

Identifikasi Potensi PAF dan NAF melalui Metode Uji Statik pada Batuan Penutup Batubara PT XYZ Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan

Siti Nafa Maytha Zahra*, Sri Widayati, Retno Damayanti

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

*nafa.nafamaythazahra@gmail.com, sriwidayati@unisba.ac.id, retnodamayanti@unisba.ac.id

Abstract. This acid mine water identification is an attempt to determine the potential of acid-forming rock through accurate static test parameters in the chemical analysis classification of rock samples. This research was initiated by conducting various static test methods which are often carried out, including Pasta pH, % Total Sulfur (% TS), Acid Neutralizing Capacity (ANC), Net Acid Generating (NAG) and Pasta pH. From the test results that have been carried out in the laboratory, the results are PAF (Potential Acid Forming), NAF (Non Acid Forming), and Uncertain. Which later a sample at PT XYZ can be grouped, with a total of 2 drilling points, namely BH-01 with 29 samples and BH-02 with 33 samples. Characteristics of a rock formation, PAF seams are often found in overburden, coal inter-coal seams, and coal floors. Meanwhile, the NAF layer will be evenly distributed on claystone and sandstone, and for Uncertainty it will be spread on the claystone layer. In general, BH 01 was dominated by the NAF layer with a range of NAG pH - 9.40 and NAPP between -243,368 H₂SO₄ / ton of rock to 3,911 H₂SO₄ / ton of rock, while the PAF layer was with a NAG range of pH 2.74 - 5.42 and NAPP between - 2,007 H₂SO₄ / ton rock up to 32,676 H₂SO₄ / ton rock, and in the uncertainty layer, namely with a range of NAG pH 3,27 - 6,67 and NAPP -9,848 H₂SO₄ / ton rock to 1,266 H₂SO₄ / ton rock. Whereas in the BH-02 study was dominated by NAF with a range of NAG pH 4.59 - 9.08 and NAPP between -259.744 H₂SO₄ / ton of rock to -2.075 H₂SO₄ / ton of rock, while the PAF layer was in the range of NAG pH 2.89 - 4.33. and NAPP between 0.773 H₂SO₄ / ton to 90.875 H₂SO₄ / ton, and the uncertainty layer, namely with NAG pH 3.17 and NAPP - 18.585 H₂SO₄ / ton rock.

Keywords: Acid Mine, PAF, NAF, Uncertainty.

Abstrak. Identifikasi Air Asam Tambang ini merupakan usaha untuk menentukan potensi batuan pembentuk asam melalui analisis kimia parameter uji statik yang akurat dalam klasifikasi sampel batuan. Penelitian ini diawali dengan melakukan berbagai metode uji statik yang sering dilakukan diantaranya, pH pasta, % Total Sulfur (%TS), Acid neutralizing Capacity (ANC), dan Net Acid Generating (NAG). Dari hasil pengujian Air Asam Tambang yang telah dilakukan di laboratorium, maka didapatkan hasil berupa batuan dengan sifat PAF (Potential Acid Forming), NAF (Non Acid Forming), dan Uncertainty. Sampel di PT XYZ ini berasal dari 2 titik pengeboran yaitu BH-01 sebanyak sampel 29 buah dan BH-02 sebanyak 33 buah. Karakteristik suatu formasi batuan, lapisan PAF banyak dijumpai pada floor, batubara, antar batubara, dan roof batubara. Sedangkan pada lapisan NAF akan tersebar merata pada claystone dan sandstone, dan untuk Uncertainty tersebar pada lapisan claystone. Secara umum pada BH 01 didominasi oleh lapisan NAF dengan kisaran NAG pH – 9,40 dan NAPP antara -243,368 kgH₂SO₄/ton batuan hingga NAPP 3,911 kgH₂SO₄/ton batuan, sedangkan lapisan PAF dengan kisaran NAG pH 2,74 – 5,42 dan NAPP antara -2,007 kgH₂SO₄/ton batuan hingga 32,676 kgH₂SO₄/ton batuan, dan pada lapisan uncertainty yaitu dengan kisaran NAG pH 3,27 – 6,67 dan NAPP -9,848 kgH₂SO₄/ton batuan hingga 1,266 kgH₂SO₄/ton batuan. Sedangkan pada penelitian BH-02 di dominasi oleh

NAF kisaran NAG pH 4,59 – 9,08 dan NAPP antara -259,744 kgH₂SO₄/ton batuan hingga -2,075 kgH₂SO₄/ton batuan, sedangkan lapisan PAF dengan kisaran NAG pH 2,89 – 4,33 dan NAPP antara 0,773 kgH₂SO₄/ton hingga 90,875 kgH₂SO₄/ton, dan lapisan uncertainty yaitu dengan NAG pH 3,17 dan NAPP – 18,585 kgH₂SO₄/ton batuan.

