

PROYEK AKHIR

**STUDI *POTENTIAL ACID FORMING* DAN NETRALISASI AIR
ASAM DENGAN CaO DAN BATU GAMPING FORMASI
SILUNGKANG DAN TUHUR MENGGUNAKAN SISTEM UNGGUN
DIAM PADA TAMBANG BATUBARA PT XYZ SAWAHLUNTO**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Studi D-III Teknik Pertambangan*



Oleh:

Wahyuda Pratama
NIM. 22802042

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK PERTAMBANGAN
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN PROYEK AHIR

Studi Potential Acid Forming dan Netralisasi Air Asam dengan CaO dan Batu Gamping Formasi Silungkang dan Tuhur Menggunakan Sistem Unggun Diam pada Tambang Batubara PT XYZ Sawahlunto

Disusun Oleh:

Nama: Wahyuda Pratama

Nim : 22802042

Program Studi : D3 Teknik Pertambangan

Diperiksa dan Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Proyek Akhir



Ir. Arif Algifari, S. T., M.T.
NIDN. 0003039406

Direktur Sekolah Vokasi

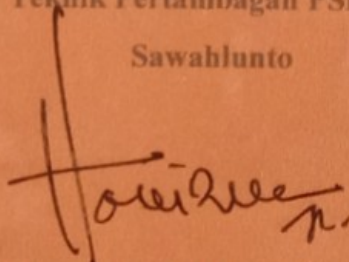


Dr. Yudi Antomi, M.Si.
NIP.19681202008011012

Koordinator Program Studi D-III

Teknik Pertambangan PSDKU

Sawahlunto



Ir. Harizana Aulia Rahman, S.T., M.Eng
NIP. 198904292019031008

LEMBAR PENGESAHAN LULUS UJIAN PROYEK AKHIR

Nama : Wahyuda Pratama

TM/Nim : 2022/22802042

Program Studi : D-III Teknik Pertambangan (Kampus Sawahlunto)

Fakultas : Vokasi

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir
Program Studi Teknik Pertambangan
Universitas Negeri Padang

Pada hari Selasa, Tanggal 8 Agustus 2025 Pukul 09.00-12.00 wib

Dengan Judul:

**Studi Potential Acid Forming dan Netralisasi Air Asam dengan CaO dan
Batu Gamping Formasi Silungkang dan Tuhur Menggunakan Sistem
Unggun Diam pada Tambang Batubara PT XYZ Sawahlunto**

Nama

Padang, 8 Agustus 2025

Tanda Tangan

1. Ir. Arif Algifari, S. T., M.T.

(.....)

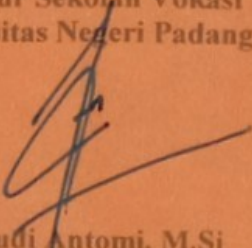
2. Dr. Ir. Heri Prabowo, M. T.

(.....)

3. Ir. Fitri Nauli, S.T., M.T.

(.....)

Mengesahkan,
Direktur Sekolah Vokasi
Universitas Negeri Padang


Dr. Yudi Antomi, M.Si
NIP.196812102008011012



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PROGRAM STUDI DI LUAR KAMPUS UTAMA (PSDKU)
KOTA SAWAHLUNTO

Jl. Amran Nur, Desa Kolok Mudik, Kecamatan Barangin, Kota Sawahlunto

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyuda Pratama
NIM/TM : 22.802042/2022
Program Studi : D-III Teknik Pertambangan
Departemen : Teknik Pertambangan
Fakultas : PSDKU UNP Kota Sawahlunto

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

"Studi Potential Acid Forming dan Netralisasi Air Asam dengan CaO dan batu Gamping Formasi Silungkang dan Tuhur Menggunakan Sistem Unggun diam Pada Tambang Batubara PT. XYZ Sawahlunto"

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Sawahlunto, 14 Agustus 2025

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Koordinator Prodi Teknik Pertambangan

