

Analisis Geokimia Batuan untuk Mengidentifikasi Potensi Pembentukan Air Asam Tambang di PT. Banjarsari Pribumi, Lahat, Sumatera Selatan

Geochemical Analysis of Rocks to Identify the Potential Formation of Acid Mine Drainage at PT. Banjarsari Pribumi, Lahat, South Sumatra

Yoki Omando Simarmata^{1*}, Edy Jamal Tuheteru¹, Reza Aryanto¹, Suliestyah¹, Fadhilah¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta, 11450, Indonesia.

*E-mail untuk korespondensi (*corresponding author*): yoki@gmail.com

ABSTRAK – Air asam tambang dapat dihasilkan karena batuan penutup batubara yang mengandung mineral sulfida terekspos oleh udara dan air. Pembentukan air asam di tambang merupakan salah satu masalah lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas pertambangan batubara. Air asam tambang, juga dikenal sebagai AAT, adalah air yang bersifat asam yang berasal dari oksidasi mineral sulfida yang terpajan atau terdedah (terpapar) di udara dengan kehadiran air. Ini memiliki tingkat keasaman yang tinggi dan sering ditunjukkan dengan pH yang rendah di bawah 5. Karakterisasi geokimia batuan adalah langkah pertama menuju pemahaman proses pembentukan air asam tambang. Ini terdiri dari uji statik dan uji kinetik yang dapat divalidasi. Sebanyak enam sampel (BP-A, BP-B, BP-C, BP-D, BP-E, dan BP-F) akan dikumpulkan dan diuji di Laboratorium Analisa Batubara dan Mekanika Batuan FTKE Universitas Trisakti. Karakteristik batuan, pH, postnsi pembentukan sulfida, dan geokimia batuan akan dievaluasi selama uji statik sampel; hasilnya akan dikategorikan sebagai PAF jika batuan tersebut berpotensi menghasilkan air asam tambang, dan NAF jika batuan tersebut tidak berpotensi menghasilkan air asam tambang.

Kata kunci: AAT, Karakteristik Geokimia, PAF, NAF

ABSTRACT – Acid mine drainage can be generated when coal seams containing sulfide minerals are exposed to air and water. The formation of acid mine drainage is one of the environmental problems caused by coal mining activities. Acid mine drainage, also known as AAT, is acidic water derived from the oxidation of sulfide minerals exposed to air in the presence of water. It has a high level of acidity and is often indicated by a low pH below 5. Geochemical characterization of rocks is the first step towards understanding the process of acid mine drainage formation. It consists of static tests and kinetic tests that can be validated. A total of six samples (BP-A, BP-B, BP-C, BP-D, BP-E, and BP-F) will be collected and tested at the Laboratory of Coal Analysis and Rock Mechanics FTKE Trisakti University. Rock characteristics, pH, sulfide formation rate, and rock geochemistry will be evaluated during the static test of the samples; the results will be categorized as PAF if the rock has the potential to produce acid mine drainage, and NAF if the rock does not have the potential to produce acid mine drainage.

Keywords: AAT, Geochemical Characterization, PAF, NAF

PENDAHULUAN

Pada penambangan dengan tambang terbuka, penggalian batuan atau tanah yang akan dipisahkan dapat memengaruhi kondisi lingkungan secara langsung maupun tidak langsung. Kegiatan penambangan dan penimbunan juga akan mengubah bentuk batuan sehingga menjadi kontak langsung dengan udara dan air. Akibatnya, mineral sulfida dan pirit yang ditemukan pada batubara dapat menyebabkan pembentukan air asam tambang (AAT) jika batuan tersebut terkontak langsung dengan air dan udara. Air asam tambang (AAT), juga dikenal sebagai air asam batuan (AMD) atau air asam batuan (ARD), adalah air yang bersifat asam dengan tingkat keasaman yang tinggi dan sering ditandai dengan nilai pH yang rendah di bawah 5. Terjadinya oksidasi mineral sulfida yang terpanjang

atau terendah (terpapar) di udara dengan kehadiran air menyebabkan pembentukan air asam tambang (AAT).