Kata Kunci: Air Asam Tambang, PAF, NAF, Uncertainty.

1. Pendahuluan

Dalam perusahaan pertambangan batubara yang sudah banyak beroperasi di berbagai tempat di wilayah Indonesia. Kegiatan tersebut mencakup aktivitas penggalian lapisan tanah dalam usaha pengambilan batubara yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan industri dan masyarakat. Kegiatan penambangan ini juga dapat mengakibatkan bagian-bagian dari batuan sehingga memungkinkan kontak dengan udara atau air hujan.

Kegiatan penambangan batubara juga pada umumnya akan memberikan dampak terhadap suatu lingkungan, dengan salah satunya yaitu terbentuknya Air Asam Tambang (AAT) memiliki nilai pH 2,5 - 5. AAT juga termasuk dalam sebuah aspek geofisik yang menjadi kendala bagi kegiatan tambang batubara. Air Asam Tambang (AAT) tidak dapat dihindari karena terkait dalam proses penambangan mudah melalui pembongkaran overburden (batuan penutup) yang akan tersingkap dan terpapar langsung ke udara sehingga teroksidasi, lalu dengan adanya air maka AAT pun akan terbentuk.

Untuk mengidentifikasi terjadinya AAT yang ada di tambang batubara maka harus dilakukan pengujian, pengujian tersebut dibagi menjadi dua acara, diantaranya uji statik dan uji kinetik yang selanjutnya akan dilakukan analisis hasil uji yang nantinya dapat mengetahui potensi penyebaran AAT dalam kegiatan pertambangan. Uji statik sendiri yaitu awal untuk mengkarakterisasi batuan. Dimana uji ini telah dirancang untuk menghitung neraca antar komponen pembentuk asam, yang diantaranya adalah mineral sulfida, dan pengonsumsi asam, dalam sampel batuan yang paling utama terdapat mineral karbonat. Dapat disebut dengan uji statik karena uji ini tidak mempertimbangkan laju pembentukan dan penetralan asam. INAP (The International Network for Acid Prevention), 2009

.Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, terdapat beberapa tujuan dari penelitian ini diantaranya yaitu :

1. Mengetahui komposisi mineral dari hasil pengujian XRD pada batuan penutup.
2. Mengetahui nilai NAG (Neutralizing Acid Generation) dan NAPP (Net Acid Producing Potential) yang menjadi identifikasi untuk potensi terbentuknya air asam tambang
3. Mengetahui nilai ANC pada batuan untuk menetralkan asam.

2. Metodologi

Air Asam Tambang

Air asam tambang atau acid mine drainage adalah istilah umum yang digunakan untuk menyebutkan air lindi (leachate), rembesan (seepage) atau aliran (drainage). Air ini terjadi akibat pengaruh oksidasi alamiah mineral sulfida yang terkandung dalam batuan yang terpapar selama penambangan. Proses ini menghasilkan air yang mempunyai pH rendah yang berpotensi melarutkan logam-logam berat dari batuan yang dilaluinya.

Sumber - sumber yang berasal dari kegiatan penambangan antara lain : (Kadafi M Thesar, 2018). Unit pengolahan limbah, material yang terdapat pada limbah kegiatan penambangan yaitu batuan buangan (waste rock).

Tambang terbuka, pada lapisan batuan akan terbuka sebagai akibat dari terkupasnya lapisan penutup, sehingga unsur sulfur yang terdapat dalam batuan sulfida akan mudah teroksidasi dan bila bereaksi air dan oksigen akan membentuk air asam tambang.

