

**PEMODELAN PENYEBARAN BATUAN POTENSIAL PEMBENTUK ASAM PADA  
KAWASAN PENAMBANGAN BATUBARA TAMBANG TERBUKA DI MUARA LAWA,  
KABUPATEN KUTAI BARAT, KALIMANTAN TIMUR**  
*(Modeling Distribution of Rock Potential Acid Forming in Open Pit Coal Mining Areas  
in Muaralawa, West Kutai, East Kalimantan)*

**Shalaho Dina Devy<sup>1,2\*</sup>, Heru Hendrayana<sup>1</sup>, Dony Prakasa Eka Putra<sup>1</sup> dan Eko Sugiharto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,  
Jl. Grafika No.2, Yogyakarta 55281.

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman,  
Jl. Gn Kelua No.1, Samarinda 75123.

<sup>3</sup>Pusat Studi Lingkungan Hidup, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Yogyakarta 55281.

\*Penulis korespondensi. Tel: 08125848054. Email: azvy\_05@yahoo.co.id.

Diterima: 15 September 2015

Disetujui: 11 November 2015

**Abstrak**

Dampak penambangan batubara tambang terbuka adalah munculnya Air Asam Tambang (AAT) di sekitar lingkungan penambangan yang mempengaruhi kualitas air tambang, biota air, kualitas air dan tanah. Oleh karena itu, informasi awal untuk mengantisipasi dampak tersebut, yaitu identifikasi batuan yang berpotensi asam dan memodelkan penyebarannya. Kajian geologi dan mineralogi batuan berperan dalam mengetahui penyebaran batuan *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF). Kawasan tambang yang digunakan sebagai model penelitian berada di Kecamatan Muara Lawa, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. Hasil dari penelitian mengindikasikan, bahwa dominasi PAF berada di lapisan batu lempung kemudian diikuti batu lanau dan batu pasir dengan penyebaran mengikuti struktur sinklin yang terbatas di lapisan bawah (*floor*) dan lapisan antara (*inter burden*) pada batubara. Sementara itu, batuan NAF menyebar menempati daerah selain batuan PAF.

**Kata kunci:** air asam tambang, batubara, dampak lingkungan, sinklin, tambang terbuka.

**Abstract**

*The impact of open pit coal mining is the emergence of Acid Mine Water (AMD) around the mining environment that affect the quality of the mine water, aquatic biota, water and soil quality. Therefore, early information to anticipate these impacts is the identification potential acid rock and distribution model as a guide for the mining plan. Geological and geochemical study of rocks is important in knowing the distribution of rock Potential Acid Forming (PAF) and Non Acid Forming (NAF). Mining area which is used as a research model was in Muara Lawa, West Kutai regency, East Kalimantan province. The results of the study indicate, that the dominance of PAF are in layers followed by siltstone, claystone and sandstone with the distribution of rock following the syncline structure in the bottom (floor) layer and in the inter-burden layer on coal. Meanwhile, rock NAF spread in areas other than rock PAF.*

**Keywords:** acid mine water, coal, enviromentally impact, open pit mining, syncline.

**PENDAHULUAN**

Muara Lawa terdiri dari tiga formasi, yaitu Formasi Pamaluan, Pulaubalang, dan Balikpapan. Ketiga formasi ini membentuk struktur Sinklin Lampanan yang membentang dari timur laut menuju ke barat daya (Supriatna dkk., 1995). Cadangan batubara yang melimpah dari ketiga formasi tersebut mengakibatkan banyak perusahaan yang melakukan aktivitas penambangan batubara dengan menggunakan metode tambang terbuka (Quamruzzaman dkk., 2014). Salah satu dampak dari penambangan batubara tambang terbuka adalah terbentuknya Air Asam Tambang (AAT) (Jamal dkk., 2015).

AAT merupakan air asam yang timbul akibat aktivitas penambangan yang berupa air lindian (*leachate*), rembesan (*seepage*), atau aliran (*drainage*). AAT adalah air yang bersifat asam mempunyai tingkat keasaman tinggi ditandai dengan nilai pH < 5 akibat dari reaksi oksidasi mineral sulfida, seperti pirit (FeS<sub>2</sub>), yang terpapar di udara dengan kehadiran air (Sigh., 2006; Sand dkk., 2007).