Pembentukan air asam tambang terjadi ketika dinding pit yang mengandung mineral sulfida yang teroksidasi ke permukaan teroksidasi oleh oksigen dan dilindungi oleh air dari berbagai sumber, seperti air hujan, aliran air sekitar pit, dan aliran air tanah. Akibatnya, konsentrasi logam-logam terlarut meningkat pada badan air penerima. Pengelolaan dan pencegahan AAT: Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Lampiran 2 NO.2 Point 6 menetapkan bahwa setiap perusahaan tambang harus melakukan penelitian AAT saat menyusun dokumen studi kelayakan.

Air Asam Tambang

Air asam tambang adalah masalah lingkungan yang dapat muncul dari kegiatan penambangan batubara dan bijih. Ini terjadi karena mineral sulfida tersingkap karena kontak dan teroksidasi oleh oksigen, oksidator utama, dan membentuk produk oksidasi.

Air hujan kemudian membuat produk oksidasi terlindi. Pembentukan air asam tambang menyebabkan peningkatan keasaman di badan air penerima, yang ditandai dengan nilai pH yang lebih rendah. Pembentukan air asam tambang juga menyebabkan konsentrasi logam-logam terlarut meningkat di badan air penerima. Di perkebunan batubara, metode tambang terbuka (open pit mine) dan timbunan batuan penutup (overburden disposal) digunakan. Ketika lapisan batuan penutup yang beroperasi tersingkap menjadi dinding pit dan bersentuhan dengan oksigen dan air, pembentukan air asam tambang di pit penambangan tidak dapat dihindari.

Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Air Asam Tambang

Ada sejumlah faktor yang mencakup proses kimia, fisika, dan biologi yang sangat khusus yang memengaruhi pembentukan AAT. Faktor-faktor tersebut terdiri dari tiga komponen: primer, sekunder, dan tersier. Karena air asam tambang (AAT) dapat mengakibatkan penurunan kualitas air, air permukaan, dan air tanah, dan jika dialirkan ke sungai, akan berdampak pada masyarakat yang tinggal disepanjang aliran sungai dan biota di darat lainnya, pengendalian air asam tambang harus dilakukan baik selama proses penambangan maupun setelahnya.

Karakteristik Air Asam Tambang

Pengelolaan AAT memerlukan karakterisasi batuan untuk mengetahui apakah batuan tersebut memiliki kemampuan untuk membentuk asam, sehingga dapat diprediksi pembentukan AAT pada saat penambangan berikutnya. Setelah melakukan penilaian berbagai kemungkinan pembentukan air asam di tambang, prediksi dapat dibuat berdasarkan skala, magnitudo, durasi, dampak jangka panjang, dan pelepasan logam terhadap lingkungan. Prediksi dibuat melalui pemodelan geokimia, uji statik dan kinetik, dan interpretasi data lapangan dan laboratorium. Menurut Lawrence (1991).

Karakteristik Geokimia Batuan

Sebagai bagian dari proses pembentukan air asam tambang, batuan mengalami proses pelapukan (weathering) dan pelindian (leaching), yang dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Hasil uji potensi pembentukan air asam tambang adalah yang digunakan untuk menentukan klasifikasi batuan. Faktor-faktor yang dipertimbangkan untuk klasifikasi batuan adalah pH pasta, total sulfur, ANC (Kapasitas Mencegah Asam), dan NAG (Net Acid Generating). Terdapat tiga kategori batuan dalam klasifikasi, yakni Potentially Acid Forming (PAF), Non Acid Forming (NAF) dan Uncertainty (UC).

Tabel. 1 Kriteria batuan

parameter	Kriteria
$NAPP \leq 0$ dan $NAG\ pH \geq 4,5$	NAF
$NAPP > 0$ dan $NAG\ pH < 4,5$	PAF
$NAPP > 0$ dan $NAG\ pH > 4,5$	Uncertain
$NAPP \leq 0$ dan $NAG\ pH < 4,5$	Uncertain

Uji Statik

Mengkarakterisasi batuan dimulai dengan uji statik. Ini adalah tujuan dari uji ini untuk menghitung neraca kedua komponen pembentuk asam, yaitu mineral sulfida (terutama mineral karbonat) dan komponen pengkonsumsi asam (terutama mineral karbonat), yang terdapat di dalam sampel batuan. Tujuan dari uji adalah untuk menentukan kemungkinan pembentukan asam pada batuan. Total sulfur, spesies sulfur, pH pasta, kapasitas penetral asam (KPA), dan pembentukan asam netto (PAN) adalah beberapa tes yang dilakukan dalam uji statik.