Unit pengolahan tailing, kandungan unsur sulfur yang berada didalam tailing diketahui memiliki potensi dalam pembentukan air asam tambang, pH yang berada didalam tailing pond ini

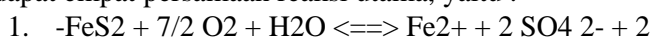
biasanya cukup tinggi, disebabkan adanya penambahan hydrated lime atau bahan kapur untuk menetralkan air yang bersifat asam yang dibuang ke dalamnya.

Lokasi penimbunan batuan, Timbunan batuan yang berasal dari batuan sulfida dapat menghasilkan AAT karena adanya kontak langsung dengan udara yang selanjutnya terjadi pelarutan akibat adanya air.

Terbentuknya Air Asam Tambang

Air asam tambang ini terbentuk karena adanya mineral FeS (pyrite) yang teroksidasi. Air asam tambang (acid mine drainage, AMD) atau air asam batuan, yang secara keseluruhan disebut air asam (acid drainage, AD), adalah air yang berasal dari tambang atau batuan yang mengandung mineral sulfida tertentu yang terpapar dan dalam keadaan teroksidasi. Beberapa sulfida logam yang sering dijumpai pada wilayah pertambangan antara lain FeS (pyrite), FeS₂ (marcasite), Fe_xS_x (pyrrhotite), PbS (galena), Cu₂S (chalcocite), CuS (covellite), CuFeS₂ (chalcopyrite), MoS₂ (molybdenite), NiS (millerite), ZnS (sphalerite), dan FeAsS (arsenopyrite). (Miller, S.D. 1995).

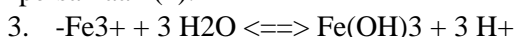
Di kawasan tambang batubara yang mengandung mineral sulfida dan oksidasi besi sulfida (FeS₂), konversi terbentuknya asam dapat terjadi melalui beberapa reaksi. Secara umum terdapat empat persamaan reaksi utama, yaitu :



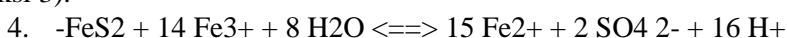
Pada persamaan (1), besi sulfida teroksidasi menghasilkan besi ferro (Fe²⁺), sulfat (SO₄²⁻) dan asam (ion H⁺).



Besi ferro selanjutnya dapat teroksidasi menjadi bentuk besi ferri (Fe³⁺) seperti ditunjukkan oleh persamaan (2).



Selanjutnya besi ferri terhidrolisa menjadi ferri hidroksida (Fe(OH)₃) dan ion H⁺ (persamaan reaksi 3).



Keasaman (acidity, H⁺) yang terbentuk dapat bertindak sebagai katalis dalam memecah pyrite (FeS₂) menghasilkan lebih banyak lagi ion ferro (Fe²⁺), sulfat dan H⁺ (persamaan reaksi 4).

Mineral - mineral Pembentuk Air Asam Tambang

Beberapa mineral yang terdapat pada batuan penutup didaerah pertambangan seperti kandungan sulfida alamim paling umum yaitu dalam bentuk pirit. Jika mineral - mineral tersebut telah terkena oksigen beserta air selama kegiatan penambangan, maka akan mengalami oksidasi sehingga menghasilkan asam sulfat. Dan air asam tambang akan terbentuk ketika pada mineral - mineral sulfida dalam batuan akan muncul ke permukaan pada kondisi oksidasi.

Mineral sulfida yang diketahui pembentuk asam dengan oksigen sebagai pengoksidasi yaitu; pyrite (FeS₂), Marcasite (FeS₂), Bornit (Cu₅FeS₄), Realger (AsS), Famatinit (CuSbS₄), Tetrahedrit ((Cu,Fe,Zn)₁₂SB₄S₁₃), Pyrotite (Fe_{1-x}S (0 < x < 0.2), Arsenopyrite (FeAsS), Orpiment (AS₂S₃), Stibnit (Sb₂S₃). (Gautama, Rudy Prayoga 2014).

Mineral sulfida yang dapat membentuk asam dengan ion ferri sebagai pengoksidasi; Chalcocite (Cu₂S), Sphalerite (ZnS), Galena (Pbs), Millerite (Nis), Chalcopyrite (CuFeS₂), Covellite (CuS), Molybdenite (MoS₂), Cinnabar (HgS), Greenockit (Cds), Pentlandit ((Fe,Ni)₉S₈). (Gautama, Rudy Prayoga 2014).