Ir. Harizana A. Rahman, S.T., M.Eng.
NIP. 198904292019031008



Wahyuda
Wahyuda Pratama

BIODATA

1. DATA DIRI

Nama Lengkap : Wahyuda Pratma
Nim/ BP : 22802042/2022
Tempat/Tanggal Lahir : Talawi, 20 mei 2003
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Nama Ayah : Syafrisal
Nama Ibu : Efridal
Jumlah Saudara : 1(satu)
Alamat : Desa Tumpuk Tengah Kec.Talawi, Kota
Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat
Email : wahyudapratama124@mail.com
Telp/HP : 082286128839



2. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 03 TumpukTengah
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 5 Sawahlunto
Sekolah Menengah Atas : SMAN 2 Sawahlunto
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

3. Data Praktek Lapangan

Tempat Kerja Praktik : Kampus UNP
Tanggal Kerja Praktik : 1 Juni 2025 – 17 Juli 2025
Topik Bahasan : “Studi Potential Acid Forming dan
Netralisasi Air Asam dengan CaO dan Batu
Gamping Formasi Silungkang dan Tuhur
Menggunakan Sistem Unggun Diam pada
Tambang Batubara PT XYZ Sawahlunto”

ABSTRAK

Kegiatan penambangan batubara berpotensi menghasilkan air asam tambang (AAT) akibat oksidasi mineral sulfida seperti pirit (FeS_2) yang terdapat pada lapisan batuan penutup (*overburden*). AAT memiliki karakteristik pH rendah dan mengandung logam berat, yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi pembentukan AAT dari Formasi Sawahlunto serta mengevaluasi efektivitas bahan penetral seperti CaO laboratorium dan batu gamping Formasi Silungkang dalam menetralkan AAT menggunakan sistem unggun diam.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis geokimia menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) untuk menentukan kadar sulfur dan kalsium sebagai penentu PAF (*Potential Acid Forming*) atau NAF (*Non-Acid Forming*), serta eksperimen netralisasi AAT secara laboratorium. Sampel batuan *overburden* dan batu gamping diambil dari beberapa titik di wilayah Sawahlunto. Parameter utama yang dianalisis dalam proses netralisasi adalah pH dan *Total Dissolved Solids* (TDS). Eksperimen dilakukan dengan variasi debit air asam dan penggunaan tiga jenis bahan penetral, yaitu CaO, batu gamping Silungkang, dan batu gamping Kubang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa sampel *overburden* dari Formasi Sawahlunto tergolong sebagai PAF yaitu sampel pada lokasi Salak 1 dan Salak 2 yang memiliki *Net Acid Production Potency* positif. Efektivitas CaO, batu gamping Silungkang, dan kubang bermasa unggun 10 gr dalam menetralkan air asam tambang ber pH 4, pada sistem unggun diam menghasilkan konversi kalsium maksimal masing masing 23,98 %, 47,4% dan 27,77% dengan pencapaian pH air produk untuk CaO 12,4, 12,5, 12, untuk gamping Silungkang 7, 6, 5 , dan gamping kubang 7, 6,8 ,6,6 serta debit air asam 6,21 ml/menit hingga 49,49 ml/menit. Kebutuhan bahan penetral untuk netralisasi air asam tambang batubara PT XYZ Sawahlunto dengan debit inlet sump 496,8 m³/ jam membutuhkan unggun CaO, gamping Silungkang ,dan gamping Kubang masing masing 0,87 ton, 5,2 ton dan 2,2 ton.

Kata kunci: Air Asam Tambang, Netralisasi, Sistem Unggun Diam, CaO, Batu Gamping, Formasi Silungkang, XRF.

