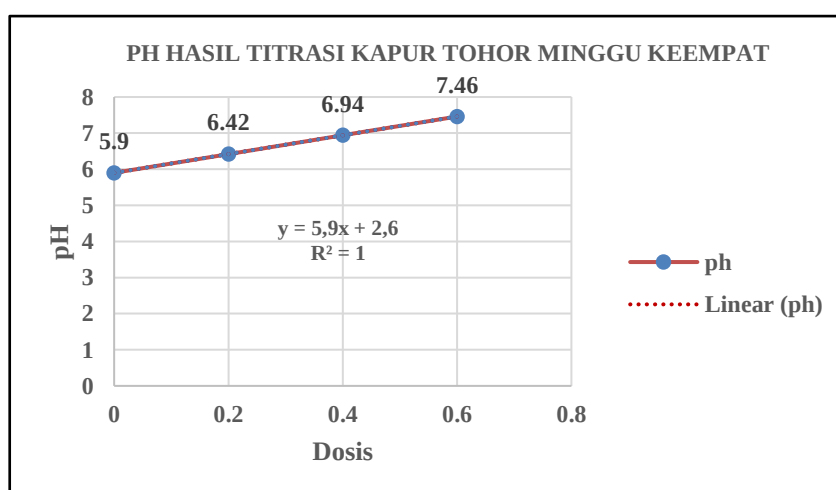
Dari grafik hasil uji laboratorium pada minggu pertama tersebut diketahui bahwa hubungan antara tingkat kenaikan pH dengan dosis kapur mendapatkan persamaan

linear yaitu $y = 5,72 x + 3,5$. Variabel Y merupakan nilai pH dan variabel X merupakan dosis kapur yang dibutuhkan. Berdasarkan persamaan linear yang diperoleh bahwa Y dan X berbanding lurus, semakin meningkatnya dosis kapur tohor semakin meningkat pula kenaikan pH dari penetralan. Untuk mengetahui kualitas persamaan linear dapat dilihat dari nilai kekuatan hubungan (R) dan regresi nilai tersebut. Nilai hubungan kekuatan (R) diketahui $R^2 = 1$ berarti pengaruh kekuatan hubungan antara kenaikan pH dengan penambahan berbagai varian kapur tohor (CaO) sangat kuat.

Dosis kapur tohor yang dibutuhkan untuk menaikkan nilai pH dengan nilai 6-9 berdasarkan persamaan regresi linear diatas adalah:

1. Untuk pH 6 adalah $x = \frac{6-5,72}{3,5} = \frac{0,28}{3,5} = 0,080$ gr/liter
2. Untuk pH 7 adalah $x = \frac{7-5,72}{3,5} = \frac{1,28}{3,5} = 0,365$ gr/liter
3. Untuk pH 8 adalah $x = \frac{8-5,72}{3,5} = \frac{2,28}{3,5} = 0,651$ gr/liter
4. Untuk pH 9 adalah $x = \frac{9-5,72}{3,5} = \frac{3,28}{3,5} = 0,937$ gr/liter

Berdasarkan Tabel 4.3 pengujian dosis kapur tohor dan tawas pada minggu keempat didapat grafik hubungan antara dosis kapur tohor terhadap kenaikan pH dan tawas terhadap penurunan pH beserta penurunan TSS air asam tambang dapat dilihat pada Gambar 4.2 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

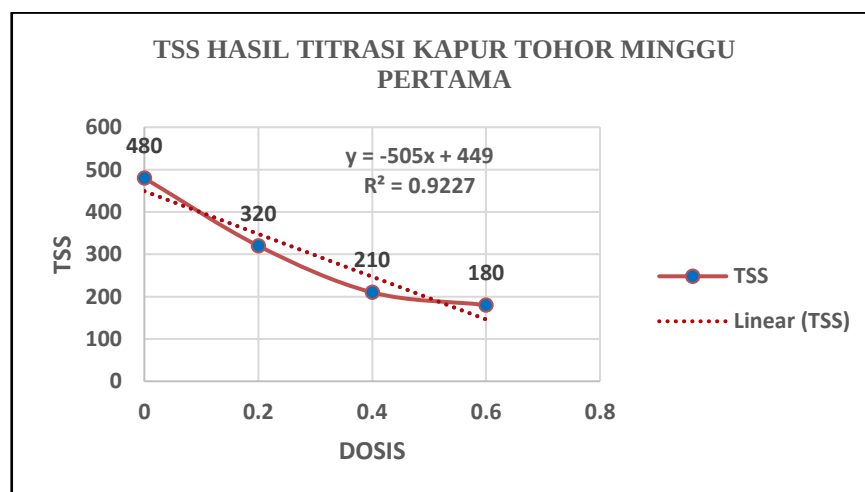
Gambar 4.2 Hubungan Dosis Kapur Tohor Terhadap Peningkatan pH minggu keempat

