

	Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY Fakultas Teknik Geologi UNIVERSITAS PADJADJARAN homepage: http://jurnal.unpad.ac.id/bsc p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X	 Volume 22, No.1 April 2024
---	---	---

**ANALISIS GEOKIMIA MATERIAL *POTENTIALLY ACID FORMING* DAN *NON ACID FORMING* MELALUI UJI *NET ACID GENERATION* PADA PIT SL AREA MSBS PT. GPU
MUSIRAWAS UTARA, SUMATERA SELATAN**

Zahrah Belinda Putri, Budhi Setiawan
Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan
*Korespondensi: Budhi.setiawan@unsri.ac.id

ABSTRACT

Mine acid water is an environmental pollution waste caused by mining activities. Mine acid water waste is formed due to the oxidation process of pyrite mineral (FeS₂) and other sulfide mineral substances exposed on the surface of the ground. Identifying mine acid water needs to be studied as an effort to determine the potential of materials to form acid through geochemical analysis parameters using the net acid generation method on material samples. This research is conducted to prevent environmental pollution around mining areas that occur when sulfide minerals in coal interact with groundwater and rainwater because this can lead to environmental pollution originating from the formation of mine acid water with very high metal concentrations. This study is carried out in several stages, including sample collection using the composite method on 6 types of materials taken from 21 designated observation locations using simple random sampling. The material samples are analyzed in the laboratory using geochemical analysis with the net acid generation (NAG) method, with 4 reference parameters: total sulfur, acid neutralizing capacity, maximum potentially acidity, and net acid production potential. The geochemical analysis results are then classified based on acidity properties into potentially acid-forming or non-acid-forming materials. The test results conclude that Mz1 is topsoil material in the overburden layer, Mz2 is subsoil overburden material, Mz3 is claystone overburden material, Mz4 is siltstone overburden material, and Mz5 is sandstone overburden material identified as non-acid-forming or non-acid-forming material type 1. Mz6 is claystone interburden material identified as potentially acid-forming or potentially acid-forming material type 3. The statistical percentage of potentially acid-forming material at the research location is 5%, and non-acid-forming material is 95%.

Keywords: *Potentially Forming, Non acid-forming, Net acid Generation, Composite Simple Random Sampling.*

ABSTRAK

Air asam tambang merupakan limbah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas penambangan. Limbah air asam tambang terbentuk karena adanya proses oksidasi mineral pirit (FeS₂) dan bahan mineral sulfida lainnya yang tersingkap pada permukaan tanah. Identifikasi air asam tambang perlu dikaji sebagai usaha untuk menentukan potensi material membentuk asam melalui parameter analisis geokimia dengan metode *net acid generation* pada sampel material. Penelitian ini dilakukan untuk mencegah pencemaran lingkungan sekitar area pertambangan yang terjadi ketika mineral sulfida pada batubara berinteraksi dengan air tanah dan air hujan, karena hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berasal dari terbentuknya air asam tambang dengan konsentrasi logam yang sangat tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pengambilan sampel yang dilakukan dengan metode komposit pada 6 jenis material yang diambil dari 21 lokasi pengamatan yang ditentukan dengan menggunakan metode *simple random sampling*. Sampel material dianalisis pada laboratorium dengan menggunakan analisis geokimia metode *net acid generation* (NAG) dengan 4 parameter acuan yaitu : total sulfur, *acid neutralizing capacity*, *maximum potentially acidity*, *net acid production potential*. Hasil analisis geokimia kemudian di klasifikasikan berdsarkan sifat keasaman menjadi material *potentially acid forming* atau *non acid forming*. Hasil pengujian menyimpulkan Mz1 merupakan material *topsoil* pada lapisan *overburden*, Mz2

merupakan material subsoil overburden, Mz3 merupakan material claystone overburden, Mz4 merupakan material siltstone overburden, dan Mz5 merupakan material sandstone overburden diidentifikasi sebagai material *non acid forming* atau material *non acid forming* tipe 1. Mz6 merupakan material claystone interburden berdasarkan diidentifikasi sebagai material *potentially acid forming* atau material *potentially acid forming* tipe 3. Persentase statistik material *potentially acid forming* pada lokasi penelitian sebesar 5% dan material *non acid forming* sebesar 95%.

Kata kunci: *Potentially Forming, Non acid-forming, Net acid Generation, Komposit, Simple Random Sampling.*

PENDAHULUAN

Pada proses kegiatan penambangan batubara permasalahan air asam tambang (AMD) memiliki dampak pada kualitas air dan (Askaer & al, 2008; Elberling, et al., 2007; Sondegaard & al, 2007; Zwahlen & et.al, 2023). Air asam tambang adalah jenis pencemaran lingkungan yang timbul dari kegiatan pertambangan. Air asam tambang terbentuk akibat oksidasi mineral seperti pirit (FeS₂) dan mineral sulfida lainnya yang terbuka di permukaan tanah (Sayoga, 2007; Warcik, 2005).