Sumber - Sumber Air Asam Tambang

Dalam kegiatan penambangan, AAT dapat terjadi di tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Pada umumnya keadaan ini disebabkan oleh mineral sulfida yang terdapat didalam batuan teroksidasi secara alamiah dan didukung dengan curah hujan yang tinggi, maka akan semakin mempercepat perubahan oksidasi sulfur menjadi asam (Kadafi M Thesar, 2018). Adapun sumber - sumber yang berasal dari kegiatan penambangan antara lain :

1. Unit Pengolahan Limbah, material Yang Terdapat Pada Limbah Kegiatan Penambangan Yaitu Batuan Buangan (Waste Rock).
2. Tambang Terbuka, pada Lapisan Batuan Akan Terbuka Sebagai Akibat Dari Terkupasnya Lapisan Penutup, Sehingga Unsur Sulfur Yang Terdapat Dalam Batuan Sulfida Akan Mudah Teroksidasi Dan Bila Bereaksi Air Dan Oksigen Akan Membentuk

- Air Asam Tambang.
3. Unit Pengolahan Tailing, kandungan Unsur Sulfur Yang Berada Didalam Tailing Diketahui Memiliki Potensi Dalam Pembentukan Air Asam Tambang, Ph Yang Berada Didalam Tailing Pond Ini Biasanya Cukup Tinggi, Disebabkan Adanya Penambahan Hydrated Lime Atau Bahan Kapur Untuk Menetralkan Air Yang Bersifat Asam Yang Dibuang Ke Dalamnya.
 4. Lokasi Penimbunan Batuan, timbunan Batuan Yang Berasal Dari Batuan Sulfida Dapat Menghasilkan AAT Karena Adanya Kontak Langsung Dengan Udara Yang Selanjutnya Terjadi Pelarutan Akibat Adanya Air.

Uji Statik

Uji statik pada umumnya dilakukan untuk mengetahui karakteristik pada batuan dalam pembentuk PAF dan NAF. Uji statik ini telah dirancang untuk menghitung neraca antara komponen pembentuk asam yang berupa mineral sulfida serta komponen pengonsumsi asam, yang paling utama didalam sampel batuan yaitu terdapat mineral karbonat. Dapat disebut uji statik karena uji ini tidak mempetimbangkan laju pembentuk dan penetral asam. Adapun parameter dari hasil uji statik ini yaitu diurutkan pH Pasta, %TS, NAG, MPA, ANC dan NAPP. Tujuan dari hasil uji ini yaitu untuk mengetahui potensi atau tidaknya dalam menghasilkan asam (PAF / NAF) yang terjadi pada batuan (SNI 6579, 2011).

pH Pasta, pengujian pH pasta ini dilakukan apabila kondisi tidak tentu (Uncertain) untuk membantu interpretasi pH Pasta akan mengidentifikasi jumlah oksidasi alami yang telah terjadi pada sampel batuan. Uji ini biasanya dilakukan dengan mencampurkan bubuk sampel dengan air destilasi (1 : 2) lalu diukur nilai pHnya. Penambahan air destilat akan mencuci atau melarutkan hasil oksidasi sehingga sangat mungkin sampel tersebut dapat digolongkan sebagai PAF. Dimana pada pengujian ini menggunakan alat Mettler Toledo (AMIRA P387A project ARD Test Handbook – pH 1:2 dan EC 1:2).

Total Sulfur (% TS), dalam menghitung kandungan sulfur yang ada di dalam sampel yaitu melalui proses pemanasan pada suhu yang tinggi dan dialiri dengan oksigen menggunakan alat Lecco Sulphur Analyzer serta hasil pengujian total sulfur sampel akan mengalami perubahan warna menjadi warna hijau. (AMIRA P387A project ARD Test Handbook – pH 1:2 dan EC 1:2).

Net Acid Generation (NAG), uji NAG ini dilakukan dengan mereaksikan sampel batuan dengan oksidator kuat yaitu hydrogen peroksida (H₂O₂) untuk mengoksidasi semua mineral sulfida secara sempurna yang ada didalam sampel batuan dengan cepat. Selama proses oksidasi tersebut pembentukan dan penetralan asam terjadi secara bersamaan sehingga hasil akhir dari uji ini akan mempresentasikan jumlah bersih dari asam yang dihasilkan dari sampel batuan. (AMIRA P387A project ARD Test Handbook – pH 1:2 dan EC 1:2).