ABSTRACT

Coal mining activities have the potential to produce acid mine drainage (AMD) due to the oxidation of sulfide minerals such as pyrite (FeS_2) found in the overburden. AMD has a low pH and contains metal teslants, which can pollute the environment if not managed properly. This study aims to identify the potential for AMD formation in the Sawahlunto Formation and evaluate the effectiveness of neutralizing materials such as laboratory CaO and Silungkang Formation limestone in neutralizing AMD using a fixed bed system.

The methods used in this study include geochemical analysis using X-Ray Fluorescence (XRF) to determine sulfur and calcium levels as determinants of Potential Acid Forming (PAF) or Non-Acid Forming (NAF), as well as laboratory AMD neutralization experiments. Overburden and limestone samples were taken from several locations in the Sawahlunto area. The main parameters analyzed in the neutralization process were pH and Total Dissolved Solids (TDS). Experiments were conducted with varying acid water discharge rates and the use of three types of neutralizing materials: CaO, Silungkang limestone, and Kubang limestone.

The results showed that several overburden samples from the Sawahlunto Formation were classified as PAF, specifically samples from the Salak 1 and Salak 2 locations, which had a positive Net Acid Production Potential (NPP). The effectiveness of CaO, Silungkang limestone, and Kubang limestone with a 10-gram bed mass in neutralizing acid mine drainage with a pH of 4.0 in a stationary bed system resulted in maximum calcium conversions of 23.98%, 47.4%, and 27.77%, respectively, with product water pHs of 12.4, 12.5, and 12 for CaO, Silungkang limestone 7, 6, and 5, and Kubang limestone 7, 6.8, and 6.6, respectively, and acid water discharges ranging from 6.21 ml/minute to 49.49 ml/minute. The need for neutralizing materials for the neutralization of acid mine drainage from PT XYZ Sawahlunto coal with an inlet sump discharge of 496.8 m³/hour requires a bed of CaO, Silungkang limestone, and Kubang limestone of 0.87 tons, 5.2 tons, and 2.2 tons, respectively.

Keywords: Acid Mine Drainage, Neutralization, Fixed-Bed System, CaO, Limestone, Silungkang Formation, XRF.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Studi Potential Acid Forming dan Netralisasi Air Asam dengan CaO dan Batu Gamping Formasi Silungkang Menggunakan Sistem Unggun Diam pada Tambang Batubara PT XYZ Sawahlunto.”

Tujuan penulisan Proyek Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Ahli Madya di Program Studi D-III Teknik Pertambangan Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik berupa moril maupun materil dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktik Lapangan Industri dengan lancar
2. Orang tua, keluarga, penulis yang senantiasa memberi do’a dan dukungan baik secara moral dan materi dan memberikan pengaruh besar dalam terlaksananya kegiatan Penelitian Proyek Akhir.
3. Bapak Dr. Yudi Antomi, M.Si Selaku Direktur Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T. Selaku Kepala Departemen Teknik Pertambangan
5. Bapak Ir. Harizona Aulia Rahman, M.Eng., selaku koordinator Program Studi D-3 Teknik Pertambangan.

6. Bapak Ir. Arif Algifari S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir sekaligus dosen prmbimbing akademik.
7. Bapak Dr. Ir. Heri Prabowo, M. T. selaku Dosen Penguji 1
8. Ibu Ir. Fitri Nauli, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 2
9. Seluruh jajaran dan dosen dan karyawan Departemen Teknik Pertambangan yang membantu selama proses perkuliahan.
10. Beserta semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap, semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang berguna.