Dari grafik hasil uji laboratorium pada minggu pertama tersebut diketahui bahwa hubungan antara tingkat kenaikan pH dengan dosis kapur mendapatkan persamaan

linear yaitu $y = 5,9 x + 2,6$. Variabel Y merupakan nilai pH dan variabel X merupakan dosis kapur yang dibutuhkan. Berdasarkan persamaan linear yang diperoleh bahwa Y dan X berbanding lurus, semakin meningkatnya dosis kapur tohor semakin meningkat pula kenaikan pH dari penetralan. Untuk mengetahui kualitas persamaan linear dapat dilihat dari nilai kekuatan hubungan (R) dan regresi nilai tersebut. Nilai hubungan kekuatan (R) diketahui $R^2 = 1$ berarti pengaruh kekuatan hubungan antara kenaikan pH dengan penambahan berbagai varian kapur tohor (CaO) sangat kuat. Dosis kapur tohor yang dibutuhkan untuk menaikkan nilai pH dengan nilai 6-9 berdasarkan persamaan regresi linear diatas adalah:

1. Untuk pH 6 adalah $x = \frac{6-5,9}{2,6} = \frac{0,1}{2,6} = 0,016$ gr/liter
2. Untuk pH 7 adalah $x = \frac{7-5,9}{2,6} = \frac{1,1}{2,6} = 0,423$ gr/liter
3. Untuk pH 8 adalah $x = \frac{8-5,9}{2,6} = \frac{2,1}{2,6} = 0,807$ gr/liter
4. Untuk pH 9 adalah $x = \frac{9-5,9}{2,6} = \frac{3,1}{2,6} = 1,192$ gr/liter

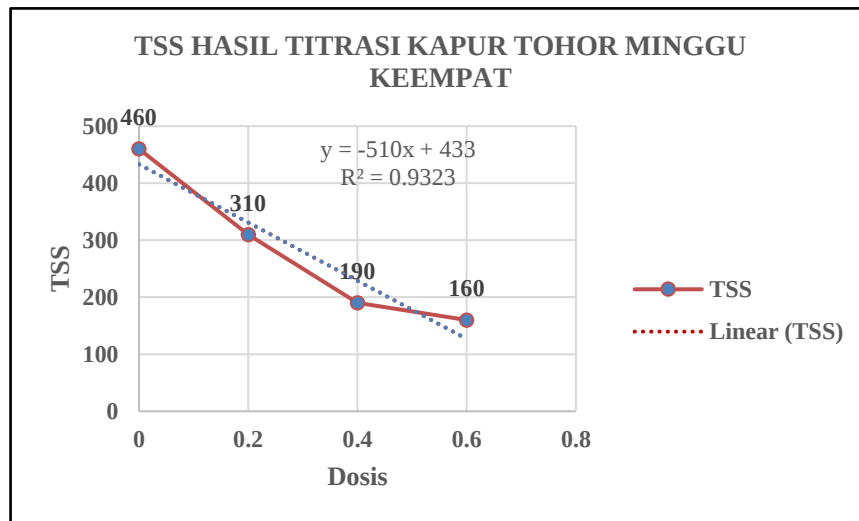
Penggunaan kapur tohor terhadap air asam tambang tidak hanya berpengaruh terhadap nilai pHnya saja, yang dimana penggunaan kapur tohor ini juga berpengaruh terhadap nilai TSS pada air asam tambang, pengaruh kapur tohor terhadap nilai TSS pada minggu pertama dapat dilihat pada Gambar 4.3 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.3 Hubungan Dosis Kapur Tohor Terhadap Penurunan TSS minggu pertama

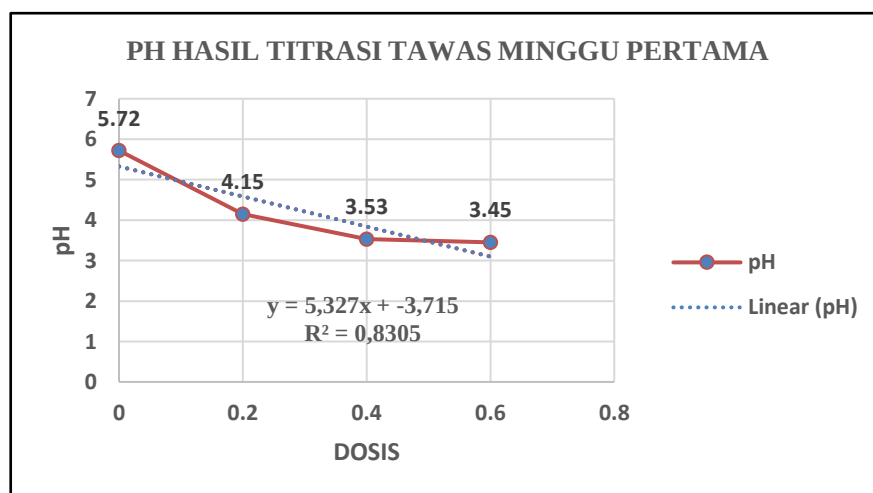
Pengaruh kapur tohor terhadap nilai TSS pada minggu keempat dapat dilihat pada Gambar 4.4 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.4 Hubungan Dosis Kapur Tohor Terhadap Penurunan TSS minggu keempat

Grafik hubungan antara dosis kapur tohor dan kadar Total Suspended Solid (TSS) juga menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis kapur tohor yang digunakan, maka kadar TSS dalam air semakin menurun. Berdasarkan Tabel 4.3 pengujian dosis kapur tohor dan tawas pada minggu pertama didapat grafik hubungan antara dosis tawas terhadap kenaikan pH air asam tambang dapat dilihat pada Gambar 4.5 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.5 Hubungan Dosis Tawas Terhadap Penurunan Tawas minggu pertama

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa terdapat hubungan linear antara peningkatan dosis tawas dengan penurunan nilai pH. Semakin besar dosis tawas yang diberikan, maka nilai pH air asam tambang cenderung semakin menurun. Hubungan ini ditunjukkan melalui persamaan regresi linear $y = 5,327 x + -3,715$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,8305$, yang menunjukkan bahwa penurunan pH dapat dijelaskan oleh penambahan dosis tawas.