Faktor kimia, Fisik, dan biologi dari mineral yang terkandung dalam batuan tersebut menghasilkan sulfat (INAP, 2003; Nugraha, et al., 2009). Pengaruh mineral sulfida yang sangat tinggi. Pengaruh terhadap keterbentukan air asam tambang, kondisi ini perlu dikaji karena dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi ketika air hujan dan air tanah berinteraksi dengan mineral sulfida yang terdapat dalam batubara. Interaksi ini menghasilkan pembentukan air asam tambang dengan tingkat konsentrasi logam yang sangat tinggi (Said, 2014).

Salah satu tindakan pencegahan pembentukan air asam tambang adalah dengan mengidentifikasi material yang berpotensi membentuk asam (Potentially Acid Forming, PAF) dan material yang tidak membentuk asam (Non Acid Forming, NAF). (Scott, G, G, & D, 2000; Widyamatmaji, B, Pradana, & Athian, 2019). Material *non acid forming* (NAF) merupakan material yang tidak membentuk asam jika teroksidasi dengan udara dan air, material NAF tidak berpotensi membentuk air asam tambang. Dalam menentukan sifat material PAF dan NAF, diperlukan perhitungan neraca asam dengan mencari parameter-parameter tingkat keasaman dengan menggunakan analisis geokimia dengan metode *net acid generation* (NAG) yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman material, mengendalikan pembentukan air asam tambang, dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang disebabkan

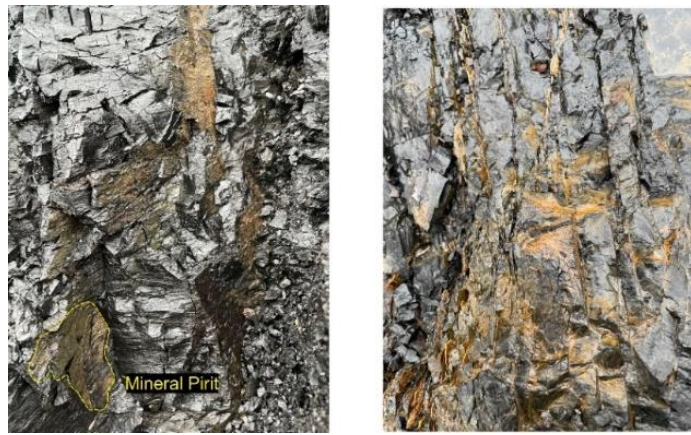
oleh air asam tambang (Elberling, et al., 2007)

Perusahaan pertambangan harus mengadaptasi prinsip *good practice mining* yang diterapkan pada kegiatan eksplorasi, pengupasan, dan penimbunan material penutup yang disesuaikan dengan eksplorasi, pengupasan, dan penimbunan material penutup yang disesuaikan dengan kaidah (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32, 2009) "Pertambangan Mineral dan Batubara" dan (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4, 2009) "Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup" yang memperhatikan lingkungan sehingga perusahaan dapat bertanggung jawab atas dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

Penelitian dilakukan dengan analisis geokimia metode *net acid generation* yang bertujuan untuk mengurangi potensi munculnya air asam tambang dengan mengidentifikasi material *potentially acid forming* (Amira, 2002) pada PT. Gorby Putra Utama.

METODE PENELITIAN

Tahapan, yaitu Studi Literatur, pengambilan sampel, pengolahan data, dan analisis data. Air asam tambang merupakan air limbah yang dapat mencemarkan lingkungan yang terjadi karena kegiatan penambangan. Pada daerah penelitian air asam tambang terbentuk karena adanya proses oksidasi secara alami dari mineral sulfida yang terkandung di dalam material yang terpapar selama kegiatan penambangan. Daerah penelitian berada pada Formasi Muaraenim (Tm_{pm}) M4 yang memiliki lapisan *interburden* dengan material penyusun berupa batulempung (Gambar 1). Pembentukan air asam tambang pada daerah penelitian terjadi karena mineral sulfida mengalami oksidasi saat terpapar udara, menghasilkan aliran air asam (Dold, 2017). Kandungan mineral sulfida yang tinggi pada material *interburden* daerah penelitian yang dapat dilihat pada (Gambar 2) berpotensi menghasilkan air limbah yang bersifat asam (Said, 2014).



Gambar 2. Oksidasi Mineral Sulfida yang Terbentuk pada Pit S Area MSBS PT.Gorby Putra Utama

A. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel Analisis geokimia material *potentially acid forming* dan *non acid forming* terbagi menjadi 2 tahapan yaitu :

1. Penentuan Lokasi Pengamatan

Tahap penentuan lokasi pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode *simple random sampling* (SRS) atau penentuan lokasi pengamatan secara acak disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian yang dilihat dari keterdapatannya material yang akan di sampling (Okti, 2020). Pada penelitian ini terbagi menjadi 20 Titik lokasi pengambilan sampel (Gambar 3).