Kegiatan yang bermanfaat untuk mengantisipasi oksidasi mineral sulfida dalam batuan dengan mengidentifikasi keberadaan mineralogi batuan potensial pembentuk asam (*Potential Acid Forming*, PAF) dan tidak potensial pembentuk asam (*Non Acid Forming*, NAF) (Johnson., dan Hallberg., 2006; Nugraha, dkk.,

2009; Zulkarnain dan Abdiyanto 2012). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu dilakukannya pemodelan sebaran batuan PAF secara vertikal dan horisontal yang dikaitkan dengan jenis batuan.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada tanggal 1 April 2013 hingga 25 Mei 2013. Lokasi penelitian di operasi penambangan Blok Selatan PT. Trubaindo Coal Mining, di Muara Lawa, Kabupaten Kutai Barat. Metode yang diterapkan menggunakan uji statik dengan metode NAPP. Sampel berupa data *log bor* hasil pemboran *full coring* dari 17 lubang bor (Gambar 1).

### Metode NAPP

Uji statik metode NAPP adalah metode untuk mengetahui pembentukan AAT melalui identifikasi dari karakteristik batuan yang mengandung mineral sulfida yang menitikberatkan pada analisis potensi keasaman tanah/batuan daerah tambang, yaitu berupa berat kg  $H_2SO_4$  tiap ton (Ian dkk. 2007). Parameter acuan untuk mengetahui potensi PAF atau NAF pada metode NAPP berdasarkan pada perbandingan antara nilai NAPP dengan NAG pH (*Net Acid Generation*) yang penggolongannya terlihat pada Tabel 1.

### Pengambilan sampel

Sampel yang digunakan dalam analisis berasal dari pemboran *full coring* pemboran AMD yang berupa batuan inti (*core*) dari 17 lubang bor. Sampel diambil rata-rata tiap interval kedalaman 0,5-1,6 m dari lubang bor yang pemilihannya dipengaruhi oleh jenis batuan dan kedalaman lubang pemboran. Jenis batuan yang diambil berupa batuan sedimen, antara lain batu lempung, batu lanau, dan batu pasir. Sampel-sampel tersebut digunakan sebagai *database* batuan untuk penghitungan nilai NAPP. Selanjutnya, nilai NAPP lapisan PAF/NAF digunakan sebagai data masukkan untuk pemodelan metode model blok dengan *software surpac vision* dan *minescape*.