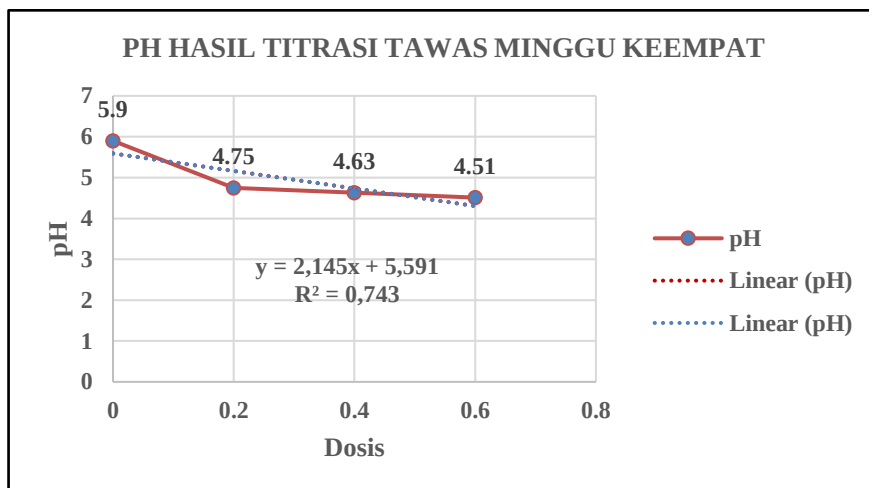
Penurunan nilai pH terlihat cukup konsisten, di mana pada dosis awal 0,2 gr/500 ml, pH menurun dari sekitar 5,72 menjadi 4,15 dan terus menurun hingga mencapai 3,45 pada dosis 0,6 gr/500 ml. Hal ini membuktikan bahwa tawas cukup efektif dalam menurunkan pH air asam tambang, namun harus digunakan secara hati-hati agar tidak menurunkan pH melebihi batas bawah baku mutu lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan tawas lebih disarankan sebagai bahan untuk menurunkan TSS, bukan sebagai penetral utama pH. Penyesuaian nilai pH yang lebih efektif tetap dilakukan melalui penambahan kapur tohor, agar kualitas air tetap berada dalam kisaran pH 6–9 sesuai dengan Permen LHK No. 5 Tahun 2022.

Dosis tawas yang dibutuhkan untuk menurunkan nilai pH dengan nilai 4-1 berdasarkan persamaan regresi linear diatas adalah:

1. Untuk pH 4 adalah $x = \frac{4-5,327}{-3,715} = \frac{-1,327}{-3,715} = 0,357$ gr/liter
2. Untuk pH 3 adalah $x = \frac{3-5,327}{-3,715} = \frac{-2,327}{-3,715} = 0,626$ gr/liter
3. Untuk pH 2 adalah $x = \frac{2-5,327}{-3,715} = \frac{-3,327}{-3,715} = 0,895$ gr/liter
4. Untuk pH 1 adalah $x = \frac{1-5,327}{-3,715} = \frac{-4,327}{-3,715} = 1,164$ gr/liter

Berdasarkan Tabel 4.3 pengujian dosis kapur tohor dan tawas pada minggu keempat didapat grafik hubungan antara dosis kapur tohor terhadap kenaikan pH dan

tawas terhadap penurunan pH beserta penurunan TSS air asam tambang dapat dilihat pada Gambar 4.6 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

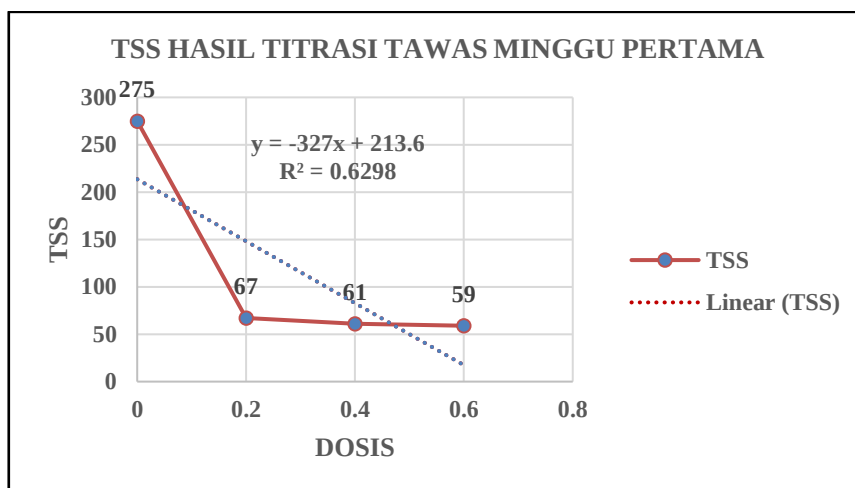
Gambar 4.6 Hubungan Dosis Tawas Terhadap Penurunan TSS minggu keempat

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa terdapat hubungan linear antara peningkatan dosis tawas dengan penurunan nilai pH. Semakin besar dosis tawas yang diberikan, maka nilai pH air asam tambang cenderung semakin menurun. Hubungan ini ditunjukkan melalui persamaan regresi linear $y = 5,591x + 2,145$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,743$ yang menunjukkan bahwa penurunan pH dapat dijelaskan oleh penambahan dosis tawas.

