

Potensi Pembentukan Air Asam Tambang Pada Batuan Menggunakan Analisis XRD Dan Mikroskopi Pada Tambang Batubara, Blok Timur, Site Bontang, PT. Indominco Mandiri, Provinsi Kalimantan Timur

Enni Tri Mahyuni^{1*}, Amran², Hediando³, Moh. Khaidir Noor⁴, A.Al. Faizah. Ma'rief⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Bosowa, Jl. Urip Sumoharjo No.Km.4, Sinrijala, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90232

*Corresponding Author

E-mail Address: enni.tri@universitasbosowa.ac.id

ABSTRAK

Salah satu dampak langsung dari kegiatan penambangan adalah terbentuknya air asam tambang yang ditandai dengan penurunan pH dan tingginya kelarutan logam berat. Untuk mengantisipasi pembentukan air asam tambang di lokasi kegiatan penambangan, perlu dilakukan pengujian terhadap material batuan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui material batuan pada lokasi penambangan yang berpotensi menimbulkan air asam tambang. Metode yang digunakan dalam menganalisis potensi air asam tambang pada penelitian ini adalah uji XRD dan mikroskopis. Uji mineralogi dengan metode XRD dan mikroskopis yang telah dilakukan adalah untuk mengidentifikasi mineral-mineral pembentuk air asam tambang. Tiga sampel batuan (SP-01, SP-03, SP-05) telah disampling dari lokasi disposal area. Hasil pengujian XRD dan mikroskopis menunjukkan bahwa sampel SP-01 mengandung oksida silika dan alumino-silikat berupa mineral kuarsa dan mineral lempung. Persentase mineral utama sampel SP-01 adalah mineral kuarsa SiO_2 sebesar 56,3 %, muscovit sebesar 24,6 %, kaolinite sebesar 15,3 % dan pirit 3,8 %. Hasil uji XRD pada sampel SP-05 juga mengandung oksida silika dan alumino-silikat berupa mineral kuarsa dan mineral lempung sebagai komponen utama, dengan persentase mineral kuarsa SiO_2 sebesar 40,9 %, muscovit sebesar 30 %, unsur kaolinite sebesar 25,9 % dan pirit 3,8%. Hasil analisis mikroskopis pada sampel SP-03 menunjukkan bahwa sampel ini (inti bor) menunjukkan kehadiran mineral pirit yang cukup dominan. Mineral pirit merupakan salah satu unsur penting sebagai pembentuk air asam tambang. Selain mineral pirit pada sampel yang dianalisis, juga terdapat mineral lempung (clay), oksida silika dan mineral kuarsa. Kehadiran mineral pirit pada sampel di daerah penelitian sangat berpotensi membentuk air asam tambang (*acid mine drainage*).

Kata Kunci : Air asam tambang; site Bontang; mineral pirit; XRD; Mikroskopis

ABSTRACT

One of the direct impacts of mining activities is the formation of acid mine drainage which is characterized by a decrease in pH and the high solubility of heavy metals, to anticipate the formation of mine acid water in a mine, it is necessary to test the rock or material in a mine. The purpose of this research is to find out rocks or materials that have the potential to cause acid mine drainage. The method used in analyzing the potential of acid mine drainage in this study is XRD test analysis and microscopy. Mineralogical testing using the XRD method and microscopy was carried out to identify the main minerals forming acid mine drainage. XRD and microscopy results showed that sample 01 contained silica oxide and alumino-silicate in the form of quartz minerals and clay minerals as main components, quartz mineral SiO_2 = 56.3%, Muscovit 24.6%, elemental kaolinite 15.3% and pyrite = 3.8% as important element in the formation of acid mine drainage. XRD testing also showed that sample 05 contained silica oxide and alumino-silicate in the form of quartz minerals and clay minerals as the main components, with the percentage of quartz mineral SiO_2 = 40.9%, Muscovit 30.0%, kaolinite element 25.9% and pyrite = 3.8% as an important element in the formation of acid mine drainage. Mineralogical analysis showed that drill core samples contained pyrite minerals as the main component in forming acid mine drainage. In addition to the mineral pyrite there are also clay minerals (clay), silica oxide and quartz minerals. Microscopic analysis of polish cuts also clearly shows the presence of pyrite, clay, quartz minerals.