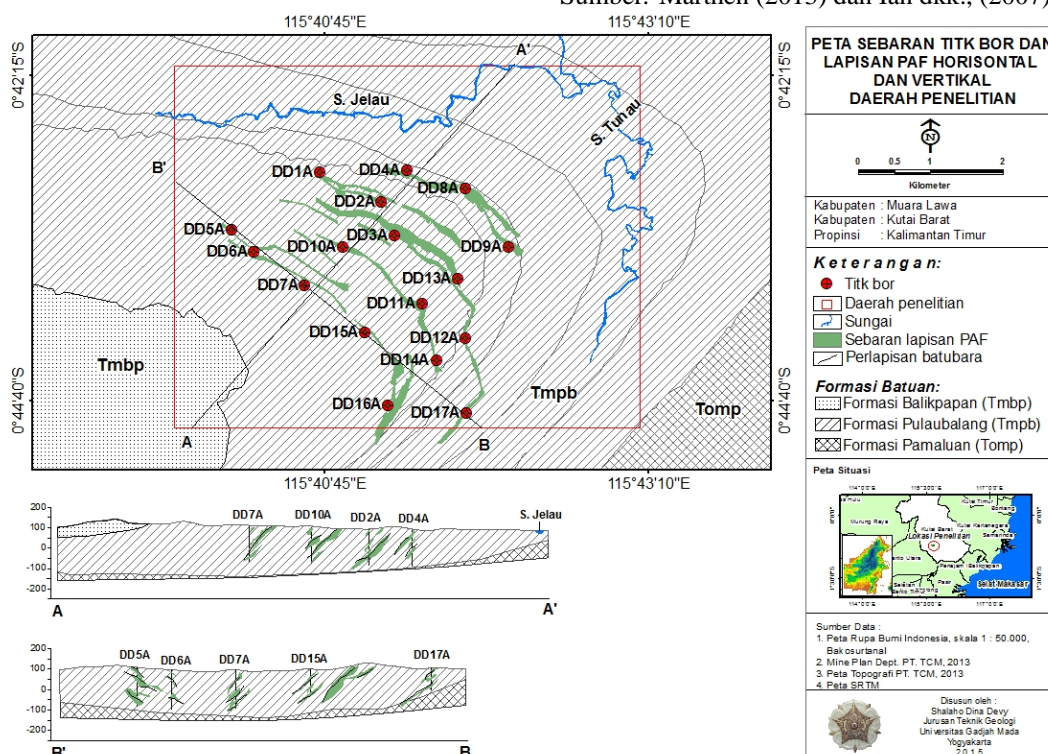
### Analisis metode NAPP

Menurut Marthen (2013) dan Ian dkk, (2007), bahwa analisis metode NAPP terdiri dari analisis % TS, NAG pH, dan ANC. Parameter % TS merupakan jumlah kandungan sulfur (organik/anorganik) dalam sampel batuan yang mengindikasikan jumlah asam sulfat yang terbentuk pada proses oksidasi dan reduksi dalam sampel. Prinsip kerja analisis TS yaitu dengan memijarkan sampel mencapai suhu  $\pm 1.250^\circ C$  ke dalam *furnace type Lecco S-144DR*. Oksida-oksida sulfur yang

**Tabel 1.** Kriteria batuan PAF dan NAF.

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

Sumber: Marthen (2013) dan Ian dkk., (2007)



**Gambar 1.** Peta sebaran titik bor dan lapisan PAF daerah penelitian.

**Tabel 2.** Tabel karakteristik lapisan NAF dan PAF daerah penelitian.

Titik bor	Dominasi batuan	Total ketebalan (m)	NAPP	NAG pH	Keterangan
DD1A	Batu lanau	4,6	-5,5	6,5	NAF
	Batu lempung	15,1	14,0	2,9	PAF
DD2A	Batu lanau	23,4	-22,5	6,8	NAF
	Batu lempung	15,8	13,9	2,8	PAF
DD3A	Batu lanau lempungan	13,8	-8,7	6,7	NAF
	Batu lanau	13,3	11,1	4,2	PAF
DD4A	Batu lanau pasiran	14,1	-4,4	6,7	NAF
	Batu lempung	13,3	8,0	3,9	PAF
DD5A	Batu lanau	33,5	-12,1	6,7	NAF
	Batu lanau lempungan	19,0	21,6	3,4	PAF
DD6A	Batu pasir lempungan	18,1	-5,3	6,6	NAF
	Batu lempung	7,2	12,1	3,5	PAF
DD7A	Batu lanau	33,1	-8,1	6,7	NAF
	Batu lempung	16,5	16,4	3,2	PAF
DD8A	Batu lanau lempungan	43,9	-14,6	6,6	NAF
	Batu lempung	19,6	31,3	3,5	PAF
DD9A	Batu lempung lanauan	30,6	-15,9	7,3	NAF
	Batu lempung	32,6	39,1	2,9	PAF
DD10A	Batu lempung	24,0	-6,6	7,3	NAF
	Batu lanau lempung	15,0	10,3	3,6	PAF
DD11A	Batu lanau	18,0	-12,9	7,1	NAF
	Batu lempung	27,0	32,3	3,1	PAF
DD12A	Batu pasir	57,0	-22,0	6,7	NAF
	Batu lempung	2,0	46,1	2,9	PAF
DD13A	Batu lanau lempungan	21,4	-4,3	6,7	NAF
	Batu lempung	20,4	22,3	3,5	PAF
DD14A	Batu lanau	37,8	-6,0	7,1	NAF
	Batu pasir	7,7	37,8	3,4	PAF
DD15A	Batu lanau lempungan	49,2	-7,7	6,7	NAF
	Batu lempung	12,2	8,1	3,2	PAF
DD16A	Batu lanau	35,0	-12,0	7,2	NAF
	Batu lempung	10,6	16,9	3,1	PAF
DD17A	Batu lanau	26,3	-9,1	7,4	NAF
	Batu lempung	15,7	20,8	3,7	PAF

Sumber : Hasil pengukuran.

dihasilkan dari proses pemijaran ditangkap oleh sensor pendeteksi % sulfur.