Berdasarkan uji NAG diatas, selanjutnya tahapan pengukuran yang dilakukan setelah mengukur pH yaitu mentitrasi larutan hingga mencapai pH 4,5 dan pH 7 dengan menggunakan larutan NaOH. Titrasi hingga pH 4,5 menunjukkan keasaman yang disebabkan oleh ion Fe, Al dan hydrogen secara umum. Keasaman tambahan pada titrasi pH 4,5 dan pH 7 akan menunjukkan logam tersebut terlarut seperti Cu dan Zn. (SNI 13 - 6599 - 2001 : Tata Penentuan Pembentukan Asam Netto). Untuk mencari perhitungan NAG pH 4,5 dan pH 7 dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{NAG pH } \pm 4,5 \text{ (kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton) = "V1 x N NaOH X 49" /"w"}^{\prime\prime}$$

$$\text{NAG pH } \pm 7,00 \text{ (kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton) = "(V1 +V2) x N NaOH X 49" /"w"}^{\prime\prime}$$

Keterangan:

pH NAG = pH awaal larutan sebelum titrasi

V1= Volume pemakaian NaOH untuk titrasi s.d pH \pm 4,5

V2 = Volume pemakaian NaOH untuk titrasi s.d pH \pm 7,00

N NaOH = Konsentrasi larutan NaOH yang digunakan untuk titrasi

49 = Berat ekivalen H₂SO₄

W = Berat contoh (gram)

Penggolongan Tipe Batuan pada Tambang Batubara		
Golongan	Tipe Batuan	Keterangan
I	NAF	pH NAG (PAN) lebih besar atau sama dengan 4,5 dan nilai NAPP (PPAN) negative)
II	PAF kapasitas rendah	pH NAG (PAN) lebih kecil dari 4,5 dan nilai NAG (PAN) pada pH 4,5 kurang dari 5 kg H ₂ SO ₄ per ton, nilai NAPP (PPAN) ada dalam rentang 0 - 10 kg H ₂ SO ₄ per ton
III	PAF kapasitas sedang	pH NAG (PAN) lebih kecil dari 4,5 dan nilai NAG (PAN) pada pH 4,5 lebih besar dari 5 kg H ₂ SO ₄ per ton, nilai NAPP (PPAN) lebih besar atau sama dengan 10 kg H ₂ SO ₄ per ton
IV	PAF kapasitas tinggi	pH NAG (PAN) lebih kecil dari 4,5 dan pH H ₂ O sampel (1:2) lebih kecil dari 4,5, nilai NAG (PAN) pada pH 4,5 lebih besar atau sama dengan 5 kg H ₂ SO ₄ per ton nilai NAPP (PPAN) lebih besar atau sama dengan 10 kg H ₂ SO ₄ per ton

Sumber : Gautama, Rudy Sayoga 2014

Gambar 1. Penggolongan Tipe Batuan pada Tambang Batubara

Acid Neutralizing Capacity (ANC)

ANC yaitu suatu metode penetapan jumlah dengan banyaknya mineral penetral (pada umumnya karbonat, CO₃-2) dalam contoh batuan yang dapat bereaksi dengan mineral pengasam (pada umumnya sulfat SO₄-2) dalam sampel batuan. Berbeda dengan metode penentuan jumlah keasaman (aktual dan potensial asam), metode ini digunakan untuk menentukan kemampuan contoh dalam menetralkan asam yang terkandung dalam sampel itu sendiri dengan menggunakan alat titrasi Mettler Toledo. Banyaknya jumlah nilai ANC akan mempengaruhi sifat alkalinitas suatu sampel batuan. (AMIRA P387A project ARD Test Handbook – pH 1:2 dan EC 1:2) . Rumus untuk mencari CAN sebagai berikut:

$$ANC = (Y \times M. HCl / \text{Bobot Sampel}) \times C \dots$$

Dari hasil pengujian diatas dapat diketahui nilai NAPP berdasarkan rumus dibawah ini.

$$NAPP = MPA - ANC$$

Keterangan :

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

$$MPA = \%TS \times 30,625 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

$$ANC = \text{kg H}_2\text{SO}_4/\text{ton batuan}$$

3. Pembahasan dan Diskusi

Agar material dapat dikategorikan sebagai material PAF (Potensial Acid Forming), NAF (Non Acid Forming), dan Uncertain, maka harus dilakukan pengujian laboratorium seperti pengujian mineralogi dengan metode XRD dan uji statik diantaranya pH pasta, % Total Sulfur (TS), NAG pH, dan ANC.