Keywords: Acid mine drainage; site Bontang; pyrite mineral; XRD; Microscopic

PENDAHULUAN

Pertambangan merupakan sektor yang mendapat perhatian serius dari pemerintah, mengingat kegiatan usaha pertambangan tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar bagi masuknya devisa negara (Muryati dkk, 2016). Sejak awal tahun 2018 sampai sekarang penerimaan sektor minerba mencapai Rp 39 triliun atau 121 % dari target APBN 2018 yang hanya ditargetkan sebesar Rp 32,1 triliun, sektor minerba masih menjadi kontributor utama untuk APBN. Salah satu permasalahan lingkungan dalam kegiatan penambangan batubara adalah terkait dengan air asam tambang. Penambangan dengan sistem tambang terbuka (*Open Pit Mining*) dilakukan dengan cara memindahkan material tanah penutup bahan tambang ke lokasi lain. Tanah penutup dikeluarkan dari areal tambang dan bahan tambang digali dan diangkut keluar, setelah seluruh bahan tambang dikeluarkan, maka terjadi sisa lubang bukaan yang telah ditambang (Subowo, 2011).

Air asam tambang dapat mencemari air permukaan dan air tanah sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan, khususnya lingkungan akuatik. Dampak langsung dari air asam tambang terhadap biota perairan adalah penurunan pH yang signifikan, dan tingkat kelarutan kandungan logam berat di dalam air. Tingkat keasaman dapat mencapai $\text{pH} < 5$ beserta kandungan berbagai logam terlarut, seperti besi, seng, antara lain plankton, benthos, ikan, tumbuhan, dan pada akhirnya dapat berakibat terganggunya kesehatan manusia (Prianto dan Husna, 2009). Salah satu permasalahan lingkungan dalam kegiatan penambangan batubara adalah terkait dengan air asam tambang. Air asam tambang adalah air yang bersifat asam sebagai hasil reaksi mineral sulfida yang terpajan (*exposed*) di media air

dan udara dengan oksigen (Gautama, 2004).

Proses terjadinya air asam tambang adalah adanya reaksi pembentukan H^+ yang merupakan ion pembentuk asam akibat oksidasi mineral-mineral sulfida dan bereaksi dengan air (H_2O). Kemudian oksidasi dari Fe^{2+} , hidrolisis Fe^{3+} dan pengendapan logam hidroksida (Fahrudin, 2017). Pada penambangan batubara, lokasi yang paling berpotensi menghasilkan air asam tambang adalah pit area dan disposal area. Pit area merupakan lokasi dimana dilakukannya penambangan, sedangkan disposal adalah lokasi penumpukan batuan-batuan yang tidak digunakan (Gautama, 2012). Pada penambangan batubara, lokasi yang paling berpotensi menghasilkan air asam tambang adalah pit area dan disposal area. Pit area merupakan lokasi dimana dilakukannya penambangan, sedangkan disposal adalah lokasi penumpukan batuan-batuan yang tidak digunakan (Gautama, 2012).

Salah satu metode yang umum digunakan dalam mengidentifikasi batuan yang berpotensi menimbulkan air asam tambang adalah metode Uji statik. Metode ini merupakan pengujian untuk mengetahui potensi pembentukan air asam tambang pada sampel batuan. Uji ini relatif praktis dan tidak membutuhkan waktu yang lama jika dibandingkan dengan uji kinetik yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu (Gautama, 2018). XRD merupakan salah satu metode analisis yang efektif dalam mendeskripsikan batuan dan senyawa kimia tertentu dalam wujud padat dengan menggunakan difraksi/pantulan sinar X. Sinar X merupakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh deselerasi partikel dengan kecepatan tinggi secara tiba-tiba (Wicakson dkk, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis batuan yang berpotensi

menimbulkan air asam tambang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi mineral-mineral yang terkandung pada sampel batuan menggunakan bantuan sinar-X. Sebanyak dua sampel yang berasal dari lapangan telah dianalisis. Jenis alat yang digunakan dalam analisis ini (mineral) adalah XRD-700 Shimadzu (Widodo dkk, 2019).