NAG merupakan analisis jumlah potensi keasaman yang terbentuk setelah terjadi oksidasi pirit dalam tanah/batuan tambang. Reaksi yang terjadi dalam NAG antara lain, reaksi keasaman dan penetralan dengan hasil akhir reaksi oksidasi adalah nilai NAG pH yang menunjukkan indikasi sifat keasaman atau kebasaan dari sampel batuan. Hasil analisis NAG pH di bawah 4,5 akan dilakukan tahap penitiran (titrasi) dengan larutan basa NaOH pH 4,5 dan dilanjutkan dengan pH 7, jumlah larutan penitiran berbanding lurus dengan jumlah potensi asam dalam sampel.

ANC adalah metode penetapan jumlah mineral penetral (misalnya mineral karbonat,  $\text{CO}_3$ ) dalam batuan yang dapat bereaksi dengan mineral pengasam (misalnya mineral sulfida,  $\text{SO}_4$ ). Selain itu, ANC bermanfaat untuk menentukan kemampuan sampel dalam menetralkan asam yang terkandung dalam sampel itu sendiri. Jumlah nilai

ANC akan berpengaruh terhadap sifat alkalinitas sampel. Prinsip kerja penentuan ANC yaitu, mereaksikan kandungan mineral penetral ( $\text{CO}_3$ ) dalam sampel dengan penambahan asam (HCl) berlebih melalui penitrasian dengan basa (NaOH) hingga pH 7.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil analisis metode NAPP

Hasil analisis metode NAPP di laboratorium disajikan pada Tabel 2. Tabel ini terbagi menjadi lima kolom, yaitu titik lubang bor, dominasi batuan PAF/NAF dalam satu lubang bor, total ketebalan batuan tersebut, serta nilai NAPP dan NAG pH.

Tabel 2 mengindikasikan, batu lanau mendominasi lapisan NAF dengan kisaran NAG pH 6,5–7,4 dan NAPP antara -4,3 hingga -22,5. Batu lanau mempunyai ketebalan terbesar pada sampel bor DD12A, yaitu 57 m, dan lapisan tertipis pada sampel bor DD1A 4,6 meter. Ketebalan batuan

didapat dari data pemboran vertikal perlapisan batuan, yaitu dengan cara mengakumulasi ketebalan batuan yang sama dalam satu lubang bor.

Sementara itu, pada Tabel 3, lapisan PAF didominasi oleh batu lempung yang dijumpai secara merata tiap sampel inti bor dengan kisaran NAG pH 2,8–4,2 dan NAPP antara 8,1 hingga 46,1. Batu lempung dari sampel lubang bor mempunyai ketebalan antara 1,95–32,6 m. Meskipun dijumpai lapisan yang sangat tebal (> 30 meter), namun penyebarannya hanya terfokus pada lokasi-lokasi yang mempunyai karakteristik batuan tertentu, seperti sekitar lapisan batubara.

Secara keseluruhan lapisan NAF lebih mendominasi dari pada lapisan PAF dalam daerah penelitian. Selain itu, terdapat lapisan *uncertain* yang penyebaran terbatas pada lapisan aluvial.

### Pemodelan sebaran batuan PAF

Pemodelan sebaran batuan NAF dan PAF dilakukan pada arah vertikal dan horisontal yang berdasarkan pada nilai NAPP pada PAF, yaitu lebih besar dari nol (Tabel 1). Sebaran vertikal bertujuan untuk mengetahui sebaran lapisan PAF dengan pembuatan penampang tegak lurus dengan jurus lapisan batuan. Sementara itu, sebaran lateral atau horisontal meliputi sebaran lapisan PAF dari sebaran singkapan (*cropline*) yang mengikuti lipatan sinklin. Selain itu, penyebaran PAF juga mengikuti arah batuan yang cenderung mengikuti arah perlapisan kemiringan dari timur laut menuju ke barat daya.