Hasil Pengujian XRD

Berdasarkan hasil uji mineralogi, dan pengujian XRD terhadap sampel batuan penutup terdapat kesamaan kandungan mineral pada sampel yaitu kuarsa, kaolinit, albit, illit, pirit. Keterdapatannya kuarsa pada sampel - sampel batuan penutup disebabkan mineral ini adalah mineral yang mendominasi pada kerak bumi. Jika pada sampel batuan yang telah teridentifikasi terdapat mineral pirit maka tergolong sebagai material PAF (Potential Acid Forming). Hasil deskripsi sampel BH-01 terdapat beberapa sampel yang masuk kategori PAF (Potential Acid Forming) namun pada sampel tersebut tidak memiliki kandungan mineral pirit, Hal ini disebabkan lapisan batuan tersebut masih terpengaruh oleh batubara yang mengandung sulfur, seperti pada kode sampel BH 01/AAT6, BH 01/AAT17, BH 01/AAT18, BH 01/AAT23, BH 01/AAT25, BH 01/AAT26, BH 01/AAT28, BH 01/AAT30. Sedangkan sampel batuan BH-02 terdapat pada kode sampel BH 02/AAT1, BH 02/AAT3, BH 02/AAT4, BH 02/AAT10, BH 02/AAT13, BH

02/AAT16, BH 02/AAT18, BH 02/AAT22, BH 02/AAT25, BH 02/AAT27, BH 02/AAT28, BH 02/AAT30, BH 02/AAT31, BH 02/AAT32 dan BH 02/AAT33.

UJI STATIK

Dari pengujian statik AAT pada kode sampel BH-01 yang berjumlah 29 buah, dikategorikan hal-hal sebagai berikut :

1. PAF yang berjumlah 7 sampel
2. NAF yang berjumlah 19 sampel
3. Uncertain yang berjumlah 3 sampel

Dari pengujian statik AAT pada kode sampel BH-02 yang berjumlah 33 buah, dikategorikan hal-hal sebagai berikut :

1. PAF yang berjumlah 6 sampel
2. NAF yang berjumlah 26 sampel
3. Uncertain yang berjumlah 1 sampel

Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan NAG pH 4,5 dan 7,00 kode sampel BH-01/AAT1

$$\text{NAG pH } \pm 4,5 \text{ (kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton) } = \frac{V1 \times N \text{ NaOH} \times 49}{w} = \frac{0 \times 0,09 \times 49}{0,50} = 0,00$$

$$\text{NAG pH } \pm 7,00 \text{ (kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton) } = \frac{(V1 + V2) \times N \text{ NaOH} \times 49}{w} = \frac{(0,00 + 0,03) \times 0,09 \times 49}{0,50} = 0,33$$

Contoh Perhitungan untuk mendapatkan nilai NAPP kode sampel BH 01/AAT1

Diketahui nilai :

ANC = - 0,50 kg H₂SO₄/ton batuan

%TS = 0,025 %

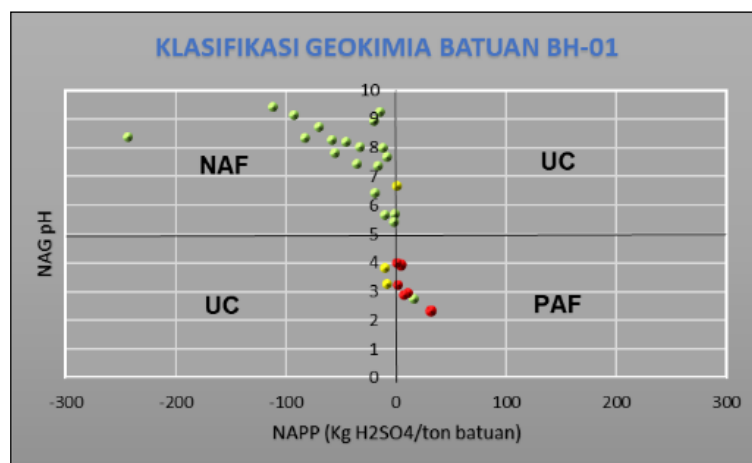
$$\text{MPA} = 0,025\% \times 30,625 \text{ kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton batuan} = 0,766 \text{ kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton batuan}$$