METODE PENELITIAN

Lokasi, Waktu, dan Rancangan penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Indominco Mandiri site Bontang area blok Timur, Kotamadya Bontang, Provinsi Kalimantan Timur dan analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Bahan Galian (*mineral processing laboratory*), Universitas Hasanuddin, Makassar. Analisis mikroskopi sampel batuan dalam penelitian ini menggunakan standard ASTM D 2798, 2009. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen dengan pengambilan data di lapangan berupa sampel mineral batuan berasal dari disposal kemudian dianalisis di Laboratorium.

Alat dan Bahan

Jenis alat yang digunakan dalam analisis XRD-700 Shimadzu. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel batuan atau tanah yang berasal dari disposal.

Metode dan Pengumpulan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil terdiri atas data sampel batuan yang terdiri dari tiga sampel yang berasal dari lokasi disposal dan satu sampel inti bor (*core*).

Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode grab sampling dan pemboran coring. Ada tiga sampel yang diambil dari lokasi disposal secara acak dan dianggap mewakili untuk setiap area sebaran potensi terjadinya air asam tambang.

Analisis Data

Pengujian Mineralogi XRD merupakan uji yang bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi mineral yang terkandung dalam batuan. XRD merupakan salah satu jenis uji yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristalin dan non-kristalin yang memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar X. Prinsip kerja XRD terhadap kristal akan ditembak dengan sinar-

X kemudian dengan sifat kristal akan dihasilkan suatu pola difraksi yang bergantung pada struktur dan panjang gelombang kristal. Pola difraksi yang berbeda itulah yang akan dianalisis untuk mengetahui kandungan mineral dalam sampel (Gautama, 2018).

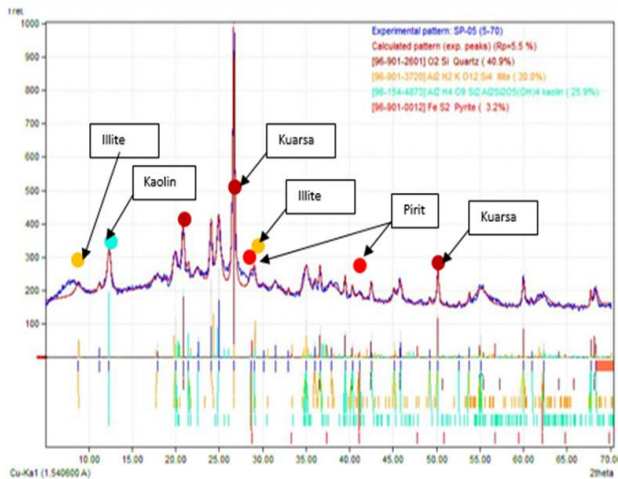
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Difraksi Sinar-X

Uji XRD pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi mineral-mineral yang terkandung pada sampel dengan menggunakan bantuan XRD menggunakan alat x-ray diffraction. Sebanyak tiga sampel yang berasal dari disposal telah dianalisis. Sebelum dianalisis, sampel tersebut dipreparasi melalui tahapan peremukan (*crushing*), penggerusan (*grinding*), dan pengayakan (*sieving*) hingga mencapai ukuran butir 200 mesh. Hasil analisis uji XRD pada sampel diperlihatkan pada Tabel-1 dan Gambar-1. Dari sampel yang dianalisis, terdapat dua sampel yang diuji dengan metode XRD dan satu sampel dengan mikroskopis sayatan poles. Sampel SP-01 dan sampel SP-05 dilakukan uji XRD untuk mengetahui komposisi mineralogi batuan terutama mineral pirit yang membentuk air asam tambang. Sampel SP-03 yang merupakan sampel inti bor dilakukan uji analisis mikroskopis untuk mengetahui dan melihat secara visual keterdapatan mineral pirit pada sampel batuan yang mengindikasikan potensi air asam tambang. Hasil uji XRD dapat dilihat pada Tabel 1 (komposisi mineral) dan Tabel 2. (persentase mineral). Gambar 1 memperlihatkan hasil analisis XRD berupa difraktogram keberadaan mineral-mineral yang terkandung dalam sampel batuan SP-05. Gambar 2 dan 3 memperlihatkan secara visual keberadaan mineral pirit sebagai komponen utama pembentuk air asam tambang.