Penurunan nilai pH terlihat cukup konsisten, di mana pada dosis awal 0,2 gr/500 ml, pH menurun dari sekitar 5,9 menjadi 4,75 dan terus menurun hingga mencapai 4,51 pada dosis 0,6 gr/500 ml. Hal ini membuktikan bahwa tawas cukup efektif dalam menurunkan pH air asam tambang, namun harus digunakan secara hati-hati agar tidak menurunkan pH melebihi batas bawah baku mutu lingkungan.

1. Untuk pH 4 adalah $x = \frac{4-2,145}{-5,591} = \frac{1,885}{-5,591} = -0,331$ gr/liter
2. Untuk pH 3 adalah $x = \frac{3-2,145}{-5,591} = \frac{0,855}{-5,591} = -0,152$ gr/liter
3. Untuk pH 2 adalah $x = \frac{2-2,145}{-5,591} = \frac{-0,145}{-5,591} = 0,025$ gr/liter
4. Untuk pH 1 adalah $x = \frac{1-2,145}{-5,591} = \frac{-1,145}{-5,591} = 0,204$ gr/liter

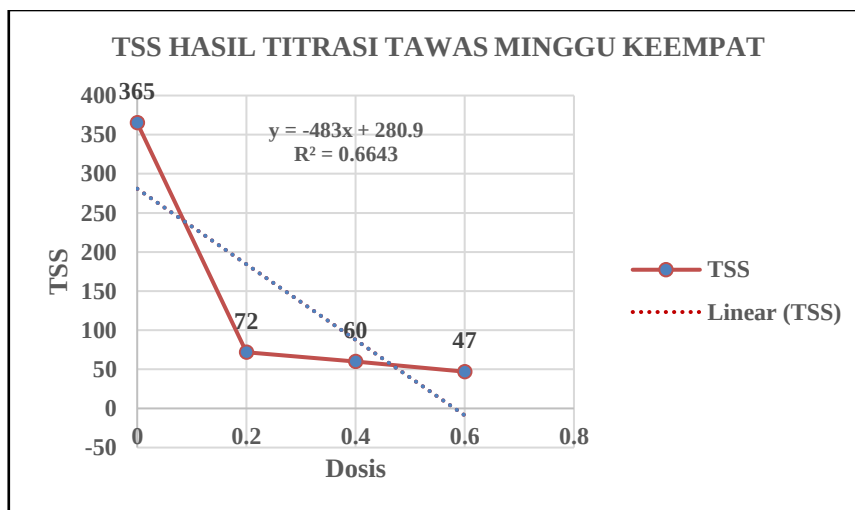
Penggunaan tawas terhadap air asam tambang sangat berpengaruh terhadap nilai TSSnya, pengaruh tawas terhadap nilai TSS pada minggu pertama dapat dilihat pada Gambar 4.7 Berikut



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.7 Hubungan Dosis Tawas Terhadap Penurunan TSS minggu pertama

Pengaruh tawas terhadap nilai TSS pada minggu keempat dapat dilihat pada Gambar 4.8 Berikut:



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 4.8 Hubungan Dosis Tawas Terhadap Penurunan TSS minggu keempat

Grafik kedua minggu di atas menunjukkan bahwa pada saat yang sama terjadi penurunan nilai Total Suspended Solid (TSS) yang cukup signifikan. Ini menunjukkan bahwa meskipun tawas menyebabkan penurunan pH, namun sangat efektif dalam menurunkan TSS. Semakin tinggi dosis tawas yang digunakan,

semakin rendah nilai TSS yang dihasilkan, sehingga memenuhi parameter baku mutu lingkungan untuk TSS yaitu ≤ 200 mg/l. Dengan demikian, dari hubungan kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa perhitungan dosis tawas pada grafik 4.3 yang berfokus pada pH juga berpengaruh besar terhadap grafik 4.4 dalam menurunkan TSS. Maka, penggunaan tawas lebih difokuskan untuk pengendalian TSS, sedangkan untuk pengaturan pH sebaiknya dikombinasikan dengan kapur tohor, agar nilai pH tidak turun di bawah batas minimum yang ditentukan.

4.3 Analisis Efektivitas Penggunaan Kapur Tohor dan Tawas Secara Aktual

Penentuan banyaknya penggunaan kapur tohor dan tawas per-hari dilapangan didapatkan dengan mengalikan dosis kapur tohor dan tawas secara laboratorium dengan debit total KPL Al 03 Saluran ALP. Untuk mengetahui penggunaan kapur tohor dan tawas yang terpakai. Sebagai berikut:

Minggu Pertama

1. Penggunaan Kapur Tohor: 0,365 gr/L

Jadi kebutuhan kapur tohor adalah:

Penggunaan Kapur Tohor x Debit aliran air

$$= 0,365 \text{ gr/l} \times 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,1551 \text{ kg/s}$$

$$= 0,1551 \times 3.600$$

$$= 558,45 \text{ kg/jam}$$

$$= 558,45 \text{ kg/jam} : 30 \text{ kg (1 karung kapur tohor)}$$

$$= 18 \text{ karung /hari}$$

Jadi perkiraan dalam satu hari kurang lebih pengapuran 18 karung/hari dengan dosis yang dipakai yaitu 0,365 gr/l. Berat 1 karung kapur tohor 30kg.

