

Prediksi Keterbentukan Air Asam Tambang di Tambang Batubara PT ABC Blok A Provinsi Kalimantan Timur

M Saefulmilah A*, Sri Widayati, Noor Fauzi Isniarno

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*assyidiq007@gmail.com, widayati_teknik@yahoo.com, noor.fauzi@unisba.ac.id

Abstract. Mining activities will result in the impact of environmental change either physically, chemically or biologically. The impact of water condition that the primarily is the acid mine drainage (AMD). One of the efforts that can be done to reduce mineral sulfide contact with oxygen in the air is to identify the minerals in the rocks that could potentially form an acidity or Potential Acid Forming (PAF) with which is not potentially forming acidity or Non Acid Forming (NAF). Testing conducted to identify PAF or NAF is by conducting a static test with samples taken from observation points 1, 2, 3, 4, 5 and 6. Points 1, 2, and 3 samples are taken from the results of outcropping that are found in the field. While the points 4, 5 and 6 samples are taken from the results of drilling activities. Static test carried out from the start of % total sulfur, Net Acid Generating (NAG), Acid Neutralizing Capacity (ANC) and pH paste. The results of the tests can be informed about the characteristics of rocks, rock spreads and become the earliest stages of preventing acid water. From the test results carried out against 6 samples with the type of sandstones and Batulempung rocks. The characteristics of the rocks are classified into the PAF as many as 3 samples (60%), then NAF smany 1 samples (20%) and uncertain as many as 1 samples (20%). For the potential distribution of the PAF from the test results can be seen in almost the entire observation area from point 2 S/d point 6 There are rocks with PAF characteristic with the value of Net Acid Producing Potential (NAPP) average of 3,07 kgH₂SO₄/ton of rocks. For NAF type rocks with an average NAPP value of 1,72 kgH₂SO₄/ton of rocks contained in the entire observation area from point 1 to point 6. Samples with uncertain type are scattered in point 2, point 4, point 5 and point 6. The appropriate method of prevention when viewed from the characteristics of the research area is using the method of Segresi and encapsulation where the separation of the handling between the PAF and NAF rocks to prevent the formation of AAT by storing the PAF rock parts at the bottom of the heap to then covered with the NAF rock layer. When mining activities are completed, it can be done preventing the formation of AAT with dry cover method with the same concept as encapsulation method but added organic material insert or synthetic above the PAF layer before closed by NAF Rocks.

Keywords: Acid Mine Drainage, PAF, NAF, Uncertain, NAPP.

Abstrak. Kegiatan pertambangan yang dilakukan akan mengakibatkan dampak perubahan terhadap lingkungan baik secara fisik, kimia ataupun biologis. Dampak keadaan air yang umumnya menjadi permasalahan yaitu air asam

tambang (AAT). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kontak mineral sulfida dengan oksigen di udara yaitu dengan mengidentifikasi mineral pada batuan yang berpotensi membentuk keasaman atau *Potential Acid Forming* (PAF) dengan yang tidak berpotensi membentuk keasaman atau *Non Acid Forming* (NAF). Pengujian yang dilakukan untuk mengidentifikasi PAF atau NAF yaitu dengan melakukan uji statik dengan sampel yang diambil dari titik pengamatan 1, 2, 3, 4, 5 dan 6. Titik 1, 2, dan 3 sampel diambil dari hasil pengamatan singkapan yang terdapat di lapangan. Sedangkan titik 4, 5 dan 6 sampel diambil dari hasil kegiatan pemboran. Uji statik yang dilakukan yaitu dari mulai % total sulfur, *Net Acid Generating* (NAG), *Acid Neutralizing Capacity* (ANC) dan pH pasta. Hasil pengujian yang dilakukan dapat menjadi informasi mengenai karakteristik batuan, sebaran dari batuan dan menjadi tahapan awal pencegahan air asam tambang. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap 6 sampel dengan jenis batuan batupasir dan batulempung. Karakteristik batuan yang terklasifikasi ke dalam PAF sebanyak 3 sampel (60%), kemudian NAF sebanyak 1 sampel (20%) dan *uncertain* sebanyak 1 sampel (20%). Untuk sebaran potensi PAF dari hasil pengujian dapat dilihat pada hampir seluruh area pengamatan dari titik 2 s/d titik 6 terdapat batuan dengan karakteristik PAF dengan nilai *Net Acid Producing Potential* (NAPP) rata – rata sebesar 3,07 kgH₂SO₄/ton batuan. Untuk batuan jenis NAF dengan nilai NAPP rata – rata sebesar 1,72 kgH₂SO₄/ton batuan terdapat pada keseluruhan area pengamatan dari titik 1 s/d titik 6. Sampel dengan jenis *uncertain* tersebar di titik 2, titik 4, titik 5 dan titik 6. Metode pencegahan yang sesuai apabila dilihat dari karakteristik daerah penelitian yaitu dengan menggunakan metode segregasi dan enkapsulasi dimana melakukan pemisahan penanganan antara batuan PAF dan NAF untuk mencegah terbentuknya AAT dengan menyimpan bagian batuan PAF pada bagian bawah timbunan untuk kemudian ditutup dengan lapisan batuan NAF. Ketika kegiatan penambangan sudah selesai maka bisa dilakukan pencegahan terbentuknya AAT dengan metode penudungan kering (*dry cover*) dengan konsep yang sama seperti metode enkapsulasi tetapi ditambahkan sisipan material organik atau sintetik di atas lapisan PAF sebelum ditutup oleh batuan NAF.