2. Pengambilan Sampel

Tahap pengambilan sampel dilakukan dengan pengambilan data *surface* atau data permukaan dengan menggunakan metode komposit. Metode komposit merupakan penggabungan sampel yang disesuaikan dari jenis material dan lapisan (*overburden/interburden*) (Okti, 2020). Pengambilan sampel diambil dari material segar atau 0-20 cm dari permukaan, diambil sebanyak 5 kilogram yang digabungkan ke dalam plastik sampel disesuaikan dengan jenis material. Pengambilan sampel dilakukan pada Pit. Selatan pada lapisan *overburden* dan *interburden* seam U1-U2 dan U2-L11 (Gambar 4).

B. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan sampel material dari hasil observasi lapangan yang dikirimkan ke laboratorium dengan metode *net acid generation* (NAG). NAG merupakan analisis jumlah potensi keasaman yang terbentuk setelah terjadi oksidasi mineral sulfida khususnya mineral pirit dalam material pada daerah penelitian. Parameter acuan pada penelitian untuk mengetahui material PAF dan NAF pada sampel menurut (Amira, 2002), yaitu :

1. Acid Neutralizing Capacity (ANC)

Kapasitas penetral asam merupakan kapasitas suatu sampel melalui kandungan mineral karbonat yang terdapat pada sampel untuk menetralkan asam. Nilai ANC didapatkan dengan pengujian reaksi sejumlah berat sampel material dengan larutan HCl standar. HCl yang tersisa di titrasi dengan larutan NaOH, sehingga diketahui jumlah HCl yang bereaksi dengan karbonat dari sampel material.

2. Maximum Potentially Acidity (MPA)

MPA ditentukan dari total sulfur pada sampel, total sulfur ditentukan dengan metode pembakaran tingkat tinggi dan diasumsikan total sulfur adalah *sulfide sulfur* yang reaktif dan dapat teroksidasi menghasilkan asam. Nilai MPA dinyatakan dalam satuan Kg/H_2SO_4 adalah nilai *Total sulfur* (%) $\times 30,6$. Total sulfur diperoleh dari pengujian laboratorium yang mengacu pada SNI 13-6591-2001.

3. Net Acid Production Potential (NAPP)

NAPP merupakan perhitungan teoritis untuk mengindikasikan material batuan yang memiliki potensi membentuk air asam tambang. NAPP merupakan gambaran kapasitas rendah sampel menetralkan asam (ANC). NAPP dinyatakan dalam satuan Kg/H_2SO_4 dan dihitung dengan rumus :

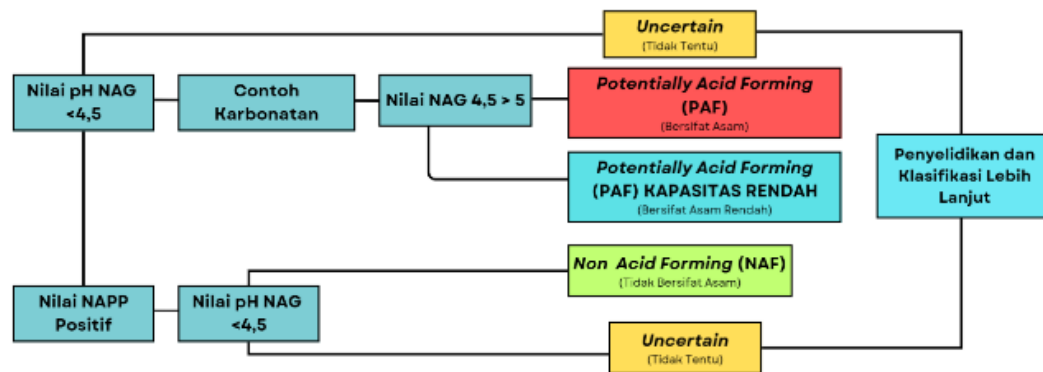
$$NAPP = MPA - ANC$$

Jika nilai MPA kurang dari ANC dan NAPP bernilai negatif, mengindikasikan material batuan yang dimiliki cukup untuk mencegah pembentukan asam. Sebaliknya, jika MPA melebihi ANC dan NAPP bernilai positif, mengindikasikan material berpotensi membentuk asam menurut (Amira, 2002).

C. Analisis Data

Analisis Geokimia menggunakan metode *net acid generation* (NAG) di bagi menjadi 3 parameter sebagai acuan dalam pengklasifikasian berdasarkan tingkat keasaman material dengan menggunakan klasifikasi batuan PAF dan NAF berdasarkan

(Amira, 2002)(Tabel 1) dan terdapat digram penjelasan klasifikasi (Amira, 2002).