Uji Kinetik

Uji kinetik menggunakan simulasi reaksi oksidasi batuan untuk mengetahui bagaimana reaksi pembentukan asam bekerja pada sampel. Uji kinetik dapat digunakan untuk memprediksi sifat pelapukan jangka panjang sebagai fungsi dari waktu. Penelitian ini melakukan uji kinetik dengan beberapa jenis uji kinetik, termasuk uji sel lembap, uji kolon drainase bebas, dan uji ekstraksi soshol. Uji kinetik membutuhkan banyak pengukuran dan waktu untuk mengevaluasi berbagai masalah. Uji kinetik membutuhkan waktu bergantung pada sifat material yang diuji dan reaktivitas mineral sulfida tergantung dalam sampel.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mendapatkan hasil terbaik dari pembentukan air asam tambang dan bagaimana proses unsur penetral pada batuan. Selain itu, mereka menggunakan metode deskriptif untuk mengolah data pengujian untuk mengidentifikasi karakteristik, serta volume, pH, dan daya hantar listrik air lindi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampling dilakukan di PT Banjarsari Pribumi di pit selatan ABL dengan metode grab sampling pada dinding pit. Pengambilan sampel dilakukan di beberapa lokasi berbeda, yang akan digunakan sebagai litologi overburden pada dinding pit yang telah diambil di setiap lokasi tersebut. Sampel diambil pada area pit south ABL yang terdiri dari lapisan batubara multi-seam dan lapisan SK. Empat sampel diambil pada area interburden dan dua sampel diambil pada overburden. Sampel yang diambil digunakan untuk menentukan litologi wilayah.

Tabel. 2 Data sampel yang diambil

NO	Kode Sampel	Tipe Batuan
1	BP - A	<i>Shale Stone</i>
2	BP - B	<i>Shale Stone</i>
3	BP - C	<i>Clay(ada sisipan karbon)</i>
4	BP - D	<i>Clay (dibawah Batubara)</i>
5	BP - E	<i>Clay</i>
6	BP - F	<i>Soil dicampur overburden</i>

Uji Statik

Pengujian total sulfur dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan sampel, yang memungkinkan untuk mengidentifikasi komponen utama pembentukan asam pada sampel. Tersedianya mineral sulfida atau sumber sulfur, oksigen (dalam udara) sebagai pengoksidasi, dan air untuk mencuci hasil oksidasi. Oleh karena itu, kita perlu mengetahui jenis sulfur yang ada pada sampel

yang mudah teroksidasi dalam sulfur dalam bentuk mineral sulfida. Nilai MPA, atau nilai maksimum potensi asam, adalah ukuran kemampuan alami batuan untuk menghasilkan air asam, dengan nilai maksimum potensi asam pada satuan kilogram/H₂SO₄.