Kata Kunci: Air Asam Tambang, PAF, NAF, Uncertain, NAPP.

1. Pendahuluan

Kegiatan usaha pertambangan akan merubah keadaan bentang alam pada wilayah kegiatan. Kegiatan pertambangan dapat meningkatkan pendapatan ekonomi di wilayah tersebut, tetapi diiringi dengan memberikan perubahan pada ekosistem lingkungan di wilayah tersebut baik air, udara ataupun tanah.

Dampak lingkungan yang sering terjadi di wilayah pertambangan yaitu terbentuknya Air Asam Tambang (AAT). Air asam tambang dapat terbentuk dikarekan adanya reaksi yang terjadi akibat bersentuhannya mineral yang mengandung sulfida dengan oksigen, serta ditambah dengan adanya media yaitu berupa air. Terbentuknya AAT dalam kegiatan pertambangan harus dihindari ataupun diminimalisasi.

Kegiatan yang dilakukan untuk menghindari terbentuknya AAT yaitu dengan cara mengetahui karakteristik batuan yang ada pada wilayah tersebut apakah batuan pada wilayah tersebut *Potential Acid Forming* (PAF) atau *Non Acid Forming* (NAF). Nilai penentuan klasifikasi batuan dapat dianalisa dengan menggunakan metode uji statik serta *Net Acid Producing Potential* (NAPP).

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan, maka perumusan masalah dalam

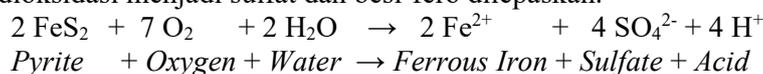
penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana menentukan karakteristik batuan yang berpotensi atau tidak berpotensi membentuk air asam tambang di wilayah pertambangan?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik batuan PAF dan NAF.
2. Mengetahui penyebaran PAF dan NAF.
3. Menentukan metode penanggulangan untuk air asam tambang.

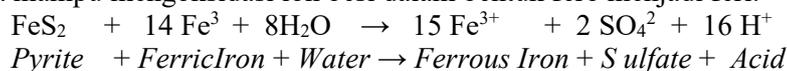
2. Landasan Teori

Air asam tambang merupakan air yang bersifat asam dan mengandung senyawa logam terlarut terutama Fe dan senyawa sulfat yang terbentuk akibat teroksidasinya lapisan batuan yang mengandung pirit atau teroksidasinya lapisan batubara. Batuan dan batubara yang mengandung mineral besi sulfida bila teroksidasi akan melepaskan besi-fero dan ion sulfat asam. Besi-fero selanjutnya teroksidasi membentuk besi-feri, yang kemudian terhidrolisis membentuk feri-hidroksida dan asam. Besi-feri berperan sebagai katalisator penguraian besi sulfida membentuk besi-fero, sulfat dan asam dalam jumlah yang besar. Di bawah ini tahapan reaksi proses terjadinya air asam tambang (berdasarkan buku Gautama, R.S. 2012) :

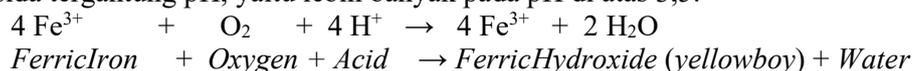
Reaksi pertama adalah reaksi pelapukan dari *pyrite* (pirit) disertai proses oksidasi. Sulfur dioksidasi menjadi sulfat dan besi-fero dilepaskan.