Gambar 5. Klasifikasi *Potentially Acid Forming* (PAF), *Non Acid Forming* (NAF), dan *Uncertain* (UC) (Amira, 2002)

Berdasarkan digram Klasifikasi material dapat diklasifikasikan bersifat asam apabila Material yang diklasifikasikan sebagai PAF merupakan batuan yang memiliki dominasi sulfur yang tinggi dan potensi pembentukan asam melebihi kapasitas penetralan asam dari material. Material yang diklasifikasikan sebagai NAF merupakan material yang tidak mempunyai kandungan sulfur yang signifikan dan nilai NAPP bernilai positif. Material dapat diklasifikasikan tidak bersifat asam jika nilai pH NAG <4,5 dan NAPP bernilai positif. Klasifikasi uncertain digunakan ketika terdapat konflik antara hasil NAPP dan NAG ketika nilai NAPP positif dan NAG Ph > 4,5 atau nilai NAG negatif dan NAG Ph < 4,5. Risiko pengujian dengan menggunakan NAPP dan NAG dapat dikurangi dengan adanya tipikal uncertain dan perlu diklasifikasikan lebih lanjut dengan menggunakan (SNI6597, 2011). dan penyelidikan klasifikasi lebih lanjut menurut (SNI6597, 2011) (Tabel 2) (Gambar 6).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis geokimia material PAF dan NAF dilakukan untuk mengetahui sifat keasaman material yang berasal dari hasil identifikasi menggunakan deskripsi litologi secara *surface* dari 5 jenis material *overburden* dan 1 jenis material *interburden*. Analisis geokimia disesuaikan dengan jenis lapisan dan jenis material pada *overburden* U1, *interburden* U1-U2 dan U2-L1. Hasil analisis geokimia (Gambar 7) dengan metode *net acid generation* yang mengidentifikasi besar potensi batuan bersifat asam (Amira, 2002). Pengambilan sampel menggunakan metode komposit pada 21 lokasi pengambilan sampel material secara *surface* yang terbagi menjadi 6 sampel berdasarkan jenis material dan lapisan. Identifikasi dilakukan pada PIT S lapisan *overburden* U1 (*topsoil*, *subsoil*,

batulempung, batulanau, dan batupasir), lapisan *interburden* U1-U2 (batulempung), dan *interburden* U2-L1 (batulempung). Berdasarkan hasil pengujian analisis geokimia metode NAG, dapat disimpulkan klasifikasi batuan PAF dan NAF pada sampel (Gambar 8) :

- Mz1 merupakan material *topsoil* pada lapisan *overburden* dengan total sulfur 0,01%, NAPP -8,23 $\text{KgH}_2\text{SO}_4/\text{ton}$, dan pH NAG 6,02 berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *non acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *non acid forming* tipe 1.
- Mz2 merupakan material *subsoil overburden* dengan total sulfur 0,04%, NAPP -12,98 $\text{KgH}_2\text{SO}_4/\text{ton}$, dan pH NAG 5,55 berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *non acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *non acid forming* tipe 1.
- Mz3 merupakan material *claystone overburden* dengan total sulfur 0,03%, NAPP -28,38 $\text{KgH}_2\text{SO}_4/\text{ton}$, dan pH NAG 5,73 berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *non acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *non acid forming* tipe 1.
- Mz4 merupakan material *siltstone overburden* dengan total sulfur 0,02%, NAPP -1,37 $\text{KgH}_2\text{SO}_4/\text{ton}$, dan pH NAG 6,54 berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *non acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *non acid forming* tipe 1.
- Mz5 merupakan material *sandstone overburden* dengan total sulfur 0,13%, NAPP -14,98 $\text{KgH}_2\text{SO}_4/\text{ton}$, dan pH NAG 4,8 berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *non acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *non acid forming* tipe 1.

- Mz6 merupakan material claystone *interburden* dengan total sulfur 0,69%, NAPP 34,04 $\text{KgH}_2\text{SO}_4/\text{ton}$, dan pH NAG 1,62 berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *potentially acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *potentially acid forming* tipe 3.

Berdasarkan hasil analisis geokimia material yang berpotensi asam dan tidak berpotensi asam hal ini mempermudah dalam perencanaan, pencegahan, mitigasi, dan reklamasi pada kegiatan penambangan. Kegunaan analisis geokimia dengan metode *net acid generation* dilakukan untuk memprediksi batuan *potentially acid forming* (PAF) dan pH NAG pada lapisan *interburden* dan *overburden* (Amira, 2002). Analisis ini memberikan gambaran tentang potensi air asam tambang yang berada pada Pit S PT. Gorby Putra Utama, sehingga membantu dalam sekuen penambangan, hal ini didasarkan dari hasil total sulfur yang terkandung di dalam sampel material.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi dan penelitian pada PT. Gorby Putra Utama, Lokasi Penelitian terletak pada Formasi Muara Enim pada anggota M4 yang tersusun dengan litologi lapisan *overburden* batulempung, batulanau dan batupasir halus. Pada lapisan *interburden* terdapat litologi batu lempung. Pada area penelitian terdapat empat seam yaitu seam U1, seam U2, seam L11 dan L12 dan parting berupa batupasir tufan. Pengambilan sampel menggunakan metode komposit pada 21 lokasi pengambilan sampel material secara surface terbagi menjadi 6 sampel berdasarkan jenis litologi dan jenis material. Identifikasi dilakukan pada PIT S lapisan *overburden* U1 (*topsoil*, *subsoil*, batulempung, batulanau, dan batupasir), lapisan *interburden* U1-U2 (batulempung), dan *interburden* U2-L1 (batulempung). Berdasarkan Hasil analisis Geokimia dengan menggunakan metode NAG dapat disimpulkan Mz1 merupakan material *topsoil* pada lapisan *overburden*, Mz2 merupakan material *subsoil overburden*, Mz3 merupakan material claystone *overburden*, Mz4 merupakan material batulanau *overburden*, dan Mz5 merupakan material sandstone *overburden* berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material non acid forming dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material non acid forming tipe 1. Mz6 merupakan material claystone *interburden* berdasarkan klasifikasi (Amira, 2002) terindikasi sebagai material *potentially acid forming* dan (SNI6597, 2011) terindikasi sebagai material *potentially acid forming* tipe 3.