2. Penggunaan Tawas = 0,357 gr/l

Jadi kebutuhan Tawas adalah:

Penggunaan Tawas x Debit aliran air

$$= 0,357 \text{ gr/l} \times 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,1517 \text{ kg/s}$$

$$= 0,1517 \times 3.600$$

$$= 546,21 \text{ kg/jam}$$

$$= 546,21 \text{ kg/jam} : 50 \text{ kg (1 karung tawas)}$$

$$= 11 \text{ karung/hari}$$

Jadi perkiraan dalam satu hari kurang lebih penawasan 11 karung/hari dengan dosis yang dipakai yaitu 0,357 gr/l. Berat 1 karung tawas 50kg.

Minggu Keempat

3. Penggunaan Kapur Tohor: 0,423 gr/L

Jadi kebutuhan kapur tohor adalah:

Penggunaan Kapur Tohor x Debit aliran air

$$= 0,423 \text{ gr/l} \times 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,1797 \text{ kg/s}$$

$$= 0,1797 \times 3.600$$

$$= 647,19 \text{ kg/jam}$$

$$= 647,19 \text{ kg/jam} : 30 \text{ kg (1 karung kapur tohor)}$$

$$= 21 \text{ karung /hari}$$

Jadi perkiraan dalam satu hari kurang lebih pengapuran 21 karung/hari dengan dosis yang dipakai yaitu 0,423 gr/l. Berat 1 karung kapur tohor 30kg.

4. Penggunaan Tawas = 0,204 gr/l

Jadi kebutuhan Tawas adalah:

Penggunaan Tawas x Debit aliran air

$$= 0,204 \text{ gr/l} \times 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,0867 \text{ kg/s}$$

$$= 0,0867 \times 3.600$$

$$= 312,12 \text{ kg/jam}$$

$$= 312,12 \text{ kg/jam} : 50 \text{ kg (1 karung tawas)}$$

$$= 6 \text{ karung/hari}$$

Jadi perkiraan dalam satu hari kurang lebih penawasan 6 karung/hari dengan dosis yang dipakai yaitu 0,204 gr/l. Berat 1 karung tawas 50kg.

Dapat disimpulkan bahwa kapur tohor lebih banyak digunakan secara jumlah karung dibandingkan dengan tawas. Hal ini disebabkan oleh dosis yang sedikit tinggi dan berat karung yang lebih ringan.

Berdasarkan data dosis kapur yang optimal yang telah di pakai perhari dalam periode tanggal 17 Mei sampai 15 Juni 2025 dapat di lihat dari Tabel 4.4 Berikut:

Tabel 4.4 Kebutuhan Kapur Tohor dan Tawas aktual lapangan pada periode 17 Mei - 15 Juni 2025

No	Waktu	Jumlah kapur tohor (karung)	Jumlah CaO Actual (kg/jam)	Jumlah tawas (karung)	Jumlah $Al_2(SO_4)_3$ Actual (kg/jam)
1	17 – Mei – 2025	21	630	23	1.150
2	18 – Mei – 2025	24	720	13	650
3	19 – Mei – 2025	21	630	20	1.000
4	20 – Mei – 2025	26	780	30	1.500
5	21 – Mei – 2025	29	870	33	1.650
6	22 – Mei – 2025	15	450	17	850
7	23 – Mei – 2025	23	690	29	1.450
8	24 – Mei – 2025	21	630	23	1.150
9	25 – Mei – 2025	19	570	25	1.250
10	26 – Mei – 2025	21	630	25	1.250
11	27 – Mei – 2025	22	660	28	1.400
12	28 – Mei – 2025	19	570	31	1.550
13	29 – Mei – 2025	27	810	35	1.750
14	30 – Mei – 2025	18	540	24	1.200
15	31 – Mei – 2025	23	690	24	1.200
16	1 – Juni – 2025	18	540	38	1.900
17	2 – Juni – 2025	17	510	18	900
18	3 – Juni – 2025	20	600	10	500
19	4 – Juni – 2025	18	540	13	650
20	5 – Juni – 2025	20	600	20	1.000
21	6 – Juni – 2025	16	480	16	800
22	7 – Juni – 2025	22	660	26	1.300
23	8 – Juni – 2025	24	720	27	1.350
24	9 – Juni – 2025	34	1.020	30	1.500

25	10 – Juni – 2025	28	840	30	1.500
26	11 – Juni – 2025	20	600	15	750
27	12 – Juni – 2025	19	570	13	650
28	13 – Juni – 2025	25	750	39	1.950
29	14 – Juni – 2025	26	780	37	1.850
30	15 – Juni – 2025	28	840	30	1.500
Rata-Rata		22	660	24	1.200