Padang, 8 Agustus 2025

Wahyuda Pratama
NIM. 22802042

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	iii
BIODATA PENULIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Air Asam Tambang (AAT).....	7
2.2 Pengolahan Air Asam Tambang (AAT)	8
2.3 Proses Netralisasi AAT.....	10
2.4 Studi Terkait	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Jenis Penelitian	15
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.3 Alat dan Bahan.....	16
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.5 Pengolahan Data	18
3.6 Diagram Alir Penelitian	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Deskripsi Sampel Batuan.....	20
4.2 Hasil Analisis XRF Potensi PAF dan NAF	22
4.3 Hasil Netralisasi Air Asam Tambang	25
4.4 Efektivitas Konversi Kalsium	30
4.5 Simulasi Kebutuhan Bahan Penetral di Tambang PT XYZ	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	36
 DAFTAR PUSTAKA.....	 37
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Konseptual	22
Gambar 2. Peta Lokasi pengambilan sampel <i>overburden</i>	25
Gambar 3. Peta Geologi Kota Sawahlunto dan Titik Pengambilan Sampel ...	27
Gambar 4. Stratigrafi Formasi Cekungan Ombilin	30
Gambar 5. Stratigrafi Formasi Lapisan Sawahlunto	34
Gambar 6. Dokumentasi Pengambilan Sampel Batuan	39
Gambar 7. Preparasi Sampel	39
Gambar 8. Analisis X-Ray Fluorescence	40
Gambar 9. Skema Aliran Unggun Diam Penetralkan pH AAT	41
Gambar 10. Rangkaian Alat Eksperimen.....	42
Gambar 11. Proses Pengaliran Air Asam ke Unggun Batuan.....	44
Gambar 12. Pengukuran pH dan TDS	45
Gambar 13. Analisis Ca Sampel Batuan Setelah Digunakan.....	46
Gambar 14. Diagram alir penelitian.....	47
Gambar 15. Batuan Overburden Lokasi 1 (Sikalang).....	49
Gambar 16. Batuan Overburden Lokasi 2 (Salak 1).....	49
Gambar 17. Batuan Overburden Lokasi 3 (Salak 2).....	50
Gambar 18. Batu Gamping Silungkang	51
Gambar 19. Batu Gamping Kubang.....	51
Gambar 20. Batu Kapur (CaO)	52
Gambar 21. Grafik pH Netralisasi AAT menggunakan CaO	55
Gambar 22. Grafik TDS Netralisasi AAT menggunakan CaO.....	56
Gambar 23. Grafik Konversi kalsium CaO.....	56
Gambar 24. Grafik pH Batu Gamping Silungkang.....	57
Gambar 25. Grafik TDS Batu Gamping Silungkang	57
Gambar 26. Grafik Konversi kalsium Gamping Silungkang	58
Gambar 27. Grafik pH Batu Gamping Kubang	58
Gambar 28. Grafik TDS Batu Gamping Kubang.....	59
Gambar 29. Grafik Konversi Ca Gamping Kubang.....	59
Gambar 30. Grafik pH Kali Pengisian CaO.....	62
Gambar 31. Grafik TDS Kali Pengisian CaO	62
Gambar 32. Grafik pH Kali Pengisian Gamping Silungkang.....	63
Gambar 33. Grafik TDS Kali Pengisian Gamping Silungkang	64
Gambar 34. Grafik pH Kali Pengisian Gamping Kubang.....	64
Gambar 35. Grafik TDS Kali Pengisian Gamping Kubang.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal kegiatan penelitian	35
Tabel 2. Variasi percobaan.....	38
Tabel 3. Hasil uji xrf	15
Tabel 4. Estimasi Net Acid Producing Potential (NAPP).....	15
Tabel 5. . Hasil Uji XRF Sampel Batuan Sebelum di Gunakan Untuk Netralisasi air Asam Tambang	16

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan sumber daya alam yang melimpah, khususnya pada sektor pertambangan batubara. Batubara menjadi salah satu komoditas unggulan yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional melalui ekspor pemenuhan kebutuhan energi domestik. Salah satu perusahaan yang turut berperan dalam industri ini adalah PT XYZ, yang memiliki lokasi penambangan batubara di Sawahlunto, Sumatera Barat. Batubara ini terdapat pada Formasi Sawahlunto yang menjadi bagian dari susunan sedimentasi cekungan Ombilin (Algifari et al., 2023).

