

Prediksi Pembentukan Air Asam Tambang Berdasarkan Hidrokimia Air tanah dan Air Permukaan di Tambang Batubara

Moch Rifki Apriliansyah^{*}, Sri Widayati, Noor Fauzi Isniarno

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

*rifkiapriliansyah123@gmail.com

Abstract. Mining activities resulted in the impact of changes to the environment in the form of morphology and transparent of land, hence the change of hydrogeology and the occurrence of chemical weathering in the rocks in the open areas as a result of mining activities. From the impact of this disruption to groundwater aquifer, the open area will result in chemical weathering and minerals and mineral oxidation process and causing acidic water. This activity is to find out the characteristics of water chemistry on Balang Island formation. By knowing the level of the element content of anion cation in the water in the area of research identification of the cause of the acid water formation will be known. The method used to obtain the data is by the analysis method of the concentration of the content of cation and anions to obtain the type of water characteristics by using Piper diagram plotting. Water sampling is divided into 5 points from the research area which includes the representation of the two types of water, namely groundwater and surface waters. The result of this research is obtained condition of groundwater research area with conducted test pumping test, then get the conductivity value of 2 the dominant litology, for the first dominant lithology of the sandstones gampingan temple with a conductivity value of $1,48 \times 10^{-2}$ (M det-1), then for the second dominant lithological conductivity, which is the b-upmentof sandstone and $1,98 \times 10^{-2}$ (M det-1). The value of cations and anions that have been conducted laboratory tests that where the greatest value is located in ion SO_4^{2-} amounting to 2600 mg L⁻¹. Based on the criteria in the division of the Water type classification submitted by Hounslow (1995) from the results plotting Piper diagram based on the value of Kation and Anion water at each-sampling point can be divided into 2 types type of chemical characteristics namely Magnesium bicarbonate type and Calcium chloride type. One of the biggest factors Against the formation of acid water in the mine with the high value of SO_4^{2-} has become the reference to the requirements of the formation of acid water is the presence of sulfide minerals.

Keywords: characteristics of water chemistry, cation anios water, litology of rock.

Abstrak. Kegiatan pertambangan mengakibatkan dampak perubahan terhadap lingkungan berupa morfologi dan tataguna lahan, maka yang akan terjadi yakni perubahan terhadap hidrogeologi dan terjadinya pelapukan kimia pada batuan pada area terbuka akibat dari kegiatan penambangan. Dari dampak tersebut akan

terjadinya gangguan terhadap akuifer airtanah, area terbuka akan mengakibatkan pelapukan kimia dan mineral-mineral oleh air dan proses oksidasi mineral dan menyebabkan air asam. Kegiatan ini yaitu untuk mengetahui karakteristik kimia air pada formasi pulau balang. Dengan mengetahui tingkatan kandungan unsur nilai kation anion yang terdapat pada air di area penelitian identifikasi pendekatan penyebab dari keterbentukan air asam tambang tersebut akan diketahui. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data yaitu dengan metode analisis terhadap konsentrasi kandungan nilai kation dan anion untuk mendapatkan tipe karakteristik air dengan menggunakan plotting diagram piper. pengambilan sampel air dibagi menjadi 5 titik dari area penelitian yang mencakup terhadap keterwakilan dari dua jenis air yakni airtanah dan air permukaan. Hasil dari penelitian ini didapatkan kondisi airtanah daerah penelitian dengan dilakukan uji pumping test di dapatkan nilai konduktivitas dari 2 litologi dominan, untuk litologi dominan pertama yaitu batupasir gampingan dengan nilai konduktivitas sebesar $1,48 \times 10^{-2}$ (m det-1), kemudian untuk nilai konduktivitas litologi dominan kedua yaitu perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau sebesar $1,98 \times 10^{-2}$ (m det-1). Nilai kandungan kation dan anion yang telah dilakukan uji laboratorium yang dimana nilai paling besar terletak pada ion SO_4^{2-} sebesar 2600 mg L-1. Berdasarkan kriteria dalam pembagian klasifikasi tipe air yang dikemukakan oleh Hounslow (1995) dari hasil plotting diagram piper berdasarkan nilai kation dan anion air pada masing-masing titik pengambilan sampel dapat dibagi menjadi 2 jenis tipe karakteristik kimia yaitu Magnesium Bicarbonate Type dan Calcium chloride type. Salah satu faktor terbesar terhadap pembentukan air asam tambang dicirikan dengan tingginya nilai SO_4^{2-} yang menjadi acuan terhadap syarat dari pembentukan air asam tambang yaitu dengan keberadaan mineral-mineral sulfida yakni asam sulfat.