Sebaiknya dalam melakukan analisis total sulfur juga melakukan analisis kuantitatif jenis sulfur (*form of sulfur*) yang dilakukan untuk mengetahui kandungan sulfur total, sulfur organik, sulfur piritik dan sulfur sulfat. Dari analisis kuantitatif dapat menentukan bagaimana cara penanggulangan air asam tambang yang terbentuk pada daerah penelitian.

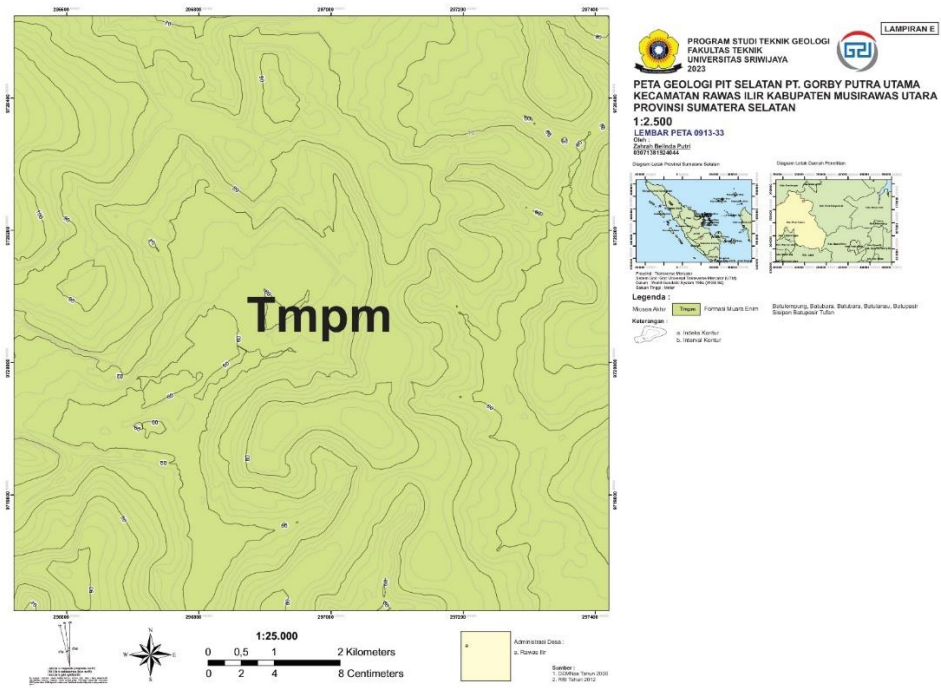
UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan papper ini dengan penuh perjuangan. Penulis berterima kasih kepada PT.Gorby Putra Utama yang telah membantu penulis dan membimbing selama penelitian berlangsung.