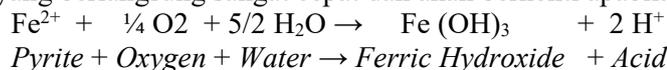
Reaksi kedua terjadi konversi dari besi-fero menjadi besi-feri yang mengkonsumsi satu mol keasaman. Laju reaksi lambat pada pH < 5 dan kondisi abiotik. Jenis salah satu bakteri *thiobacillus* yang akan mempercepat proses oksidasi. *Thiobacillus Ferrooxidans* adalah suatu bakteri *gram-negative, acidophilic, autotropic* yang mampu menggunakan besi atau berbagai senyawa sulfur tereduksi sebagai sumber energi. Mikroorganisme ini telah menunjukkan peranannya yang besar dalam menghasilkan air asam tambang. Mikroorganisme ini juga mampu mengoksidasi ion besi dalam bentuk fero menjadi feri.



Reaksi ketiga adalah hidrolisis dari besi. Hidrolisis adalah reaksi yang memisahkan molekul air. Tiga mol keasaman dihasilkan dari reaksi ini. Pembentukan presipitasi ferri hidroksida tergantung pH, yaitu lebih banyak pada pH di atas 3,5.



Reaksi keempat merupakan proses oksidasi lanjutan dari pirit oleh besi-feri. Ini adalah reaksi yang berlangsung sangat cepat dan akan berhenti apabila pirit atau besi-feri habis.



Untuk menentukan karakteristik batuan yang berpotensi membentuk air asam tambang dapat dilakukan dengan metode uji statistik NAPP (dalam buku Gautama, R.S., 2012) adalah metode untuk mengetahui pembentukan AAT melalui identifikasi dari karakteristik batuan yang mengandung mineral sulfide yang menitikberatkan pada analisis potensi keasaman tanah atau batuan daerah tambang, yaitu berupa berat kg H₂SO₄ setiap ton (Ian dkk, 2007). Parameter acuan untuk mengetahui potensi PAF atau NAF pada metode NAPP dengan *Net Acid Generating* (NAG). Tabel NAPP dapat dilihat pada tabel 3.2. Perhitungan NAPP dilihat terutama pada nilai kemampuan batuan untuk membentuk asam serta nilai kemampuan batuan untuk menetralkan asam pada batuan itu sendiri. Nilai ini dapat didapatkan dengan melakukan pengujian di laboratorium yang disandingkan dengan nilai pH batuan untuk menentukan karakteristik batuan.

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 $NAG\ pH > 4,5$	<i>Uncertain</i>
$NAPP \leq 0$ dan $NAG\ pH < 4,5$	<i>Uncertain</i>

Sumber : Ian dkk.,2007

Nilai NAPP dinyatakan dengan rumus :

$$NAPP = MPA - ANC \dots \dots \dots (\text{rumus 1})$$

Keterangan:

MPA (*Maximum Potential Acidity*) = %TS x 30,625 kg H₂SO₄/ton batuan

ANC (*Acid Neutralizing Capacity*) = (Y x M.HCl / Bobot Sampel) x C

Y = (Vol. HCl pada *fizz rating*) – (Vol. NaOH hasil penitaran x B)

B = (Vol. HCl sampel) / (Vol.NaOH hasil penitaran sampel)

Bobot Sampel = Bobot penimbangan sampel

M. HCl = Molaritas larutan HCl

C = Faktor Konversi

C = 49,0 (untuk menghiung kedalman kg H₂SO₄/ton batuan)

C = 5,0 (untuk menghitung kedalam kesetaraan %CaCO₃)

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penentuan *Net Acid Generating*

Untuk prosedur pengujian NAG yaitu (menurut SNI 13-6599-2001):