Meskipun kegiatan pertambangan batubara memberikan kontribusi besar bagi pembangunan ekonomi, aktivitas ini juga membawa dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu permasalahan yang muncul akibat aktivitas penambangan batubara adalah terbentuknya air asam tambang (AAT). Air asam tambang adalah air yang memiliki tingkat keasaman tinggi (pH rendah) dan biasanya mengandung konsentrasi logam berat yang berbahaya. Hal ini terjadi akibat proses oksidasi mineral sulfida, terutama pirit (FeS_2) (Algifari et al., 2024; Har et al., 2025), yang banyak terdapat pada lapisan batubara dan batuan overburden dan interburden.

Oksidasi pirit menghasilkan besi hidroksida dan asam sulfat, yang menyebabkan air di sekitar lokasi tambang menjadi asam. Kondisi asam ini mempermudah pelarutan logam-logam berat seperti besi (Fe), mangan (Mn), aluminium (Al), dan logam berat lainnya. Akibatnya, air asam tambang menjadi ancaman serius bagi kualitas air permukaan dan air tanah di sekitar lokasi tambang. Selain itu, AAT dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan, menurunkan produktivitas lahan, serta berpotensi membahayakan kesehatan manusia.

Pengelolaan air asam tambang menjadi salah satu tantangan yang harus dihadapi oleh perusahaan tambang. Apabila tidak dikelola dengan baik, air asam tambang dapat mencemari sungai, danau, dan badan air lainnya yang menjadi sumber air bagi masyarakat. Air asam tambang yang mengandung loga. berat juga dapat mengganggu kesehatan biota perairan, mempengaruhi keanekaragaman hayati, dan merusak habitat alami. Oleh karena itu, upaya pengendalian dan pengelolaan AAT merupakan kewajiban yang harus dipenuhi sesuai dengan regulasi lingkungan yang berlaku, seperti Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Dalam konteks pengelolaan air asam tambang, salah satu metode yang umum digunakan adalah melalui proses netralisasi dan pengendapan logam berat. Metode ini melibatkan penambahan bahan kimia alkali, seperti kapur tohor (CaO) atau batu kapur (CaCO_3), yang berfungsi untuk menaikkan pH air asam tambang. Dengan kenaikan pH, ion logam berat akan mengalami

presipitasi dalam bentuk hidroksida yang tidak larut, sehingga konsentrasi logam berat dalam air dapat berkurang.

Metode ini dinilai efektif, relatif murah, dan banyak diterapkan pada sistem pengolahan air tambang di berbagai perusahaan tambang batubara di Indonesia. Namun demikian, efektivitas metode ini sangat bergantung pada beberapa faktor, seperti konsentrasi bahan kimia yang digunakan, waktu pengendapan, dan kondisi lapangan.

Di PT XYZ, kasus terbentuknya air asam tambang telah menjadi perhatian. Hasil pemantauan kualitas air di area tambang Sawahlunto menunjukkan nilai pH yang rendah sekitar 4 (Ananda, 2024). Hal ini menjadi indikator bahwa diperlukan upaya pengelolaan AAT yang lebih terarah dan berkelanjutan. Selain untuk memenuhi kepatuhan terhadap peraturan lingkungan, pengelolaan AAT juga menjadi bagian penting dari tanggung jawab perusahaan, mengingat air asam tambang yang tidak dikelola dapat berdampak langsung pada masyarakat sekitar.

Penelitian ini akan berfokus pada pengendapan dan netralisasi air asam tambang yang dihasilkan di area tambang PT XYZ menggunakan sistem unggun diam. Bahan utama yang digunakan untuk netralisasi adalah batu Gamping (CaCO_3) dan batu kapur (CaCO_3), yang tersedia di formasi Silungkang yang masih berada pada lingkungan cekungan Ombilin. Penggunaan kapur sebagai agen netralisasi telah banyak

Metode ini dinilai efektif, relatif murah, dan banyak diterapkan pada sistem pengolahan air tambang di berbagai perusahaan tambang batubara di Indonesia. Namun demikian, efektivitas metode ini sangat bergantung pada beberapa faktor, seperti konsentrasi bahan kimia yang digunakan, waktu pengendapan, dan kondisi lapangan.