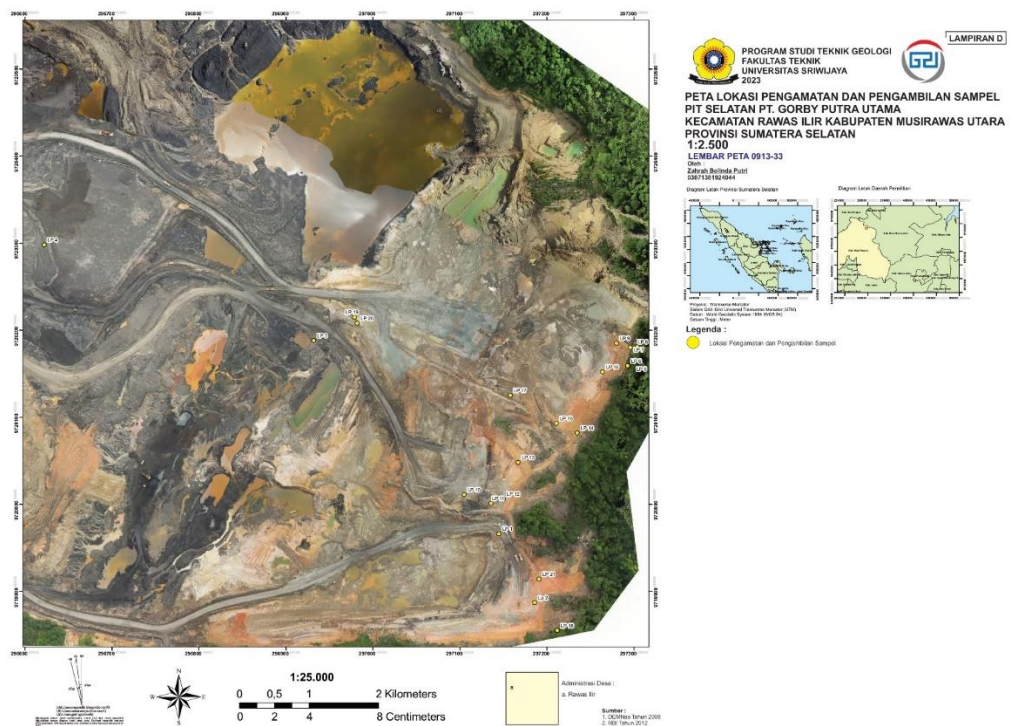
DAFTAR PUSTAKA

- Amira. (2002). Dalam *ARD Test Handbook : Prediction and Kinetic Control of Acid Mine Drainage* (hal. 387 A). Melbourne, Australia: Ian Wark Research Institute and Enviromental Geochemistry International Ltd.
- Askaer, L., & al, e. (2008). Enviromental Impact on an Arctic Soil-plant Resulting Metals Realeased From Coal Mine Waste in Svalbard. *Water Air Soil Pollut*, 195\, 99-114.
- Barber, A. J., Crow, M. J., & Milson, J. S. (2005). Sumatra: Geology, Resource and Tectonic Evolution. *Geological Society of London*, 31.
- Dold, B. (2017). Acid Rock Drainage Prediction : a Critical Riview. *J Geochemical Exploration*, 172, 120-132.
- Elberling, B., Sondergaard, J., Jensen, L. A., Schmidt, L. B., Hansen, U. B., Asmund, G., Friborg, T. (2007). Artic Vegetation Damage by Winter-Generated Coal Minning Pollution Relased Upon Thawing. *Environ. Sci Technol*, 41, 2407-2413.
- Fertiawan, A. (2016). *In Model Transportasi Air Asam Tambang Melalui Pendekatan Daerah Tangkapan AIr*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Gard, G. (2009). *Global Acid Rock Drainage Guide*. Diambil kembali dari https://www.researchgate.net/publication/226280864_the_global_acid_rock_drain_age_guide_Gard_Guide.com
- Gautama, R. S. (2012). *Pengelolaan Air Asam Tambang Bimbingan Teknis Reklamasi Pasca Tambang Pada Kegiatan PErambangan Moneral Batubara*. Yogyakarta: Ditjen Mienral dan Batubara ESDM.
- Hahn, R., & Metcalfe, R. (2017). *The Ridesharing Revolution: Economic Survey and Synthesis. Volume IV: More Equal by*