Komponen Mineral	Kode Sampel SP-05 (%)	Nama Mineral
SiO ₂	40,9 %	Quartz
Al ₂ H ₂ KO ₁₂ Si ₄	30,0 %	Illite
Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	25,9 %	Kaolin
FeS ₂	3,2 %	Pirit

Tabel -3 Hasil Pengujian XRD sampel 05



Gambar 1. Grafik difraktogram hasil uji XRD pada sampel SP-01.

Sampel ID	Kondisi	Mineral
SP-01	Material Loose	Iron persulfide pirit, Muscovit, Kaolinite
SP-03	Inti bor	BesiSulfida, Muscovit, Kaolinite
SP-05	Material Loose	Quarzt, Illite, Kaolinite, pirit

Tabel -1 Hasil uji XRD dan mikroskopi pada

Komponen Mineral	Kode Sampel SP-01 (%)	Nama Mineral
SiO ₂	56,3 %	Oksida Silika
Al ₂ H ₂ KO ₁₂ Si ₄	24,6 %	Muscovite
Al ₂ H ₄ O ₉ Si ₂	15,3 %	Kaolinit
FeS ₂	3,8 %	Pirit Sulfida

sampel di lokasi penelitian

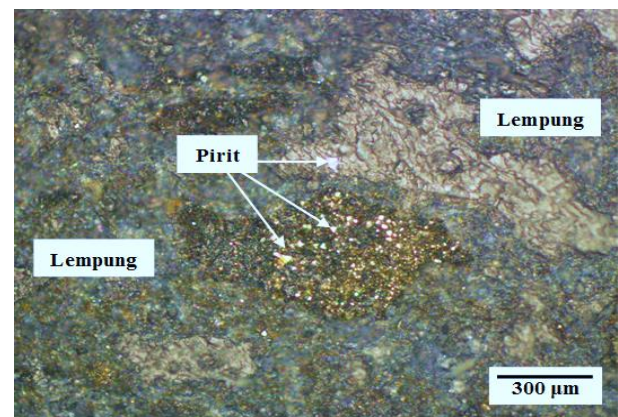
Tabel -2 Hasil Pengujian XRD Sampel SP-01

Hasil pengujian mineralogi menunjukkan bahwa sampel SP-01 mengandung oksida silika dan alumino-silikat berupa mineral kuarsa dan mineral clay sebagai komponen utama, mineral kuarsa SiO₂ =56,3 %, Muscovit 24,6 %, unsur kaolinite 15,3 % dan

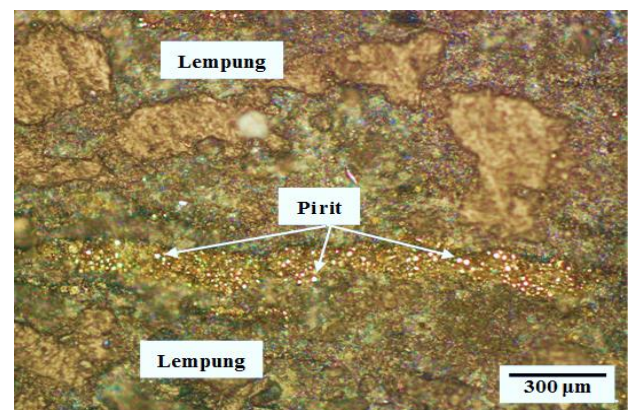
pyrite=3,8 % sebagai unsur penting pembentukan air asam tambang.