Sumber: Penulis, 2025

4.4 Perbandingan Biaya Penggunaan Kapur Tohor dan Tawas Secara Aktual dan Skala Laboratorium

Perhitungan dosis kapur tohor dan tawas aktual lapangan sebesar 660kg/jam dan 1.200kg/jam dengan skala laboratorium sebesar 585kg/jam dan 425kg/jam. Sehingga dapat dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan kapur tohor dan tawas beserta biaya yang harus dikeluarkan. Perhitungan bisa dilihat dibawah ini:

1. Aktual Lapangan

Kapur tohor

Dosis = 22 karung x 30 kg
= 660 kg/Jam x 24 jam
= 15.840 kg/hari

Harga 1kg = Rp. 2.000

Biaya per hari = 15.840 kg/hari x Rp.2.000
= Rp.31.680.000 /hari

Biaya per bulan = Rp.31.680.000 x 30 hari
= Rp.950.400.000 /bulan

Jadi biaya kapur tohor perbulan sebesar Rp. 950.400.000

Tawas

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis} &= 24 \text{ karung} \times 50 \text{ kg} \\
 &= 1.200 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 28.800 \text{ kg/hari} \\
 \text{Harga 1kg} &= \text{Rp. } 5.000 \\
 \text{Biaya per hari} &= 28.800 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. } 5.000 \\
 &= \text{Rp. } 144.000.000/\text{hari} \\
 \text{Biaya per bulan} &= \text{Rp. } 144.000.000 \times 30 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp. } 4.320.900.000 / \text{bulan} \\
 \text{Jadi biaya tawas perbulan bisa sebesar Rp. } 4.320.900.000
 \end{aligned}$$

2. Skala Laboratorium**Kapur Tohor**

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis} &= 19,5 \text{ karung} \times 30 \text{ kg} \\
 &= 585 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam} \\
 &= 14.040 \text{ kg/hari} \\
 \text{Harga 1kg} &= \text{Rp. } 2.000 \\
 \text{Biaya per hari} &= 14.040 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. } 2.000 \\
 &= \text{Rp. } 28.080.000/\text{hari} \\
 \text{Biaya per bulan} &= \text{Rp. } 28.080.000 \times 30 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp. } 842.400.000/\text{bulan} \\
 \text{Jadi biaya kapur tohor perbulan bisa sebesar Rp. } 842.400.000
 \end{aligned}$$

Tawas

Dosis $= 8,5 \text{ karung} \times 50 \text{ kg}$
 $= 425 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam}$
 $= 10.200 \text{ kg/hari}$
 Harga 1kg $= \text{Rp.}5.000$
 Biaya per hari $= 10.200 \text{ kg/hari} \times \text{Rp.}5000$
 $= \text{Rp.}51.000.000/\text{hari}$
 Biaya per bulan $= \text{Rp.}51.000.000 \times 30 \text{ hari}$
 $= \text{Rp.}1.530.900.000/\text{bulan}$
 Jadi biaya tawas perbulan sebesar Rp.1.530.900.000

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, terdapat perbandingan antara biaya penggunaan kapur tohor dan tawas berdasarkan kondisi aktual di lapangan dan hasil uji laboratorium. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 Berikut:

Tabel 4.5 Perbandingan Biaya Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan dan Skala Laboratorium

No	Bahan	Kondisi	Biaya per Bulan	Selisih
1	Kapur Tohor	Aktual Lapangan	Rp. 950.400.000	Rp.108.000.000
		Skala Laboratorium	Rp. 842.400.000	
2	Tawas	Aktual Lapangan	Rp. 4.320.900.000	Rp.2.790.000.000
		Skala Laboratorium	Rp. 1.530.900.000	

Sumber: Penulis, 2025

Terlihat dari perbandingan di atas penggunaan kapur tohor di laboratorium lebih hemat sebesar Rp.108.000.000 per bulan dibandingkan dengan kondisi aktual. Dan penggunaan tawas di laboratorium lebih efisien dengan penghematan sekitar Rp.2.790.000.000 per bulan dibandingkan dengan kondisi aktual.

4.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Kapur Tohor dan Tawas

Berdasarkan faktor pengaruh air asam tambang pada pengapuran dan penawasan terdapat berbeda-beda setiap harinya. Hal tersebut terdapat faktor tersier yaitu merupakan faktor dari luar atau alami yang mempengaruhi secara langsung pengapuran, seperti curah hujan dan aliran run off.

4.5.1 Curah hujan

Curah hujan di daerah TAL (Tambang Air Laya) dapat diketahui dengan menggunakan data curah hujan harian selama 1 bulan terakhir. Hal ini bisa mengetahui berapa jumlah pengapuran yang dilakukan perharinya dan kenapa pengapuran berbeda setiap harinya. Curah hujan bisa di lihat Tabel 4.6 Berikut

Tabel 4.6 Data Curah Hujan Perusahaan 1-21 Juni 2025

Curah Hujan 1-21 Juni				
Lokasi	Curah Hujan (mm)	Jam Hujan (Jam)	Hari Hujan (Hari)	Frekuensi Hujan (Kali)
Tambang Air Laya – TSBC	147,47	30,97	15	17
Tambang Air Laya – TAL Utara / Mahayu I	123,83	32,12	16	19
Tambang Air Laya – TAL Utara / Mahayu II	123,83	32,12	16	19
Muara Tiga Besar - MTBU	100,18	33,27	13	17
Muara Tiga Besar - MTBS	100,18	33,27	13	17

Sumber: Penulis, 2025

Intesitas curah hujan adalah perbandingan antara kenaikan limpasan air hujan terhadap lamanya waktu kejadian pada suatu daerah. Intesitas curah hujan berpengaruh besar terhadap model kolam pengendapan lumpur (*settling pond*). Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh intesitas curah hujan untuk periode 1 sampai 21 Juni rata-rata sebesar 8,15mm/hari.