- Design: Economic Design Responses to Inequality*. Oxford: Oxford University Press.
- Ian, R., Taylor, I., Pape, S., Yardi, R., & Bennett, I. (2007). *Managing Acid and Metalliferous Drainage Report Industry Tourism and Resource*. Australia: Australia Government.
- INAP. (2003). Evaluation of Long Term Performance of Dry Cover Systems-Final Report. Prepared by O'Kane Consultant Inc.
- Mills, C. (2001). *Acid Base Accounting (ABA) Test Procedures*. Australia: Environmental Geochemistry International Pty Ltd.
- Novianti, Y. S., Panjaitan, R. D., & Kamarullah, M. A. (2017). Identifikasi Sebaran Material PAF/NAF berdasarkan Litologi Batuan Pada Area Timbunan Overburden. *GEOSAPTA*, 12 (3), 121-124.
- Nugraha, C., Shimada, H., Sasoka, T., Ichinose, M., Matsui, K., & Manege, I. (2009). Geochemistry of Waste Rock at Dumping Area. *International Journal of Mining Reclamation and Environment*, 23.
- Okti. (2020). Prosedur Pengambilan Sampel Tanah Utuh dan Komposit Untuk Analisis Kesuburan Tanah. *Jogja Benih*. Diambil kembali dari <https://jogjabenih.jogjaprovo.go.id/read/3785096c9ff247643f61fc428165121f003061e9d3bc3756b6b195290ef9a6d83178>
- Piloyan, A., & Konečný, M. (2017). Semi-Automated Classification Of Landform Elements In Armenia Based On Srtm Dem Using K-Means Unsupervised Classification. *Quaestiones Geographicae*, 93-103.
- Said, N. I. (2014). Teknologi Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara "Alternatif Pemilihan Teknologi". *J Air Indonesia* 7(2), 119-138.
- Said, N. I. (2014). Teknologi Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara Alternatif Pemilihan Teknologi. *J Air Indonesia*, 7(2), 119-138.
- Sayoga. (2007). *Classification of Acid Sulphate Soils : a Proposal for The Improvement of the Soil Taxonomy System*. Bogor: Workshop on Acid Sulphate Soils in The Hmuf.
- Scott, P. A., G, E., G, J., & D, C. (2000). Early Exploration and Prefeasibility Drilling Data for the Prediction of Acid Mine Drainage For The Wasted Rock. *Proceedings of the Third Australian Acid Mine Drainage Workshop*. Townsville: Australian Center for Minerals Extension and Research, Brisbane.
- SNI6597. (2011). Uji Statistik Pengidentifikasian Sumber Air Asam Tambang.
- Sondegard, J., & al, e. (2007). Temporal Trend of Dissolved Weathering Product Release From a High Arctic Coal Mine Waste Rock Pile in Svalbard (78 N). *Appl Geochemistry*, 22(5), 1025-1038.
- Suwarno, N., Suharsono, Gafoer, S., Amin, T. C., Kusnana, & Hermanto, B. (1992). *Geology of the Sarolangun Quadrangle, Sumatra, scale 1:250.000*. Geological Research and Development Centre. Bandung.
- Twidale, C. R. (2004). River Patterns and Their Meaning. *Earth-Science Reviews*, 67, 159-218.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32. (2009). Dalam *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Indonesia.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4 . (2009). Dalam *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Indonesia.
- Van Zuidam, R. A. (1983). *Guide to Geomorphologic-Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Enschede: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.
- Warcik, S. (2005). *Development of Acid Rock Drainage Prediction Methodologies for Coal Mine Waste*. Australia: Ian Wark Research Institute University of South Australia.
- Widyamatmaji, B. N., Pradana, M. F., & Athian, J. (2019). Pemodelan Persebaran Material PAF dan NAF pada PIT Tidal, East Block Wilayah Pertambangan Batubara PT. Indominco Mandiri Di wilayah Teluk Pandan, Kutai Timur, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke 12*, 651-663.
- Widyatmanti, W. (2016). *Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries from Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study on Digital Landform Mapping)*. Diambil kembali dari IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Zwahlen, C., & et.al. (2023). Geochemical and Mineralogical Aspects of Acid Mine Drainage Associated With 100 Years of Coal Mining on The Arctic Svalbard. *Journal of Geochemical Exploration*, 252, 107266.



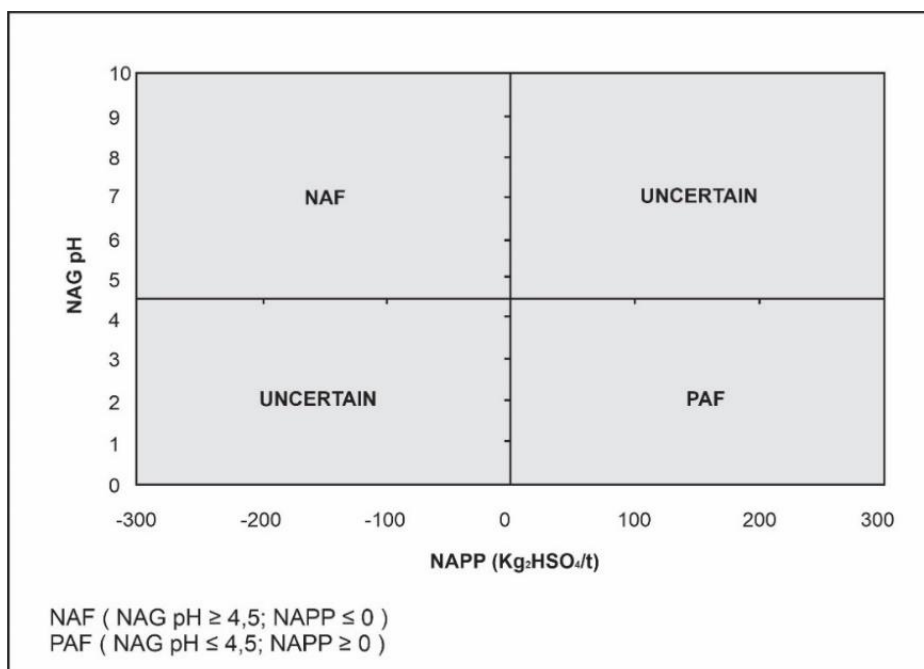
Gambar 1. Peta Geologi Lokasi Penelitian