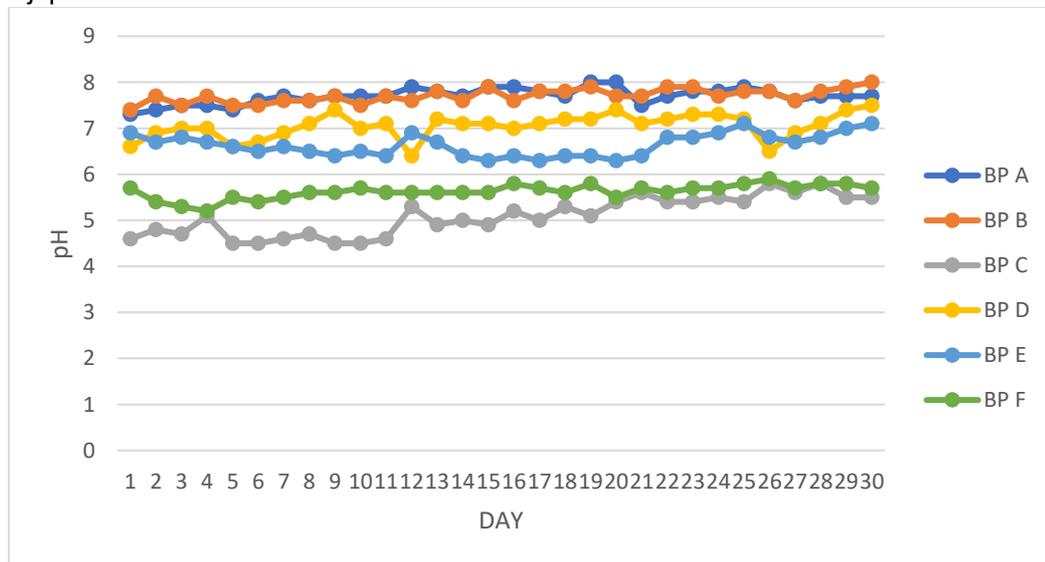
Uji Kinetik

Pengujian kinetik ini akan menghasilkan air lidian untuk diolah untuk mengukur pH, EC, dan TDS. Air lidian akan dimasukkan ke dalam botol berukuran 100 mililiter untuk menghindari paparan oksigen, karena hal ini dapat mempengaruhi hasil uji.



Gambar. 1 Uji Kinetik FDLCT

a. Uji pH



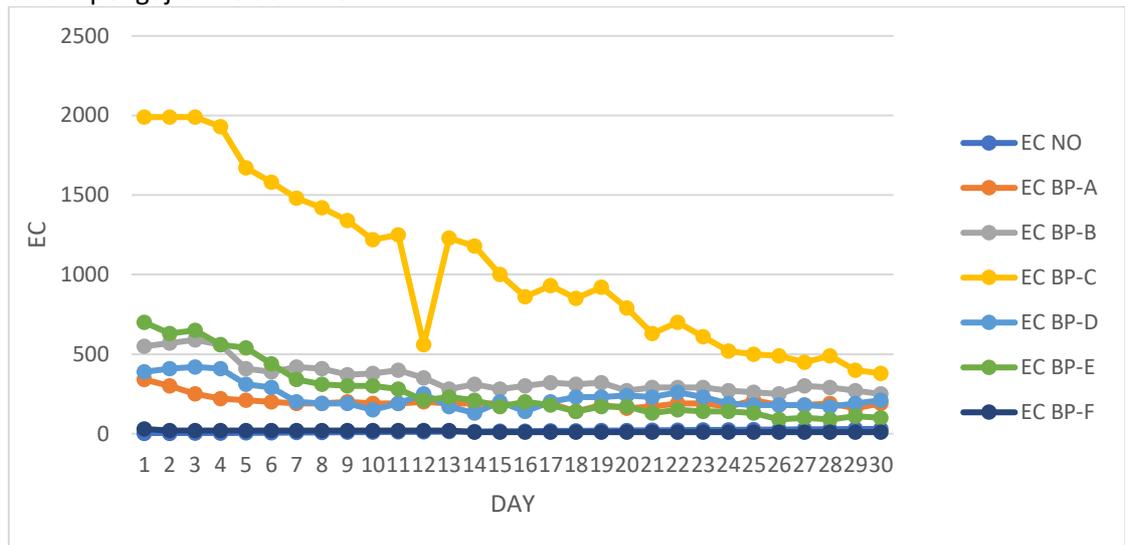
Gambar. 2 Hasil pH uji kinetik selama 30 hari