1. Timbang sebanyak 1 gr sampel tanah
2. Tambahkan 250 ml H₂O₂ 15%.
3. Biarkan bereaksi satu malam atau minimal 12 jam.
4. Setelah dibiarkan bereaksi dengan waktu yang di tentukan, maka panaskan sampel untuk mengoksidasi sulfida sisa yang belum bereaksi. Pemanasan dilakukan dengan suhu $\pm 80^{\circ}$ C selama ± 1 jam.
5. Dinginkan sampel sampai mencapai suhu ruangan dan bereaksi dengan sempurna. Reaksi yang sempurna biasanya ditandai dengan sudah tidak ada buih di permukaan larutan sampel.
6. Ukur pH larutan sampel dengan sampel diaduk menggunakan pengaduk magnetik, jika $pH \geq 7$ maka catat pH larutan sebagai NAG pH dan tidak perlu dilakukan pengujian selanjutnya. Jika $pH \leq 4,5$ maka lanjutkan dengan titrasi menggunakan NaOH 0,1 M hingga sampel bernilai pH 4,5 ditulis volume penitar, kemudian dilanjutkan lagi hingga pH menjadi 7.

Penentuan *Acid Neutralizing Capacity* (ANC)

Adapun prosedur pengujiannya yaitu (menurut SNI 7170-2006):

1. Tetapkan *fizz rating* dari setiap sampel dengan cara meneteskan 2-3 tetes HCL 8% pada sampel seberat 0,5 gr, lihat reaksi setelah ditetesi HCL.
2. Timbang 2 gr sampel yang disimpan dalam gelas piala ukuran 250 ml.
3. Tambahkan HCL berdasarkan *fizz rating* serta 20 ml *aquadest*.
4. Panaskan larutan selama ± 2 jam dengan suhu $\pm 90^{\circ}$ C.
5. Setelah dipanaskan simpan sampel sampai mencapai suhu ruangan.
6. Ukur pH larutan sampel dengan sampel diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Nilai pH yang dibutuhkan berkisar antara 0,8 – 1,5, maka sampel dilakukan uji analisis, kecuali jika sampel dengan nilai *fizz rating* 0 atau tidak bereaksi.
7. Titrasi sampel larutan dengan NaOH 0,5 M hingga pH bernilai 7, catat volume NaOH yang digunakan.

Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Laboratorium

Kode Sampel	NAG pH	ANC	MPA	NAPP
		KgH ₂ SO ₄		
1	2.98	-0.15	0.80	0.95
2	2.21	8.33	13.54	5.21
3	6.9	1.91	4.29	2.38
4	2.21	8.33	13.54	5.21
5	5.62	2	0.28	-1.72

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan dapat dihitung nilai NAPP untuk mengklasifikasikan kedalam batuan jenis PAF atau NAF. Mencari nilai NAPP dapat dicari dengan rumus yang tercantum pada rumus 1. Kemudian untuk contoh perhitungan NAPP pada sampel 01 yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Dik} &: \text{NAG pH} &= & 2,98 \\ & \% \text{TS} &= & 0,26 \\ & \text{MPA} &= & 0,026 \times 30,625 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan} \\ & &= & 0,80 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan} \\ & \text{ANC} &= & - 0,15 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan} \end{aligned}$$

Dit : Nilai NAPP ?

Jawab : $\text{NAPP} = \text{MPA} - \text{ANC}$

$$\text{NAPP} = 0,80 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan} - (- 0,15 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan})$$

$$\text{NAPP} = 0,95 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

Setelah dihitung nilai NAPP dan diketahui nilai NAG maka dapat di klasifikan termasuk kedalam jenis PAF atau NAF. Klasifikasi PAF atau NAF dapat dilihat pada tabel 1. Pada Sampel 1 nilai NAG pH yaitu sebesar 2,98 dan nilai NAPP sebesar 0,95 kg H₂SO₄/ton batuan, maka dapat di klasifikasikan sebagai PAF karena nilai NAPP > 0 dan NAG < 4,5. Hasil penentuan karakteristik batuan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penentuan Karakteristik Batuan

Kode Sampel	NAG pH	ANC	MPA	NAPP	Klasifikasi
		KgH ₂ SO ₄			
1	2.98	-0.15	0.80	0.95	PAF
2	2.21	8.33	13.54	5.21	PAF
3	6.9	1.91	4.29	2.38	Uncertain
4	2.21	8.33	13.54	5.21	PAF
5	5.62	2	0.28	-1.72	NAF