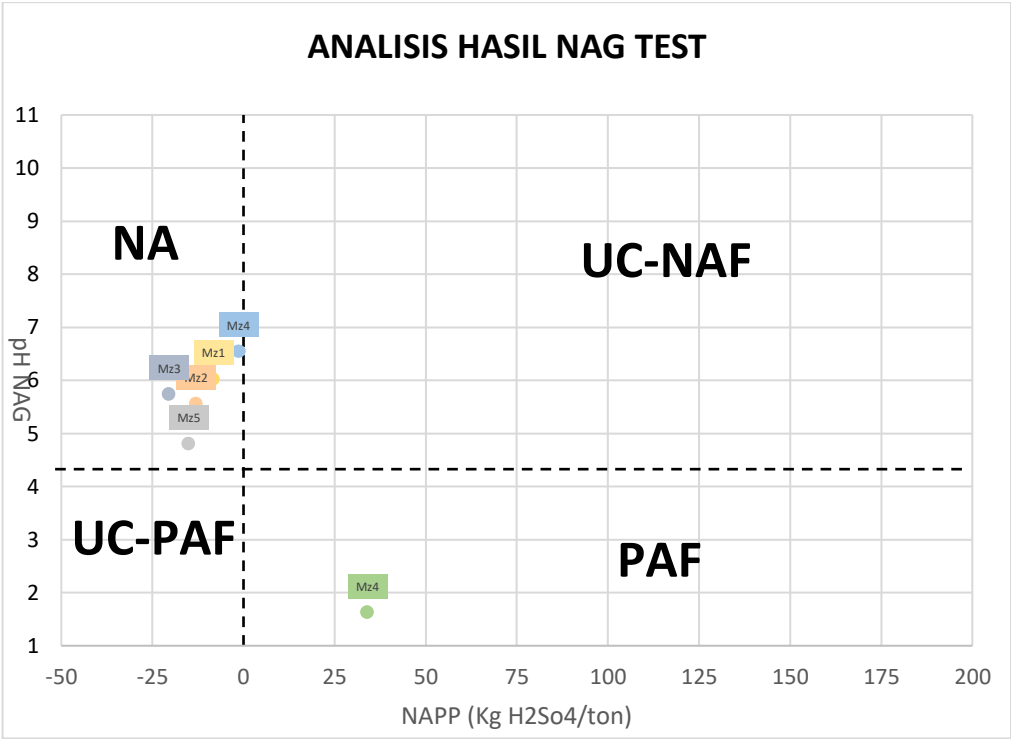
Gambar 3. Peta Lokasi Titik Lokasi Pengamatan dan Pengambilan Sampel



Gambar 4. Pengambilan Sampel Menggunakan Metode Komposit SRS (*Simple Random Sampling*)



Gambar 6. Klasifikasi *Potentially Acid Forming* (PAF), *Non Acid Forming* (NAF), dan *Uncertain* (UC) (Amira, 2002)



Gambar 7. Hasil Pengujian Analisis Geokimia Metode *Net Acid Generation* (Amira, 2002)

Tabel 1. Klasifikasi Material *Potentially Acid Forming* (PAF), *Non Acid Forming* (NAF), dan *Uncertain* (UC) (Amira, 2002)

Klasifikasi Batuan		Kriteria
AMIRA (2002)	NAF	NAPP < 0 dan Ph NAG = 4,5
	PAF	NAPP > 0 dan Ph NAG < 4,5
	Uncertain	NAPP < 0 dan Ph NAG < 4,5 atau NAPP > 0 dan Ph NAG > 4,5

Tabel 2. Klasifikasi Material Material *Potentially Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) (SNI6597, 2011)

Klasifikasi Batuan		Kriteria
SNI 6597 - 2011	Tipe 1 (NAF)	Ph PAN > 4,5 atau NAPP < 0
	Tipe 2 (PAF kapasitas rendah)	Ph PAN < 4,5, nilai PAN pada Ph 4,5 < 5 kg H2SO4/ ton, NAPP ≥ 10Kg H2SO4/ ton
	Tipe 3 (PAF kapasitas sedang)	Ph PAN < 4,5, nilai PAN pada Ph 4,5
	Tipe 4 (PAF kapasitas tinggi)	Ph PAN <4,5 dan Ph batuan (1:2) < 4,5, nilai PAN pada Ph 4,5 ≥ 5 kg H2SO4/ ton, NAPP ≥ 10 Kg H2SP

No	Kode Sampel	Material	Keterangan	Total Sulfur (%)	MPA (Kg H ₂ so ₄ /ton)	ANC (Kg H ₂ so ₄ /ton)	NAPP (Kg H ₂ so ₄ /ton)	PH NAG	PH 4,5	PH 7	KRITERIA SNI 6597-2001	Kriteria SNI 6597:2011
1	MZ1	Topsoil	Overburden	0.01	1,25	9,48	-8,23	6,02	0,00	8,71	NAF	NAF TIPE 1
2	MZ2	Subsoil	Overburden	0.04	3,52	16,5	-12,98	5,55	0,00	8,22	NAF	NAF TIPE 1
3	MZ3	Claystone	Overburden	0.03	2,96	23,34	-20,38	5,73	0,00	4,35	NAF	NAF TIPE 1
4	MZ4	Siltstone	Overburden	0.02	0,61	1,99	-1,37	6,54	0,00	0,49	NAF	NAF TIPE 1
5	MZ5	Sandstone	Overburden	0.13	2,52	17,5	-14,98	4,8	0,00	6,77	NAF	NAF TIPE 1
6	MZ4	claystone	Interburden	0.69	21.13	-12.91	34,04	1,62	46.57	69.85	PAF	PAF TIPE 3

Gambar 8. Hasil Analisis Geokimia Menggunakan Metode *Net Acid Generation*