Di PT. XYZ, kasus terbentuknya air asam tambang telah menjadi perhatian. Hasil pemantauan kualitas air di area tambang Sawahlunto menunjukkan nilai pH yang rendah sekitar 4 (Ananda, 2024). Hal ini menjadi indikator bahwa diperlukan upaya pengelolaan AAT yang lebih terarah dan berkelanjutan. Selain untuk memenuhi kepatuhan terhadap peraturan lingkungan, pengelolaan AAT juga menjadi bagian penting dari tanggung jawab perusahaan, mengingat air asam tambang yang tidak dikelola dapat berdampak langsung pada masyarakat sekitar.

Penelitian ini akan berfokus pada pengendapan dan netralisasi air asam tambang yang dihasilkan di area tambang PT. XYZ menggunakan sistem unggun diam. Bahan utama yang digunakan untuk netralisasi adalah batu Gamping (CaCO_3) dan batu kapur (CaCO_3), yang tersedia di formasi Silungkang yang masih berada pada lingkungan cekungan Ombilin. Penggunaan kapur sebagai agen netralisasi telah banyak

direkomendasikan dalam literatur ilmiah, karena memiliki kemampuan meningkatkan pH air asam tambang.

Selain itu, penelitian ini juga akan mengkaji parameter-parameter kimia penting, seperti pH dan total dissolved solids (TDS) sebelum dan sesudah proses netralisasi. Parameter-parameter tersebut merupakan indikator utama yang dapat menunjukkan sejauh mana efektivitas proses netralisasi dan pengendapan yang dilakukan.

Melalui penelitian ini, diharapkan akan diperoleh data dan informasi yang dapat menjadi dasar bagi PT XYZ dalam menyusun strategi pengelolaan air asam tambang yang lebih baik. Hasil penelitian juga diharapkan dapat memberikan kontribusi ketika hasil penelitian ini diterapkan pada kondisi nyata di penambangan PT. XYZ.

Berdasarkan uraian di atas, latar belakang penelitian ini menjadi landasan penting bagi proyek akhir dengan judul *Studi Potential Acid Forming dan Netralisasi Air Asam dengan CaO dan Batu Gamping Formasi Silungkang dan Tuhur Menggunakan Sistem Unggun Diam pada Tambang Batubara PT XYZ Sawahlunto*. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan data empiris yang bermanfaat bagi perusahaan dan masyarakat, serta menjadi rujukan untuk pengelolaan air asam tambang yang lebih efektif dan efisien.

B. Identifikasi Masalah

Masalah yang diidentifikasi adalah:

1. Potensi pembentukan air asam tambang dari batuan penutup di Formasi Sawahlunto belum diketahui secara pasti, khususnya dari sisi kandungan unsur-unsur pembentuk AAT seperti sulfur dan besi.
2. Metode identifikasi awal potensi pembentukan AAT yang lebih sederhana dan cepat, seperti analisis X-Ray Fluorescence (XRF), belum banyak diketahui
3. Penggunaan batu gamping Formasi Silungkang sebagai agen netralisasi AAT belum banyak diteliti, terutama dalam komparasi dengan CaO laboratorium untuk mengetahui efektivitasnya.
4. Belum tersedia data eksperimen terkait penerapan netralisasi pasif sistem unggun diam (*fixed-bed*) sebagai metode sederhana untuk proses netralisasi AAT menggunakan kombinasi CaO dan batu gamping lokal.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan berdasarkan kasus tambang batubara PT XYZ di wilayah Sawahlunto, yang berada dalam cakupan geologi Formasi Sawahlunto.
2. Identifikasi potensi pembentukan air asam tambang (PAF) dilakukan terhadap lapisan batuan penutup (*overburden*) Formasi Sawahlunto, dengan pendekatan analisis unsur menggunakan X-Ray Fluorescence

(XRF). Penelitian tidak melakukan uji pelindian (*leach test*), hanya terbatas pada interpretasi potensi AAT melalui analisis kandungan unsur dan estimasi secara empiris nilai MPA dan ANC untuk menentukan NAPP.