Dari hasil pengujian dan perhitungan sampel yang sudah dilakukan maka dapat diketahui yaitu:

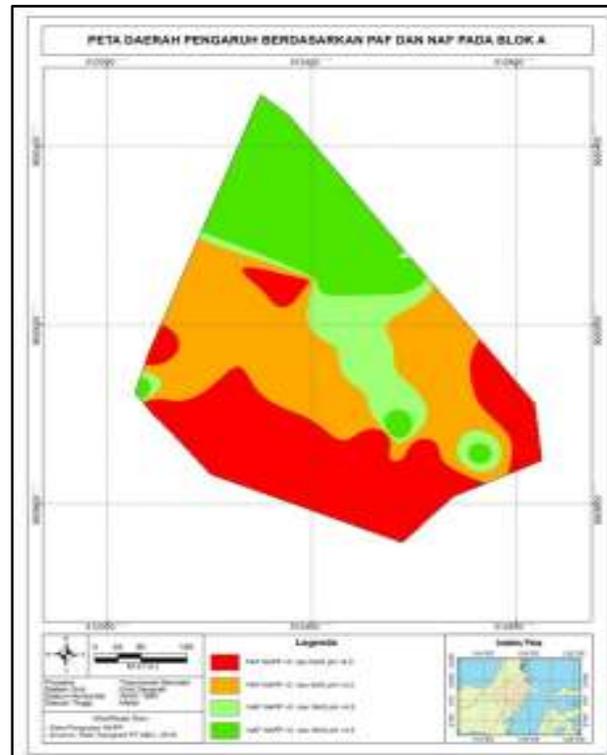
1. Sampel PAF, sebanyak 3 sampel yang tergambar di dalam dengan persentase 60%.
2. Sampel NAF, sebanyak 1 sampel yang tergambar pada dengan persentase 20%.
3. Sampel *Uncertain*, sebanyak 1 sampel yang tergambar dalam grafik pada dengan persentase 20%.

Untuk penentuan sampel yang terklasifikasi *uncertain* maka dapat diindikasikan berdasarkan nilai pH pasta. Dimana apabila nilai pH pasta ≥ 7 maka sampel diindikasikan NAF, sedangkan apabila nilai pH pasta tergolong asam yaitu < 7 maka diindikasikan sampel tersebut PAF.

Sebaran Potensi Keterbentukan Air Asam Tambang

Potensi keterbentukan air asam tambang dapat diprediksi dengan melihat karakteristik batuan yang terdapat pada suatu wilayah. Sehingga ketika wilayah tersebut diketahui karakteristik batuanya dapat dilakukan penanganan keterbentukan AAT lebih cepat dan tepat. Dari wilayah penelitian yang dilakukan sebaran batuan yang terdapat di wilayah tersebut yaitu PAF, NAF dan *uncertain*. Potensi keberadaan wilayah dengan karakteristik PAF tersebar hamper di seluruh

area, tetapi paling mendominasi di arah tenggarasampai barat laut (diantara arah N 90⁰ E – N 300⁰ E). Untuk potensi karakteristik batuan NAF terdapat pada bagian arah utara wilayah penelitian dari sampel yang diambil. Sebaran dari potensi ini dapat menjadi acuan awal ketika melakukan kegiatan di wilayah tersebut agar lebih waspada untuk mempersiapkan pengangan yang sesuai berdasarkan karakteristik batuan di wilayah tertentu, sebaran potensi air asam tambang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Sebaran Potensi Air Asam Tambang

Penanggulangan Air Asam Tambang

Dengan berbagai macam metode yang dapat dilakukan untuk melakukan pencegahan terhadap terbentuknya air asam tambang, dapat ditentukan dengan menyesuaikan kondisi daerah pertambangan serta masalah yang terdapat di wilayah pertambangan dengan memperhatikan aspek ekonomis, teknis serta lingkungan.

Ditinjau dari karakteristik geokimia pada daerah pengamatan di wilayah penelitian dapat dikatakan metode yang sesuai untuk pencegahan terbentuknya AAT adalah metode segregasi dan enkapsulasi. Dimana metode segregasi ini dilakukan dengan memisahkan penanganan batuan yang bersifat PAF dan batuan yang bersifat NAF untuk ditempatkan sedemikian rupa agar mencegah terbentuknya AAT. Sedangkan metode enkapsulasi dilakukan dengan menimbun batuan berjenis PAF pada bagian bawah timbunan yang kemudian ditutup dengan lapisan berjenis NAF untuk mengurangi kontak mineral sulfida dengan oksigen dan air secara langsung.