Pengujian mineralogi menunjukkan bahwa sampel SP-05 mengandung oksida silika dan alumino-silikat berupa mineral kuarsa dan mineral lempung sebagai komponen utama, mineral kuarsa SiO₂ 40,9 %, muscovit 30,0 %, unsur kaolinite 25,9 % dan pirit 3,8 %, keberadaan unsur pirit dari hasil pengujian XRD memperkuat analisis uji statik sebagai unsur penting pembentukan air asam tambang

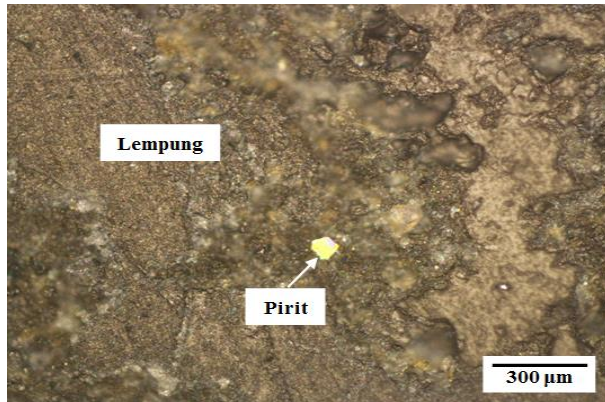
Pengujian mineralogi menunjukkan bahwa sampel SP-05 mengandung oksida silika dan alumino-silikat berupa mineral kuarsa dan mineral lempung sebagai komponen utama, mineral kuarsa SiO₂ 40,9 %, muscovit 30,0 %, unsur kaolinite 25,9 % dan pirit 3,8 %, keberadaan unsur pirit dari hasil pengujian XRD memperkuat analisis uji statik sebagai unsur penting pembentukan air asam tambang.



Gambar -1. Kenampakan mineral pirit perbesaran 300



Gambar – 2. Kenampakan mineral pirit perbesaran 100 mikron



Gambar – 3. Kenampakan mineral pirit perbesaran 100 mikron

Pengujian mineralogi menunjukkan bahwa sampel SP-01 mengandung oksida silika dan alumino-silikat berupa mineral kuarsa dan mineral lempung sebagai komponen utama, persentase mineral kuarsa SiO_2 sebesar 40,9 %, muscovit 30,0 %, unsur kaolinite 25,9 % dan pirit 3,8 % seperti yang diperlihatkan pada tabel 2. Dari pengujian XRD dan data yang telah diolah, teridentifikasi bahwa keterdapatan mineral pirit pada sampel SP-01 dengan persentase 3,8 %, (*peak*) puncak dari mineral pirit dalam difraktogram yang diperlihatkan pada Gambar 1. Selain mineral pirit, terlihat juga kehadiran (*peak*) puncak dari mineral kuarsa kenampakan (*peak*) puncak dari mineral kaolinit dan Illite pada sampel SP-05 yang diperlihatkan pada Gambar 2. Kedua sampel yang diuji dengan analisis XRD tersebut (Sampel SP-01 dan sampel SP-05) menunjukkan keterdapatan mineral pirit sebagai unsur penting pembentukan air asam tambang. Pengujian XRD terhadap dua sampel terdapat kesamaan kandungan mineral pada semua sampel yaitu kuarsa, kaolinit dan pirit. Keterdapatan kuarsa pada sampel dikarenakan mineral ini adalah mineral paling mendominasi pada bagian kerak bumi. Sumber utama pembangkit Air Asam Tambang (AAT) adalah mineral sulfida reaktif dan produk oksidasinya. Mineral sulfida yang paling umum adalah pirit (FeS_2) (Yusuf, 2009). Terdapatnya mineral pirit berdasarkan hasil uji mikroskopi pada sampel SP-03 yang ditunjukkan oleh Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3, juga terlihat secara visual dengan jelas, mineral pirit terpadatkan dan terkompaksi membentuk lensa dengan warna terang. Uji mikroskopi juga memperlihatkan mineral lain seperti kuarsa, lempung dan Illite,