Dari grafik diatas terlihat bahwa pH pada sampel BP-A cenderung stabil, tanpa perubahan signifikan, dengan rentang pH antara 7,3-8,0. Hal ini menunjukkan bahwa sampel BP-A memiliki pH >6,0. Sementara itu, pada sampel BP-B, nilai pH berkisar antara 7,3-8,0, yang juga menunjukkan stabilitas tanpa perubahan signifikan. Untuk sampel BP-C, pH berkisar antara 4,5-5,8. Meskipun pH hampir mendekati <4,5, sampel BP-C masih dikategorikan tidak asam karena pH-nya tidak sampai di bawah 4,5. Namun, sampel BP-C masih dikategorikan tidak

asam karena pH-nya tidak turun di bawah 4,5. Pada sampel BP-D, pH berkisar antara 6,4-7,5, menunjukkan kestabilan karena tidak ada perubahan signifikan. Sampel BP-E memiliki pH antara 6,4-7,1, sedangkan sampel BP-F memiliki pH antara 5,2-5,9. Sampel BP-F masih termasuk tidak asam karena pH-nya tetap di atas 4,5 dan tidak turun di bawah 4,5.

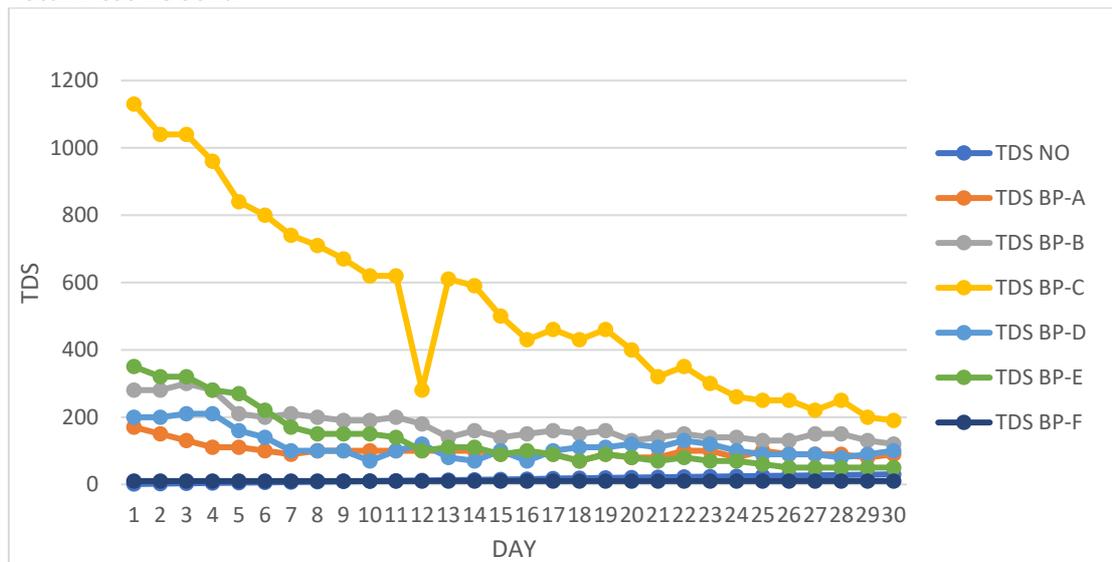
b. *Electrical Conductivity*

Parameter EC digunakan untuk menggambarkan kemampuan air lindi dalam menghantarkan listrik. Secara prinsip, nilai EC berhubungan dengan nilai TDS, di mana tingginya nilai EC bergantung pada jumlah zat terlarut dalam TDS. Pada Gambar. 3, ditunjukkan hasil nilai EC dari enam sampel yang diuji selama 30 hari dengan siklus harian. Sampel BP-C menunjukkan perubahan yang cukup signifikan, mengalami penurunan dan kemudian kenaikan, dibandingkan dengan lima sampel lainnya. Perkembangan EC dan TDS menunjukkan keselarasan, menandakan bahwa tingkat perubahan pada sampel BP-C memiliki kesamaan dalam pengujian EC dan TDS.



Gambar. 3 Hasil uji EC selama 30 hari

c. *Total Dissolve Solid*



Gambar. 4 Hasil uji TDS selama 30 hari

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memvalidasi karakterisasi geokimia pada sampel yang didasarkan pada uji statik yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil dari pengujian kinetik yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan hal ini. Nilai pH dan TDS pada air lindi, yang terdiri dari sampel BP-A, BP-B, BP-C, BP-D, BP-E, dan BP-F, dapat dibandingkan dalam Tabel IV. Nilai pH dan TDS pada sampel yang telah diuji dapat dilihat pada Tabel. 3.