Maka akan didapatkan nilai NAPP sebagai berikut :

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

$$= 0,766 \text{ kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton batuan} - (0,50 \text{ kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton batuan})$$

$$= 1,266 \text{ kg H}_2\text{SO}_4\text{/ton batuan}$$



Gambar 2. Klasifikasi Geokimia Batuan BH-01

Bila dilihat pada gambar diatas kriteria pelapisan digambarkan dalam grafik antara NAPP pada sumbu x atau absis dan pH NAG pada sumbu y atau ordinat. Perpotongan antara kedua sumbu akan menghasilkan empat kuadran diantaranya :

1. Kuadran II, yaitu $\text{NAPP} \leq 0$ dan $\text{NAG pH} \geq 4,5$ sampel tergolong NAF.
2. Kuadran IV, yaitu $\text{NAPP} > 0$ dan $\text{NAG pH} < 4,5$ sampel tergolong PAF.

3. Kuadran I dan III, yaitu $NAPP > 0$ dan $NAG\ pH > 4,5$ atau $NAPP \leq 0$ dan $NAG\ pH < 4,5$, menunjukkan hasil yang tidak konsisten antara kedua metode, sehingga sampel digolongkan sebagai “ tidak tentu” (Uncertainty).

Seperti di kuadran I yang berwarna titik kuning dengan jumlah 3 sampel, contoh pada sampel batuan dengan kode BH-01/AAT1 ini didapatkan nilai NAG pH dari hasil pengujian laboratorium sebesar 6,67 dan nilai NAPP dari hasil selisih antara MPA dan ANC nilai yang didapatkan adalah 1,266 kg H₂SO₄/ton, sehingga sampel BH-01/AAT1 dapat dikategorikan kedalam Uncertainty disebabkan nilai $NAPP > 0$ dan $NAG\ pH > 4,5$.

Kuadran II yang berwarna titik hijau dengan jumlah 19 sampel, contoh pada sampel BH-01/AAT2 ini didapatkan nilai NAG pH dari hasil pengujian laboratorium sebesar 8,70 dan nilai NAPP dari hasil selisih antara MPA dan ANC nilai yang didapatkan adalah -70,101 kg H₂SO₄/ton sehingga sampel BH-01/AAT2 dapat dikategorikan sebagai material Non Acid Forming (NAF). disebabkan nilai $NAPP \leq 0$ dan $NAG\ pH \geq 4,5$.

Kuadran III yang berwarna titik merah dengan jumlah 7 sampel, contoh pada sampel BH-01/AAT5 ini didapatkan nilai NAG pH dari hasil pengujian laboratorium yaitu sebesar 3,90 dan nilai NAPP dari hasil selisih antara MPA dan ANC nilai yang didapatkan adalah 5,014 kg H₂SO₄/ton sehingga dapat dikategorikan sampel BH-01/AAT5 sebagai material Potensial Acid Forming (PAF) disebabkan nilai $NAPP > 0$ dan $NAG\ pH < 4,5$.