Metode enkapsulasi tergolong dalam metode yang cukup ekonomis dan efisien, karena dapat dilakukan bersamaan dengan pengangkutan batuan penutup sehingga tidak memerlukan tambahan biaya yang besar untuk melakukan metode tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik batuan paa daerah penelitian dengan jenis batuan batupasir, batulempung dan batubara, terdapat karakteristik PAF sebesar 60%, karakter NAF sebesar 20% dan

- uncertain sebesar 20% dari jumlah sampel sebanyak 21.
2. Sebaran batuan yang terdapat di wilayah tersebut yaitu PAF, NAF dan uncertrain. Potensi keberadaan wilayah dengan karakteristik PAF tersebar hampir di seluruh area, tetapi paling mendominasi di arah tenggarasampai barat laut (diantara arah N 900 E – N 3000 E). Untuk potensi karakteristik batuan NAF terdapat pada bagian arah utara wilayah penelitian dari sampel yang diambil
 3. Penanggulangan air asam tambang dapat dilakukan dengan beberapa metode sesuai dengan keadaan geologi dan karakteristik batuan di wilayah tersebut, metode enkapsulasi cukup tepat untuk daerah penelitian yang dilakukan serta tergolong dalam metode yang cukup ekonomis dan efisien, karena dapat dilakukan bersamaan dengan pengangkutan batuan penutup sehingga tidak memerlukan tambahan biaya yang besar untuk melakukan metode tersebut.

5. Saran

Dalam penelitian ini ada beberapa saran yang diberikan, yaitu :

1. Lakukan pengujian secara berskala untuk melakukan kontrol terhadap daerah yang memiliki potensi terbentuknya air asam tambang.
2. Lakukan pengawasan khusus dari mulai kegiatan tahap awal penambangan dengan melakukan pengujian laboratorium pada material di daerah penelitian sehingga dapat dilakukan *selective dumping methode* dengan memisahkan material PAF dengan material NAF dari awal kegiatan pertambangan.

Daftar Pustaka

- [1] American Standard Testing and Mateial (ASTM), 2002, *Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke*. America
- [2] Anonym, SNI 6597 : 2011, *Uji Statik Pengidentifikasian Sumber Air Asam Tambang*.
- [3] Anonym, SNI 13-7170-2006, *Penentuan Kapasitas Penetralan Asam (KPA) untuk Material Tambang*.
- [4] Anonym, SNI 13-6599-2001, *Tata Penentuan Pembentukan Asam Netto*.
- [5] Anonym, SNI 13-3601-2001, *Penentuan Kadar Belerang Pada Berbagai Senyawa dalam Percontoh Batubara*.
- [6] Demchuk, T.D., 1992, *Epigenetic pyrite in a low sulphur, sub-bituminous coal from the central Alberta Plains*, International journal of coal geology 21.
- [7] D.W Van Krevelen, 1981, *Coal Science and Technology 3*, Elsevier Scientific Publishing Company, Oxford- New York
- [8] Frankie, K.A., Hower, J.C., 1987, *variation in pyrite size, form, and microlithotype association in the pringfield (no.9) anda Herrin (no. 11) Coals*, Clean Coal Technology 22 Wetern Kentucky.
- [9] Gautama R., S., 2012, *Pengelolaan Air Asam Tambang*, Bimbingan Teknis Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Pertambangan Mineral dan Batubara, KESDM, Yogyakarta
- [10] Ian, R., Taylor, J., Pepe, S., Yardi, dan Bennett, 2007, *Managing Acid and Metalliferous Drainage*, Report for Departement of Industry Tourism and Resources, Australian Government, New South Wales.
- [11] Stach, E., Mackowsky, M, TH, Teichmuller, M., Taylor, G.H., Chandra, and D. Teichmuller, 1982, *Stach's text book of coal petrology*, 3rd., Gebruder, Berlin, Stuttgart.
- [12] The International Network for Acid Prevention, 2009 *Global Acid Rock Drainage Guide (GARD Guide)*, Canada.