Kata Kunci: Karakteristik Kimia Air, Kation Anion Air, Litologi Batuan.

1. Pendahuluan

Sekitar daerah penelitian mulai banyak dilakukan kegiatan penambangan dengan sistem tambang terbuka, akibat dari tambang terbuka maka akan banyak menyebabkan perubahan morfologi dan tataguna lahan sehingga akan terganggunya akuifer airtanah pada perlapisan batuan dan untuk daerah terbuka akan terjadi pelapukan kimia batuan. Dalam pelapukan kimia menyebabkan terjadinya proses oksidasi senyawa-senyawa sulfida pada batuan seperti pada mineral-mineral pirit, markasit, dimana mineral tersebut cukup banyak mengandung unsur logam, sehingga kalau larut dalam air maka akan membentuk air asam tambang.

Dengan menganalisis air pada wilayah tersebut dapat diketahui tingkat keasaman air dengan dilakukan analisis dan interpretasi hidrokimia untuk mengetahui unsur kimia pada air berupa nilai anion dan kation menggunakan plotting pada diagram piper, serta nilai pH, TDS, suhu. Hal tersebut dilakukan dengan pegujian sampel air terlebih dahulu dari hasil beberapa titik pengambilan sampel yang di uji secara laboratorium. Dari hasil tersebut kita dapat mengetahui revolusi karakteristik kimia air yang terjadi dari beberapa sumber pengambilan sampel dengan melihat perbandingan perbedaan nilai anion dan kation serta karakteristik tipe hidrokimia air tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

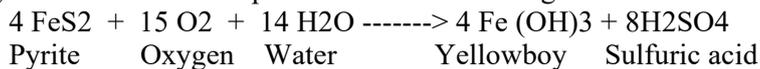
1. Mengetahui kondisi airtanah daerah penelitian
2. Mengetahui nilai pH, TDS, suhu, nilai Kation Anion sampel air di area penelitian

3. Mengetahui karakteristik fasies hidrogeokimia sampel penelitian
4. Mengetahui penyebab dominasi keterbentukan air asam tambang berdasarkan nilai Kation dan Anion pada lokasi penelitian.

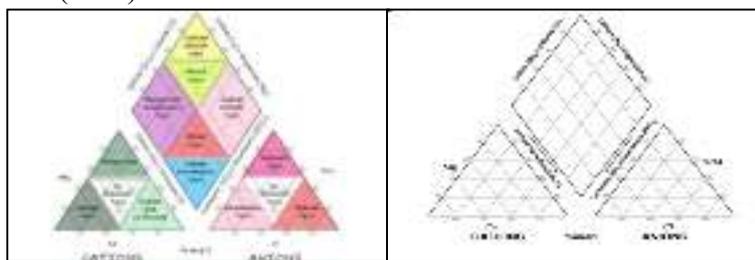
2. Landasan Teori

Siklus hidrologi atau biasa disebut daur ulang air merupakan suatu perputaran air secara terus menerus dari Fasa cair → Fasa gas → Fasa padat hingga kembali lagi ke Fasa cair. Hidrogeologi merupakan hubungan antara keberadaan, penyebaran, dan aliran airtanah dengan perspektif kegeologian (Todd, 1980; Fetter, 1988). Airtanah merupakan salah satu komponen terpenting dalam siklus hidrologi yang memiliki peranan strategis bagi kebutuhan manusia.

Air asam tambang adalah air bersifat asam dan mengandung zat besi dan sulfat, yang terbentuk pada kondisi alami pada saat strata geologi yang mengandung pyrite terpapar ke atmosfer atau lingkungan yang bersifat oksidasi. Air asam tambang dapat terbentuk dari tambang batubara, baik pada pertambangan permukaan maupun pertambangan bawah tanah. Pada penambangan batubara potensi timbulnya pengasaman sebagian besar dapat terjadi karena terdapatnya mineral sulfida yaitu pyrite dan marcasite, kedua mineral ini memiliki susunan kimia yang serupa yaitu FeS₂, kedua mineral tersebut hanya berbeda dalam bentuk kristalnya saja. Mineral sulfat umumnya terjadi sebagai mineral sekunder hasil pelapukan dari oksidasi mineral pyrite. Berbagai mineral sulfat yang sering dijumpai pada batuan di tambang batubara adalah pickeringite, halotrichite, alunogen, copiapite, coquimbite, dll. Jika AAT keluar dari tempat terbentuknya dan keluar ke lingkungan umum maka faktor lingkungan akan ikut terpengaruhi. Reaksi umum pembentukan AAT sebagai berikut:



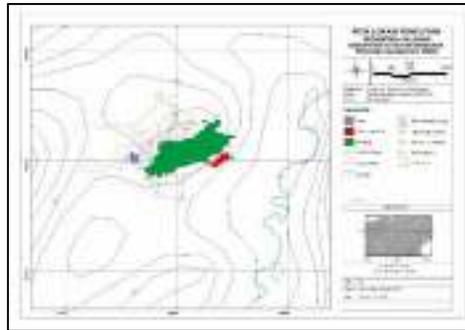
Analisis hidrogeokimia dalam kajian pengelolaan lingkungan saat ini menjadi sangat penting (Sracek and Zeman, 2004). Aplikasi dalam pengelolaan lingkungan misalnya dapat digunakan untuk menganalisis proses lingkungan yang terjadi terhadap airtanah, menganalisis identifikasi intrusi air laut sekaligus menentukan derajat pengaruhnya terhadap airtanah (Cahyadi dkk., 2015b; Cahyadi dkk, 2015c), tipe batuan yang dominan berpengaruh terhadap kualitas air, kondisi wilayah imbuhan airtanah, lama tinggal airtanah dalam akuifer, evolusi hidrogeokimia airtanah (Agniy dan Cahyadi, 2015), sumber mineralisasi yang terjadi, tingkat kerusakan kualitas airtanah dan sumber pencemaran (Hem, 1970; Gilli et al., 2012; Hiscock and Bense, 2014). Hal ini akan sangat membantu dalam proses perencanaan pengelolaan sumberdaya airtanah di masa mendatang. Unsur yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi unsur mayor dalam airtanah menggunakan diagram piper. Unsur-unsur yang dianalisis meliputi Kalsium (Ca²⁺), Natrium (Na⁺), Magnesium (Mg²⁺), Kalium (K⁺), Klorida (Cl⁻), Bikarbonat (HCO₃⁻) dan Sulfat (SO₄⁻).



Gambar 1. Diagram Trillinier Piper

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penentuan Pengambilan Sampel & Layout Tambang



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel & Layout Tambang

Pada gambar diatas dijelaskan pengambilan sampel dibagi menjadi 5 titik sampel yang mewakili terhadap jenis airtanah dan air permukaan.

Kondisi Airtanah

Tabel 1. Hasil Pumping Test

No	Litologi Dominan	Jenis Akuifer	K+ (m det-1)	Satuan Batuan	Formasi
1	Batupasir Gampingan	Akuifer Atas (AK-2)	$1,48 \times 10^{-2}$	Perselingan batupasir kuarsa, batulempung lanauan dan serpih dengan sisipan napal, batugamping dan batubara	Pulau Balang
2	Perselingan Batupasir dengan batu lempung dan batu lanau	Akuifer Tengah (AK-3)	$1,98 \times 10^{-2}$		

Sumber: Data Perusahaan ABC 2017

Dari hasil Pumping Test yang telah dilakukan didapatkan nilai konduktivitas dari 2 litologi dominan. Untuk litologi dominan pertama yaitu batupasir gampingan dengan nilai konduktivitas sebesar $1,48 \times 10^{-2}$ (m det⁻¹), untuk nilai konduktivitas litologi dominan kedua yaitu perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau sebesar $1,98 \times 10^{-2}$ (m det⁻¹).