4. Kesimpulan

Nilai NAG pH (Neutralizing Acid Generation) terhadap NAPP (Net Acid Producing Potential) dapat dilihat dari suatu formasi batuan bahwa lapisan PAF biasanya banyak dijumpai pada bagian tanah penutup, yaitu lapisan antar batubara, dan lantai batubara. Secara umum wilayah penelitian yang didominasi oleh lapisan PAF pada BH-01 yaitu dengan kisaran NAG pH 2,74 – 5,42 dan NAPP antara -2,007 H₂SO₄/ton batuan hingga 32,676 H₂SO₄/ton batuan sedangkan lapisan PAF pada BH-02 yaitu dengan kisaran NAG pH 2,89 – 4,33 dan NAPP antara 0,773 H₂SO₄/ton hingga 90,875 H₂SO₄/ton. Pada formasi batuan bahwa lapisan NAF biasanya tersebar merata pada claystone dan sandstone. Secara umum wilayah penelitian yang didominasi oleh lapisan NAF pada BH-01 yaitu dengan kisaran NAG pH – 9,40 dan NAPP antara -243,368 H₂SO₄/ton batuan hingga 3,911 H₂SO₄/ton batuan sedangkan lapisan NAF pada BH-02 yaitu dengan kisaran NAG pH 4,59 – 9,08 dan NAPP antara -259,744 H₂SO₄/ton batuan hingga -2,075 H₂SO₄/ton batuan. Nilai batuan penutup batubara terhadap nilai ANC dalam menetralkan asam ini dapat ditentukan dengan cara mereaksikan sampel batuan dengan larutan HCl standar pada kondisi panas kemudian didinginkan dan dititrasi balik dengan menggunakan NaOH untuk menentukan jumlah HCl yang dikonsumsi dari reaksi yang terjadi. Sehingga didapatkan nilai ANC pada lapisan PAF BH-01 kisaran 0,06 kgH₂SO₄/ton - 28,04 kgH₂SO₄/ton sedangkan lapisan NAF kisaran 2,53 kgH₂SO₄/ton - 266 kgH₂SO₄/ton. Pada lapisan PAF BH-02 kisaran 0,541 kgH₂SO₄/ton - 18,85 kgH₂SO₄/ton sedangkan lapisan NAF kisaran 6,64 kgH₂SO₄/ton - 261 kgH₂SO₄/ton. Dari pengujian XRD pada batuan penutup maka telah diketahui kandungan mineral pada BH-01 dan BH-02 didominasi yaitu kuarsa, albit, kaolin, illit, siderit. Pada sampel batuan penutup hasil pengujian XRD yang mengandung mineral pirit terdapat pada kode BH01-2, BH01-4, BH01-5, BH01-8, BH01-13, BH02-2, BH02-12, dan BH02-32.

Acknowledge

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT karena atas rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan penelitian ini.
2. Kedua orang tua atas didikan, membimbing dengan sabar dan ikhlas, mendoakan serta serta memberi dukungan dan semangat demi kebahagiaan dan kesuksesan anakmu ini. Sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah sampai akhir.
3. Dosen Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, atas ilmu dan didikannya,serta membimbing mahasiswa dan mahasiswi dengan sabar.
4. Teman-teman seperjuangan yang sama sama sedang berjuang dalam pembuatan penelitian ini, yang selalu saling support.

Daftar Pustaka

- [1] AMIRA P387A project ARD Test Handbook – pH 1:2 dan EC 1:2
- [2] Gautama, R.S, 2014. “Pembentukan, Pengendalian dan pengelolaan Air Asam Tambang, Bandung, Penerbit ITB”.
- [3] INAP (The International Network for Acid Prevention), 2009. “Global Acid Rock Drainage Guide (GARD Guide)”.
- [4] Miller, S.D. 1995. “Geochemical Indicators Of Sulphide Oxidation And Acid Generation In The Field. Second Australian Acid Mine Drainage Workshop”. Charters Towers, NJ Grundon & LC.
- [5] SNI 6579, 2011. “Uji Statistik Pengidentifikasian Sumber Air Asam Tambang” (Badan Standarisasi Nasional).
- [6] SNI 13 - 7170, 2006. “Penentuan Kapasitas Penetralan Asam Untuk Material Tambang (Badan Standarisasi Nasional)”.
- [7] Sri Widayati. “ Karakteristik Batubara dan Terbentuknya Air Asam Tambang di Tambang Batubara PT.GHI Provinsi Kalimantan Timur.”
- [8] Thesar, K.M, 2018 “Analisis Teknik Sistem Penanganan Dan Pemanfaatan Air Asam Tambang Di WIUP Tambang Ir Laya (TAL)” Skripsi Universitas Sriwijaya.
- [9] Fajryanti Mutiara Nur, Ashari Yunus, Moralista Elfida. (2021). *Perencanaan Sistem Penyaliran dan Pemompaan pada Tambang Terbuka di PT X Desa Tegalega, Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat*. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, 1(1), 39-46.