dengan keberadaan mineral pirit ini menguatkan uji analisis XRD keterdapatannya dalam sampel (Sampel SP-01, sampel SP-03 dan sampel SP-05. Keberadaan mineral pirit dilokasi penelitian ini mempertegas penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Bima dkk, 2018). Sebaran lapisan PAF berada pada formasi pulaubalang yang mayoritas dijumpai pada batulempung karbonan, batulempung, batulumpur, kemudian batulanau dan batupasir. Sementara itu, material NAF diketahui memiliki persebaran yang hampir merata (secara vertikal maupun horizontal) yang berturut-turut secara dominan terkandung pada batulanau, batupasir, batulumpur, dan batulempung. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa lokasi penelitian secara keseluruhan memiliki perbandingan volume material PAF yang dominan (54,31%) dibandingkan dengan volume material NAF (44,69 %).

KESIMPULAN

Hasil analisis mineralogi menunjukkan bahwa sampel inti bor mengandung mineral pirit sebagai komponen utama pembentuk air asam tambang. Selain mineral pirit juga terdapat mineral lempung (clay), oksida silika dan mineral kuarsa. Analisis mikroskopis dari sayatan poles juga menunjukkan dengan jelas keberadaan mineral pirit, lempung (clay), kuarsa. Uji XRD sangat penting dilakukan untuk memastikan mineral-mineral yang berpotensi menimbulkan air asam tambang, terutama mineral pirit sebagai mineral utama pembentuk air asam tambang. Khusus pada area penambangan disarankan agar dilakukan pemboran inti dan uji analisis statik pada beberapa titik untuk mengkonfirmasi keterdapatan mineral sulfida sebagai sumber air asam tambang.

REFERENSI

- Enny W. (2009). Kajian Fitoremediasi sebagai salah satu upaya menurunkan akumulasi logam akibat air asam tambang pada lahan bekas tambang batubara., *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*, Vol. 2 No. 2 Agustus, 67-75.
- Fahrudin. (2017). Pengelolaan limbah pertambangan secara biologis, Makassar, Celebes Media Perkasa.
- Gautama R.S. (2018). Kajian Metode NTAPP untuk Karakterisasi Potensi Pembentukan. Bandung: Center of

- research Excellence (CORE) Mining Enviroment and Mine Closure.
- Gautama. R. S.(2004). Improving the Accuracy of Geochemical Rock Modeling for Acid Rock Drainage Prevention in Coal Mine. IMWA Springer-Verlag. Mine Water and the Environment, 23: pp. 100 – 104.
- Gautama R. S. (2012). Pengelolaan air asa . Bimbingan Teknis Reklamasi air asam tambang , Pascatambang pada Kegiatan Pertambangan Mineral dan Batubara, Ditjen Mineral dan Batubara, KESDM (Publikasi ElektronikHendriawan, A., Utomo, G. P., & Oktavianto, H.
- Muryati D. T., Heryanti, B. R. & Astanti, D. I. (2016). Pengaturan kegiatan usaha pertambangan dalam kaitanya dengan penyelesaian sengketa pertambangan. Jurnal Dinamika Sosial Budaya, Volume 18, pp. 24-25.
- Prianto E. & Husna. (2009). Penambangan Timah inkonvensional: Dampaknya terhadap kerusakan biodiversitas perairan umum di Pulau Bangka. BAWAL, Volume 2, pp. 194-197.
- Subowo G. (2011). Penambangan Sistem Terbuka Ramah Lingkungan dan Upaya Reklamasi Pasca Tambang untuk memperbaiki kualitas Sumberdaya Lahan dan Hayati Tanah, Jurnal Sumber Daya Lahan ,Vol 5, No. 2 hala
- Wicakson, D. D., Setiawan, N. I., Wilopo, W. & Harijoko, A. (2017). Teknik Preparasi sampel dalam analisis mineralogi dengan dengan Xrd di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah, Mada. Yogyakarta, *PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-10*.
- Widodo S., Sufriadin., Budiman, A.A., Asmiani N., & Babay, M. F. (2019), Karakterisasi Mineral Pirit pada batubara berdasarkan hasil analisis mikroskopi, proksimat, total sulfur, dan difraksi sinar X: potensi terjadinya asam tambang. Jurnal GEOSAPTA Vol. 5 (2): pp 121-122.