Gambar 1 mendeskripsikan bahwa pola penyebaran lapisan PAF dibatasi oleh garis batas daerah penelitian. Terdapat dua warna dalam daerah penelitian, yaitu warna hitam dan putih. Warna hitam dalam bentuk poligon solid merupakan penyebaran dari lapisan PAF. Sementara itu, warna putih merupakan lapisan NAF dan lapisan tidak jelas (*uncertain*). Pada daerah penelitian, sebaran vertikal banyak didominasi batuan PAF yang dijumpai pada tanah penutup, lapisan antar batubara, dan lantai (*floor*) lapisan batubara. Sebaran horisontal lapisan PAF tersebar mengikuti jalur singkapan yang membentuk lipatan sinklin dan mengikuti singkapan dari batubara. Sebaran terluas dari lapisan PAF berada pada Formasi Pulaubalang yang mayoritas dijumpai pada batu lanau kemudian diikuti batu lempung dan batu pasir.

### KESIMPULAN

Hasil pemodelan mengindikasikan, bahwa pada sayatan vertikal sebaran PAF banyak dijumpai pada tanah penutup, lapisan antar batubara, dan lantai (*floor*) lapisan batubara. Sebaran horisontal

lapisan PAF tersebar mengikuti jalur lipatan sinklin dan mengikuti singkapan batubara. Sebaran terluas dari lapisan PAF berada pada Formasi Pulaubalang yang mayoritas dijumpai pada batu lempung kemudian diikuti batu lanau dan batu pasir.

Sementara itu, sebaran NAF mayoritas tersebar hampir merata (vertikal dan horisontal) pada batu lanau dan lapisan *uncertain* banyak dijumpai pada lapisan aluvial. Secara umum batuan daerah penambangan batubara tambang terbuka daerah Muara Lawa banyak didominasi oleh lapisan NAF, kemudian PAF, dan *uncertain*.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Manajemen PT. Trubaindo Coal Mining tbk. (PT. TCM) dengan segenap staf dan karyawan daerah operasi penambangan di Kutai Barat, yang telah memberikan bantuan teknis, supervisi, dan nonteknis untuk operasional penelitian lapangan, sehingga penelitian ini selesai sesuai dengan target rencana yang diharapkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ian, R., Taylor, J., Pape, S., Yardi, R., dan Bennett, J., 2007. *Managing Acid and Metalliferous Drainage*, Report for Departement of Industry Tourism and Resources, Australian Government, New South Wales, p. 95.
- Jamal, A., Yadav, H.L., dan Pandey, S.S., 2015. Heavy Metal from Acid Mine Drainage in Coal Mines-A Case Study. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 2(8):16–20.
- Johnson, D.B., dan Hallberg, K.B., 2006. Acid Mine Drainage Remediation: A Review. *Journal of Science of the Total Environment*, 338:3–14.
- Marthen, M., 2013. Identifikasi Potensi Pembentukan Air Asam Tambang, NAPP VS NTAPP, Buku Panduan, PT. Trubaindo Coal Mining, Kutai Barat.
- Nugraha, C., Shimada, H., Sasaoka, T., Ichinose, M., dan Manage, M., 2009. Waste Rock Characteristics at Tropical Coal Mine Area: A Case Study of PT. Kaltim Prima Coal, Indonesia, *International Journal of the JCRM*, 5(2):77–82.
- Quamruzzaman, C., Mondol, A.M., Ahmed, M.T., dan Ahmed, M.Z., 2014. A Proposal of Open Pit Coal Mine at the Northern Part of Barapukuria Coalfield, Dinajpur, Bangladesh, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(3):482–488.

- Supriatna, S., Sukardi, dan Rustandi, 1995. Peta Geologi Bersistem, Lembar Samarinda, Kalimantan skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Sigh, G., 2006. *Impact of Coal Mining in Mine Water Quality*, *International Journal of Mine Water*, Dhanbad, p. 49–59.
- Sand, W., Jozsa, P.G., Kovacs, S.M., Sasaren, N., dan Schippers, A., 2007. *Long-term Evaluation of Acid Rock Drainage Mitigation Measures in Large Lysimeters*. *Journal of Geochemical Exploration*, 92 (2-3): 205–211.
- Zulkarnain, A., dan Abdiyanto, M.D., 2012. Pemodelan Geokimia batuan Penutup Area Binungan Blok 9 PT. Berau Coal, Seminar Air Asam Tambang di Indonesia Ke-4, Bandung, p. 23–30.