4.5.2 Air Aliran Limpasan *Stockpile*

Air aliran limpasan dari area *stockpile* merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi fluktuasi volume dan kualitas air yang masuk ke dalam Kolam Pengendapan Lumpur (KPL). Limpasan ini terutama terjadi saat hujan turun dan air mengalir melewati tumpukan batubara (*stockpile*) yang terbuka, membawa serta partikel-partikel halus, debu batubara, serta senyawa logam berat yang bersifat asam.

Air hujan yang mengenai permukaan *stockpile* akan melarutkan material-material tersebut dan membentuk aliran permukaan yang masuk ke saluran pengendapan. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi padatan tersuspensi (TSS) dan potensi penurunan pH air, sehingga memperberat beban kerja sistem penetralan di KPL. Semakin tinggi curah hujan yang terjadi, maka semakin besar pula potensi air limpasan yang mengandung zat pencemar masuk ke sistem pengolahan air.

Oleh karena itu, pemantauan terhadap kualitas air limpasan dari *stockpile* sangat penting dilakukan setiap harinya. Penyesuaian dosis kapur tohor dan tawas perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan proses netralisasi dan pengendapan berjalan optimal, serta agar air yang keluar dari outlet KPL tetap memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan terhadap efektivitas penggunaan kapur tohor (CaO) dan tawas dalam pengendalian Air Asam Tambang (AAT) di KPL AL 03 Saluran ALP, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pengendalian air asam tambang di KPL AL-03 Saluran ALP dilakukan melalui metode aktif menggunakan kapur tohor dan tawas untuk menetralkan pH dan mengurangi kandungan TSS sebelum air dialirkan ke lingkungan.
2. Jumlah ideal penggunaan kapur tohor dan tawas diperoleh melalui uji laboratorium dengan metode *jar test* pada variasi dosis 0,2; 0,4; dan 0,6 gram/500 mL. Hasil menunjukkan bahwa dosis 0,6 gram memberikan peningkatan pH paling optimal, sementara tawas pada dosis yang sama menunjukkan penurunan TSS yang signifikan.
3. Kesesuaian antara hasil laboratorium dan penggunaan aktual di lapangan menunjukkan adanya perbedaan nilai kebutuhan bahan, yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan seperti curah hujan, debit air, dan karakteristik air limbah tambang yang berubah-ubah setiap hari.
4. Biaya penggunaan kapur tohor dan tawas secara aktual di lapangan cenderung lebih tinggi dibandingkan perhitungan ideal dari laboratorium, yang menunjukkan adanya potensi efisiensi biaya jika dosis yang digunakan disesuaikan secara optimal berdasarkan hasil laboratorium.
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan bahan kimia harian antara lain fluktuasi curah hujan, debit aliran air masuk ke KPL, serta variasi pH dan TSS air limbah setiap harinya. Oleh karena itu, pemantauan rutin dan penyesuaian dosis sangat penting untuk efisiensi operasional.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Optimasi dosis pengapuran dan penawasan.

Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk menentukan dosis kapur tohor dan tawas yang paling optimal dalam menurunkan kadar TSS dan menaikkan pH hingga stabil pada rentang baku mutu lingkungan.

2. Penerapan secara bertahap di lapangan.

Hasil pengujian laboratorium metode *jartest* dapat diimplementasikan secara bertahap di lapangan, dimulai dari skala kecil sebelum di aplikasikan penuh pada sistem pengolahan KPL AL 03.

3. Pengendalian secara berkala.

pemantauan kualitas air (pH,TSS) perlu dilakukan secara berkala untuk mengevaluasi efektifitas pengapuran dan penawasan, serta melakukan penyesuaian dosis bila diperlukan.

4. Penyesuaian dosis berdasarkan kondisi lapangan.

Dosis bahan kimia perlu disesuaikan dengan kondisi cuaca dan debit air yang masuk ke KPL AL 03, karena faktor-faktor ini berpengaruh langsung terhadap efektivitas penetralan dan kebutuhan bahan.

5. Efisiensi biaya operasional.

Perlu dilakukan perhitungan ulang dan evaluasi berkala terhadap biaya penggunaan kapur tohor dan tawas antara hasil uji laboratorium dan kondisi aktual, agar biaya operasional tetap efisien tanpa mengurangi efektivitas pengolahan air asam tambang.