3. Data pH air asam tambang diperoleh dari data sekunder berupa hasil publikasi ilmiah terkait penambangan batubara di wilayah Sawahlunto. Tidak dilakukan pengambilan sampel air langsung dari lapangan. Air asam yang digunakan dalam percobaan merupakan sampel simulasi laboratorium, yang disiapkan untuk mewakili karakteristik pH air asam lapangan ($\text{pH} \pm 4$) sesuai referensi sekunder.
4. Bahan penetral yang digunakan adalah CaO laboratorium dan batu gamping alami dari Formasi Silungkang tanpa perlakuan kimia tambahan.
5. Untuk tujuan scale-up proses netralisasi, perhitungan didasarkan debit inlet air sump dari tambang batubara yang diambil dari data sekunder referensi teknis terkait sistem

D. Rumusan Masalah

1. Apakah batuan Formasi Sawahlunto memiliki potensi sebagai pembentuk air asam tambang (PAF)?
2. Bagaimana efektivitas CaO laboratorium dan batu gamping dari penanganan air tambang di Sawahlunto.

3. Bagaimana estimasi kebutuhan material penetral (CaO dan batu gamping) untuk proses netralisasi air asam tambang berdasarkan debit air sump dari tambang batubara PT. XYZ Sawahlunto?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi potensi pembentukan air asam tambang (PAF) dari lapisan batuan penutup (*overburden*) Formasi Sawahlunto berdasarkan kandungan unsur sulfida (S) dan besi (Fe) melalui analisis X-Ray Fluorescence (XRF).
2. Menganalisis efektivitas CaO laboratorium dan batu gamping Formasi Silungkang dalam menetralkan air asam tambang buatan pada sistem unggun diam (*fixed-bed*) skala laboratorium.
3. Mengestimasi kebutuhan bahan penetral (CaO dan batu Gamping) untuk proses netralisasi air asam tambang berdasarkan data debit air sump tambang batubara PT XYZ Sawahlunto dari referensi sekunder.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis pada kegiatan Netralisasi pH Air asam Tambang menggunakan CaO dan Batu Gamping

1. Potensi pembentukan air asam tambang dari lapisan batuan penutup (overburden) Formasi Sawahlunto berdasarkan kandungan unsur sulfur (S), besi (Fe) dan Calcium (Ca) melalui analisis X-Ray Fluorescence (XRF), dari 3 sampel batuan yang diambil dari lokasi sekitar Pertambangan di Sawahlunto teridentifikasi 2 batuan PAF daerah salak lokasi 1 dan 2 sampel batuan NAF pada lokasi sikalang. Sampel batuan PAF diestimasi memiliki nilai NAPP positif.
2. Efektivitas CaO, batu Gamping Silungkang, dan Kubang bermasa unggul 10 gr dalam menetralkan air asam tambang buatan ber pH 4 pada sistem unggul diam menghasilkan konversi kalsium maksimal masing masing 23,98 %, 47,4% dan 27,77% dengan pencapaian pH 5 – 12,4 serta debit air asam 6,21 ml/menit hingga 49,49 ml/menit.
3. Kebutuhan bahan penetral untuk netralisasi air asam tambang batubara PT XYZ Sawahlunto dengan debit 496,8 m³/jam membutuhkan unggul CaO, Gamping Silungkang, dan Gamping Kubang masing masing 0,87 ton, 5,2 ton, 2,2 ton.