Hasil Uji Laboratorium

Hasil Uji Laboratorium							
No	Parameter	Unit	Lokasi			Airtanah 1	Airtanah 2
			Sampel Air Permukaan 1	Sampel Air Permukaan 2	Sampel Air Permukaan 3		
1	SMU	g	31,4	31,7	32,4	27,3	27,7
2	TDS	mg L ⁻¹	33,7	41,8	115	5,23	19,4
3	pH		3,25	3,66	3,65	5,38	5,25
4	Ca ²⁺	mg L ⁻¹	24,24	25,17	22,19	2,55	2,57
5	Mg ²⁺	mg L ⁻¹	1,031	97,6	1,012	0,41	0,53
6	Na ⁺	mg L ⁻¹	1,23	1,48	1,36	1,55	0,78
7	K ⁺	mg L ⁻¹	3,12	4,47	3,51	1,12	1,55
8	NH ⁺	mg L ⁻¹	14,21	17,48	15,51	0,127	0,181
9	Al	mg L ⁻¹	110,5	111,73	111,55	-	-
10	Fe	mg L ⁻¹	1,01	1,77	1,77	0,14	0,22
11	Cl ⁻	mg L ⁻¹	5,43	6,74	6,52	0,2	1,22
12	SO ₄ ²⁻	mg L ⁻¹	1800	2452	1555	0,53	1,56
13	HCO ₃ ⁻	mg L ⁻¹	61	55	52	30	30
14	Si	mg L ⁻¹	5,27	8,341	8,337	3,615	3,114

Sumber: Lab.PT. tekMIRA dan PT. Sucofindo Balikpapan

Gambar 3. Hasil Uji Laboratorium

Type Karakteristik Hidrogeokimia

Lokasi Pengambilan Sampel	Tipe Kelopak	Tipe Air Tanah	Tipe Karakteristik Kimia Air Tanah
Airtanah Pagar 1	Magnesian	Calcium Type	Calcium Chloride Type
Airtanah Pagar 2	Magnesian	Calcium Type	Calcium Chloride Type
Airtanah Pagar 3	Magnesian	Calcium Type	Calcium Chloride Type
Perluasan 1	Calcium	Magnesian Type	Magnesium Bicarbonate Type
Perluasan 2	Calcium	Magnesian Type	Magnesium Bicarbonate Type

Gambar 4. Type Karakteristik Hidrogeokimia

Berdasarkan kriteria dalam pembagian klasifikasi tipe air yang dikemukakan oleh Hounslow (1995) dari hasil plotting Diagram Piper berdasarkan nilai Kation dan Anion air pada masing-masing titik pengambilan sampel dapat dibagi menjadi 2 jenis *type* karakteristik kimianya yaitu *Magnesium Bicarbonate Type* dan *Calcium Chloride Type*. Airtanah 1 dan airtanah 2 memiliki karakteristik kimia berupa *Magnesium Bicarbonate Type*, dan untuk jenis air permukaan memiliki karakteristik kimia berupa *Calcium Chloride Type*, hal didapatkan dari hasil plotting pada diagram piper.

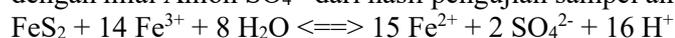
4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui kondisi air tanah daerah penelitian dengan dilakukannya uji pumping test maka didapatkan nilai konduktivitas dari 2 litologi dominan. Untuk litologi dominan pertama yaitu batupasir gampingan dengan nilai konduktivitas sebesar $1,48 \times 10^{-2}$ (m det-1), kemudian untuk nilai konduktivitas litologi dominan kedua yaitu perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau sebesar $1,98 \times 10^{-2}$ (m det-1).
2. Nilai pH, TDS, suhu, nilai Kation Anion sampel air di area penelitian
 - a. Nilai pH pada beberapa titik pengambilan sampel air memiliki nilai dari 3,65 – 6,38 yang dimana nilai pH relatif besar yaitu berada pada lokasi pengambilan sampel airtanah sebesar 6,38 dan 6,25 dan nilai air permukaan sebesar 3,65-3,69.
 - b. Nilai TDS pada sampel air permukaan berkisar antara 33,7-115 mg L⁻¹ kemudian untuk sampel air tanah memiliki nilai TDS 9,23 mg L⁻¹ sampai 19,4 mg L⁻¹.
 - c. Suhu sampel airtanah memiliki nilai dari 27,3 – 27,7°C dan untuk air permukaan memiliki nilai suhu 31,4 – 32,4°C
 - d. Nilai Kation dan Anion nilai rata-rata Kation sampel air mempunyai data sebagai berikut. Untuk golongan Kation Ca²⁺ berkisar antara 1,615 mg L⁻¹ sampai 31,15 mg L⁻¹. Untuk ion Mg²⁺ yaitu 0,68 mg L⁻¹ sampai dengan 127,23 mg L⁻¹. Untuk ion Na⁺ dari 0,73 mg L⁻¹ sampai dengan 3,541 mg L⁻¹. Untuk ion K⁺ bernilai dari 1,085 mg L⁻¹ sampai dengan 53,06 mg L⁻¹. Ion Mn²⁺ yaitu bernilai dari 0,075 mg L⁻¹ sampai dengan 40,23 mg L⁻¹. Ion Al bernilai 0 sampai dengan 188,62 mg L⁻¹. Untuk ion Fe²⁺ bernilai 0,18 mg L⁻¹ sampai dengan 180 mg L⁻¹. Untuk golongan Anion memiliki nilai rata-rata sebagai berikut. Untuk ion Cl⁻ bernilai 1,01 mg L⁻¹ sampai dengan 6,96 mg L⁻¹. Ion SO₄²⁻ memiliki nilai 1,095 mg L⁻¹ sampai dengan 2600 mg L⁻¹. Ion HCO₃⁻ memiliki nilai 24,5 mg L⁻¹ sampai dengan 50 mg L⁻¹. Untuk ion Si memiliki nilai dari 3,3645 mg L⁻¹ sampai dengan 8,316 mg L⁻¹.
3. Karakteristik tipe hidrogeokimia sampel penelitian