.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariska Dkk, (2024), Analisis Penetralan Air Asam Tambang Dengan Menggunakan Kapur Tohor Di Pt Baturona Adimulya Kabupaten Musi Banyuasin Sumatera Selatan, Volume 15 No. 01 Juli 2024
- 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 Vol. VII No. 1 Januari 2017
- Kiswanto, Wintah, Nur L R., (2020) Analisis Logam Berat (Mn, Fe, Cd) SIANIDA dan NITRIT pada Air Asam Tambang BatuBara. Jurnal LITBANG Pekalongan Vol. 18 No. 1 Tahun 2020
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indesia, NOMOR 5 TAHUN 2022., Pengolahan Air Limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pertambangan dengan menggunakan metode basah buatan. 2022.
- Saptawartono, Ferra M, Yunida L, Neny F, Sena M, IsainYakub R., (2024) Pengelolaan dan Pengendalian Air Asam Tambang Pada Kegiatan Pertambangan Batubara. Jurnal Teknik Pertambangan (JTP) Vol. 24, No. 1 Februari 2024.
- Said. 2014. Teknologi Pengelolaan AAT. BPPT: Pusat Teknologi Lingkungan. JAI Vol.7 No. 2, 2014.
- Setianingrum (2020), Evaluasi Kolam Pengendapan Lumpur (SP 10) terhadap Debit Air Pompa yang Masuk (Studi Kasus: PT Trisensa Mineral Utama, Tani Aman, Kalimantan Timur), Vol. 3, No. 2, November 2020.
- Sari indah Dkk, (2017) Studi Peggunaan Kapur Tohor dalam proses Penetralan Air Asam Tambang Di KPL Pit 3 Barat IUP Bangko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas BANGKA BELITUNG.
- Wahyudin I, Sri W, Arif N., (2018) Analisis Penanganan Air Asam Tambang BatuBara. Jurnal Geomine, Vol. 6 No. 2 Agustus 2018.

LAMPIRAN

Lampiran A. Daftar Harga Kapur Tohor dan Tawas beserta Perhitungsn Kapur Tohor dan Tawas

Tabel A.1 Daftar Harga Kapur Tohor PT Bukit Asam TBK

No	Kapur Tohor (CaO)	Harga
1	Harga Perkarung 30kg	Rp.60.000
2	Harga (kg)	Rp.2000

Tabel A.2 Daftar Harga Tawas PT Bukit Asam TBK

No	Tawas	Harga
1	Harga Perkarung 50kg	Rp.250.000
2	Harga (kg)	Rp.5000

Tabel A.3 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Ideal Secara Aktual Lapangan

Minggu Pertama			
No	Angka		Keterangan
1	0,365	0,357	Dosis pH pada perhitungan regresi linear
2	0,425		Rata-rata debit air
3	0,1557	0,1551	Perkalian dari dosis dan debit air
4	3.600		1 jam di konversikan ke detik
5	558,45	546,21	perkalian dari hasil dosis dan debit air x 3.600

Tabel A.4 Perhitungan Kapur Tohor dan Tawas Aktual Lapangan

Minggu Keempat			
No	Angka		Keterangan
1	0,423	0,204	Dosis pH pada perhitungan regresi linear
2	0,425		Rata-rata debit air
3	0,1797	0,0867	Perkalian dari dosis dan debit air
4	3.600		1 jam di konversikan ke detik
5	647,19	312,12	perkalian dari hasil dosis dan debit air x 3.600

Lampiran B. Dokumentasi Lapangan



Gambar B.1 Saluran *Inlet*



Gambar B.2. Pengambilan Sampel Di Saluran *Inlet*



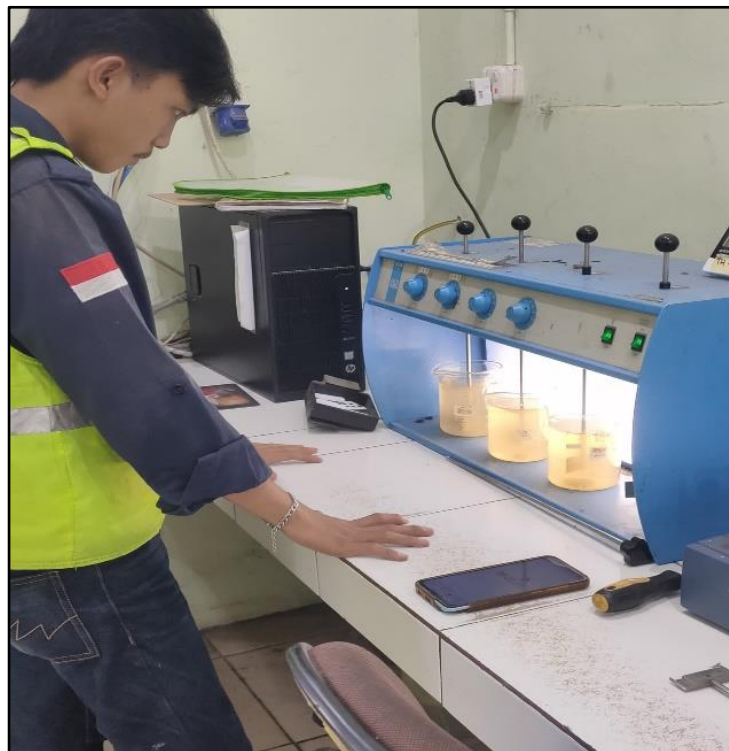
Gambar B.3. Pengukuran pH Pada Saluran *Inlet*



Gambar B.4. Saluran *Outlet*



Gambar B.5. Gudang Kapur dan Tawas



Gambar B.6. Uji Lab *jar test*



Gambar B.7. Drone KPL AL 03 Saluran ALP