B. Saran

1. Disarankan kepada peneliti berikutnya untuk mengambil sampel batuan penetral yang lebih beragam dari berbagai lokasi tambang guna memperoleh gambaran yang lebih representatif terhadap potensi pembentukan air asam tambang (PAF dan NAF).
2. Lakukan pengujian netralisasi secara jangka panjang untuk mengetahui efektivitas penetralan, khususnya terhadap fluktuasi debit air asam hingga komposisi penetral habis.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan uji coba dalam skala lapangan agar efektivitas CaO dan batu gamping dapat diuji dalam kondisi nyata tambang.
4. Pengembangan desain unggun reaktor (seperti variasi ketinggian unggun, ukuran butiran, dan kecepatan aliran) perlu diteliti lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi penetralan pH

DAFTAR PUSTAKA

- Akcil, A., & Koldas, S. (2006). Acid mine drainage (AMD): Causes, treatment and case studies. *Journal of Cleaner Production*, 14(12–13), 1139–1145.
- Algifari, A., Yanti, S. R., & Nauli, F. (2023). Studi review: Evaluasi batubara Formasi Sawahlunto sebagai batuan induk hidrokarbon. *JUSTEK: Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(3), 308–322.
- Algifari, A., Yanti, S. R., Nauli, F., & Aisyah, S. (2024). Neutralization of acid mine drainage with calcium hydroxide in sand packed bed contactor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(2), 171–175.
- Ananda, R. (2024). Penetrulan pH air asam tambang menggunakan metode pasif open limestone channel dengan penambahan fly ash, zeolite, dan pasir silika pada pengujian laboratorium.
- Jurnal Geoteknik Tambang*, 7(September), 75–82.
- Figuerola, L., Green, T., Miller, A., & Wildeman, T. (2007). Treatment of metal mine drainage: Practices and options. EPA Report. Har, R., Riam, M. A., Octova, A., Ichsan, I. B., Aulia, H. B., Anarta, R., Harizona, A. R., Rangga, A. P. H.,
- Ananda, R., Rusli, H. A. R., Prabowo, H., & Rahman, H. A. (2024). Penetrulan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif Open Limestone Channel dengan Penambahan Fly Ash, Zeolite, dan Pasir Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 7(1), 75-82.

- Fadly, A., Maiyudi, R., & Ananda, R. (2025). Passive treatment of acid mine drainage (AMD) using an open limestone channel system prior to discharge into surface water bodies. *Water Conservation and Management*, 9(2), 257–268.
- Johnson, D. B., & Hallberg, K. B. (2005). Acid mine drainage remediation options: A review. *Science of the Total Environment*, 338(1–2), 3–14.
- Kamano Atanay, S. N. (2024). Perencanaan teknis mine dewatering dan mine drainage di Pit Timur PT Allied Indo Coal Jaya Parambanan, Desa Batu Tanjung, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatra Barat (Skripsi).Jambi.
- KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Lovett, R. J., Grimes, D. J., & Brown, G. E. (2004). Evaluation of limestone drains to treat acid mine drainage. *Mine Water and the Environment*, 23(3), 122–131.
- Skousen, J., Ziemkiewicz, P., & McDonald, L. M. (1998). Acid mine drainage control and treatment.
- West Virginia University Extension Service. Susilo, R. (2020). Netralisasi air asam tambang menggunakan kapur: Studi kasus di Kalimantan Timur.
- Younger, P. L., Banwart, S. A., & Hedin, R. S. (2002). *Mine water: Hydrology, pollution, remediation*. Kluwer Academic Publishers.
- Silva, D., Weber, C., & Oliveira, C. (2021). Neutralization and uptake of pollutant cations from acid mine drainage (AMD) using limestones and zeolites in a pilot-scale

passive treatment system. *Minerals Engineering*, 170, 107000.

<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.107000>

Stumm, W., & Morgan, J. J. (1996). *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters* (3rd ed.). Wiley-Interscience.