Tabel. 3 Nilai pH dan TDS air lindi

Sampel	pH	TDS rata-rata (ppm)	Karakterisasi Geokimia
BP-A	7,3-8	99	NAF
BP-B	7,3-8	176,3333	NAF
BP-C	4,5-5,8	530,6667	NAF
BP-D	6,4-7,5	115,6667	NAF
BP-E	6,4-7,1	132	NAF
BP-F	5,2-5,9	10	NAF

Uji Logam

Hasil uji logam penelitian diambil dari sampel air lindi yang dipelindian dari ke-enam sampel, yang kemudian dimasukkan ke dalam botol 100 mililiter. Setiap sampel diuji setiap minggu untuk mengidentifikasi adanya logam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian dan analisis menggunakan metode FDCLT menunjukkan bahwa dari keenam sampel, dua sampel berpotensi menghasilkan air asam tambang, yaitu sampel BP-C dan BP-F. Namun, kedua sampel ini masih termasuk dalam kategori NAF, karena kandungan yang bersifat asam atau NAF umumnya memiliki pH di bawah 4,5. Berdasarkan pengujian sebelumnya dan pengujian yang dilakukan saat ini, terjadi peningkatan pH, sehingga potensi pembentukan air asam tambang pada sampel mengalami perubahan. Hasil uji kinetik pada keenam sampel menunjukkan bahwa rata-rata pH yang diperoleh lebih dari 4,5, sehingga dapat dikategorikan sebagai NAF (Non Acid Forming).

Hasil pengujian kinetik menggunakan metode FDCLT menunjukkan bahwa keenam sampel, yaitu BP-A, BP-B, BP-C, BP-D, BP-E, dan BP-F, memiliki nilai pH >4,5. Oleh karena itu, semua sampel tersebut dikategorikan sebagai NAF (Non Acid Forming).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu dalam membantu serta membimbing penulis dalam proses penyusunan skripsi. Serta dengan sabar memberi bimbingan, nasihat dan dukungan kepada penulis dari awal hingga akhir penulis menempuh pendidikan di Universitas Trisakti.

DAFTAR PUSTAKA

Delita Ega Andini. (n.d.). KUALITAS AIR LINDIAN (LEACHATE) HASIL UJI KINETIK CEBAKAN EMAS EPITHERMAL HIGH SULFIDATION.

Elma, M., Sari, N. L., & Pratomo, D. A. (2019). TEKNOLOGI MEMBRAN ORGANO-SILICA UNTUK DESALINASI AIR ASAM TAMBANG. *Konversi*, 8(1). <https://doi.org/10.20527/k.v8i1.6508>

Fuad Avicenna Muhammad, S. A. A. B. S. W. (n.d.). Analisa Mineralogi dan Kualitas Batubara kadingeh, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.

MULYADI ADI. (n.d.). PENGUKURAN KADAR ANION DAN KATION DALAM WET DEPOSITION MENGGUNAKAN METODE ION CHROMATOGRAPHY SKRIPSI ADI MULYADI PROGRAM STUDI KIMIA.

Nadya Irawan, S., Mahyudin, I., Razie, F., & Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, P. (2016). KAJIAN PENANGGULANGAN AIR ASAM TAMBANG PADA SALAH SATU PERUSAHAAN PEMEGANG IJIN USAHA PERTAMBANGAN DI DESA LEMO, KABUPATEN BARITO UTARA, KALIMANTAN TENGAH Study Of Acid Mine Countermeasures In One Of Coal Mining Permit At Lemo Village, North Barito Regency, Central Borneo Province. 12(1).

Ramli, M., Situru, N. I., & Thamrin, M. (2019). Prediksi Laju Pembentukan Air Asam Tambang dengan Metode Column Leaching Test. Jurnal Penelitian Enjiniring, 23(2), 129–135. <https://doi.org/10.25042/jpe.112019.06>