Dari hasil plotting diagram piper berdasarkan nilai Kation dan Anion air pada masing-masing titik pengambilan sampel dapat dibagi menjadi 2 jenis *type* karakteristik kimianya yaitu *Magnesium Bicarbonate Type* dan *Calcium chloride type*.
4. Dari perbandingan nilai Kation dan Anion didapatkan nilai yang paling terbesar sampel air keseluruhan yaitu pada ion SO₄²⁻ (ion sulfat) yaitu sebesar 2600 mg L⁻¹. Dari data tersebut terdapat pada golongan Anion, dengan adanya nilai kandungan SO₄²⁻ yang besar

pada sampel air hal ini menandakan adanya materi-material sulfida yang berasal dari batubara itu sendiri yang mengakibatkan proses akumulasinya antara material batuan sulfida dengan air yang akan berpotensi besar terhadap proses pembentukan air asam tambang. Berikut adalah reaksi kimia untuk proses pembentukan air asam tambang dengan nilai Anion SO_4^{2-} dari hasil pengujian sampel air di laboratorium:



5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Saran yang disampaikan penulis kepada perusahaan yaitu saran guna untuk lebih menganalisa terlebih dahulu karakteristik kimia air untuk mengurangi potensial keterbentukan air asam tambang ataupun merencanakan lebih matang terkait manajemen perihal pemisahan material batuan dan air yang dapat menyebabkan proses pengoksidasian terhadap pembentukan air asam tambang.

Daftar Pustaka

- [1] Agniy, R.F. dan Cahyadi, A, 2015, "*Analisis Evolusi Hidrogeokimia Airtanah di Sebagian Mataair Karst Kabupaten Rembang Bagian Selatan*", Prosiding Seminar Nasional Innovation in Environmental Management, Semarang Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- [2] Cahyadi A dkk, 2015b, "*Karakterisasi Hidrogeokimia Airtanah untuk Analisis Genesis Airtanah di Pulau Koral Sangat Kecil*", Prosiding Seminar Nasional Ke-1 dalam Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Magister Perencanaan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [3] Direktorat Jendral Minerba, 2013, "*Kajian Pengelolaan Air Asam Tambang*", KESDM, Jakarta.
- [4] Gautama R., S., 2012, "*Pengelolaan Air Asam Tambang*", Bimbingan Teknis Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Pertambangan Mineral dan Batubara, KESDM, Yogyakarta.
- [5] Gemilang Arya Wisnu dkk, 2018, "*Hidrokimia Airtanah Tidak Tertekan Kawasan Pesisir di Pemukiman Nelayan*", Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir (BRSDMKP) Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- [6] Hasyim Ibnu dkk, 2015, "*Perbedaan Karakteristik Kimia Air dan Mineralogi Pada Formasi Balikpapan dan Kampungbaru Pada Tambang Batubara*" Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [7] Hem, J.D., 1970, "*Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water*" United State Government Printing Office. Washington D.C.
- [8] Hendrayana Heru, 2008, "*Konservasi Airtanah*", Departement Of Geological Enggineering, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [9] Hiscock, K.M. dan Bense, V.F. 2014. "*Hydrogeology Principles and Practice, Second Edition*", Chicheste, John Wiley and Sons Ltd.
- [10] Hounslow Arthur, 1995, "*Water Quality Data Analysis and interpretation*", CRC Press, New York.