PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

KAJIAN KUALITAS AIR PADA TAMBANG TEMBAGA-EMAS PORFIRI

Nindi Virginia [1], Waterman Sulistyana Bargawa [1], dan Rika Ernawati [1]

[1] Magister Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

e-mail: nindi.vs.25@gmail.com

ABSTRAK

Metode tambang terbuka pada tambang tembaga-emas porfiri memiliki dampak negatif yaitu timbulnya air asam tambang. Air pencemaran ini mengakibatkan menurunnya kualitas air permukaan dan air tanah. Permasalahan muncul pada aliran sungai yang berada di hulu dan hilir tambang tembaga-emas porfiri yang mengindikasikan terjadinya pencemaran oleh air asam tambang. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi terjadinya pencemaran air tambang, mengevaluasi kualitas sungai di area penelitian, mengevaluasi hasil laboratorium berdasarkan parameter temperatur, pH, DHL, DO, turbidity, SO_4 dan Cu). Metode pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* yaitu mengambil sampel dengan menggunakan botol sampel yang sudah disiapkan dan pengambilan sampel harus sesuai *Standard Operasional Procedure* (SOP) yang berlaku. Data yang diperlukan antara lain: Data hasil pengukuran lapangan (pH, Temperatur, DHL, DO, turbidity), Data hasil pengukuran Laboratorium (TSS, TDS, COD, BOD, dissolved metal, konsentrasi sulfat). Pengambilan sampel dilakukan 3 kali pengambilan untuk perlakuan. Selanjutnya dilakukan analisis dengan mengklasifikasi data diperoleh dari pengukuran lapangan dan pengujian laboratorium. Pada pemantauan kualitas air asam tambang di sungai mendapatkan hasil pengukuran pH berkisar 7-8 dan SO_4 yang sangat rendah. Penelitian ini dilakukan pada tambang tembaga-emas PT. Amman Mineral Nusa Tenggara. Hasil penelitian menunjukkan air tambang tidak mencemari sungai yang berada pada daerah penelitian berdasarkan data parameter temperatur, pH, DHL, DO, turbidity, kadar SO_4 dan Cu.

Kata kunci: air asam tambang, penambangan, pengelolaan dan pemantauan

ABSTRACT

The open pit method in porphyry copper-gold mining has a negative impact, namely the generation of acid mine drainage. This water pollution results in a decrease in the quality of surface and ground water. Problems arise in the flow of rivers that are in the upstream and downstream porphyry copper-gold mines which indicate pollution by acid mine drainage. This study aims to evaluate the potential for mine water pollution, evaluate the quality of rivers in the study area, evaluate laboratory results based on parameters of temperature, pH, DHL, DO, turbidity, SO4 and Cu). The sampling method uses the grab sampling method, which is to take a sample using a prepared sample bottle and the sampling must be in accordance with the applicable Standard Operating Procedure (SOP). Data needed include: Data from field measurements (pH, Temperature, DHL, DO, turbidity), Laboratory measurement data (TSS, TDS, COD, BOD, dissolved metal, sulfate concentration). Sampling was carried out 3 times for treatment. Furthermore, an analysis is carried out by classifying data obtained from field measurements and laboratory testing. In monitoring the quality of acid mine drainage in rivers, the results of pH measurements range from 7-8 and SO4 are very low. This research was conducted at the copper-gold mine of PT. Amman Mineral Nusa Tenggara. The results showed that the mine water did not pollute rivers in the study area based on data parameters of temperature, pH, DHL, DO, turbidity, SO4 and Cu levels.

Keywords: acid mine drainage, mining, management and monitoring

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

PENDAHULUAN

Pertambangan adalah salah satu industri yang berperan penting untuk pengembangan ekonomi negara. Kegiatan usaha penambangan harus dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip lingkungan (Bargawa dan Sylvianora, 2014; Rukmana dkk, 2019) Penambangan pada umumnya memiliki dampak terhadap lingkungan (tanah, air, udara, organisme hidup) (Bargawa dkk, 2019) dan pengaturan sosial-ekonomi (Samal dkk, 2019). Kegiatan penambangan yang dilakukan di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara menggunakan metode tambang terbuka salah satu dampak negatif dari proses penambangan ini adalah timbulnya air asam tambang. Timbulnya air asam tambang ini tentu tidak bisa diabaikan begitu saja karena dampaknya yang besar bagi kelestarian lingkungan serta bagi masyarakat sekitar, baik secara langsung maupun tidak langsung, dan ini merupakan tantangan besar bagi perusahaan pertambangan yang berwawasan lingkungan.

AMD adalah hasil dari oksidasi sulfat yang dipercepat dengan air dan oksigen selama proses penambangan (Johnson dan Hallberg, 2005). Pengendalian terhadap air asam tambang merupakan hal yang perlu dilakukan selama kegiatan penambangan berlangsung dan setelah kegiatan penambangan berakhir. Air asam tambang (Acid Mine Drainage) dapat mengakibatkan menurunnya kualitas air, air permukaan dan air tanah. Selain itu jika dialirkan ke sungai akan berdampak terhadap masyarakat yang tinggal di sepanjang aliran sungai serta akan mengganggu biota yang hidup di darat juga biota perairan (Hidayat, 2017).

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap awal penelitian yaitu studi literatur pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik yang dibahas. Kemudian tahap pengumpulan data, yaitu data primer dan data sekunder. Kemudian proses pengambilan data dilakukan pada lokasi penelitian dengan mengambil data yang berkaitan dengan isi penelitian. Data yang diperlukan antara lain: 1). Data hasil pengukuran lapangan (pH, Temperatur, DHL, DO, Turbidity). 2). Data hasil pengukuran Laboratorium (TSS, TDS, COD, BOD, Dissolved Metal, Konsentrasi Sulfat)

Analisis dilakukan dengan mengkalisifikasi data-data yang telah diperoleh dari pengukuran lapangan dan pengujian laboratorium serta data-data yang diperoleh dari data-data historis hasil pemantauan kualitas air asam tambang yang telah dilakukan sebelumnya dan melakukan analisa terhadap kualitas air untuk kebutuhan manusia maupun lingkungan telah sesuai baku mutu lingkungan dan pengelolaan dan pemantauan kualitas air adatasam tambang sudah sesuai Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) PT. Amman Mineral Nusa Tenggara serta penggunaan air tambang untuk keperluan irigasi.

LANDASAN TEORI

Air Asam Tambang

Secara global asam tambang adalah masalah umum untuk kualitas air pada industri pertambangan (Aditya dkk,2019). Air asam tambang ini terbentuk karena adanya mineral FeS_2 (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 (Said, 2014). Menurut Gautama (2014), Air asam tambang adalah air yang mempunyai sifat asam yang terbentuk di lokasi penambangan dengan pH yang rendah (pH=3-4) sebagai akibat dari dibukanya suatu potensi keasaman batuan di lokasi tambang sehingga menimbulkan permasalahan terhadap kualitas air dan tanah, dimana pembentukan air asam tambang ini dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida seperti pirit, kalkopirit, markasit, dll. air asam tambang (AAT) terbentuk sebagai hasil oksidasi mineral sulfida tertentu yang terkandung dalam batuan oleh oksigen di udara pada lingkungan berair. Lihat gambar 1



Gambar 1: Proses pembentukan air asam tambang

Power Of Hydrogen

pH merupakan istilah yang digunakan menunjukkan intensitas asam atau basa dari suatu larutan. Nilai pH merupakan nilai yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen atau aktivitas ion hidrogen. Secara definisi pH adalah ukuran aktivitas hidrogen bebas dalam air dan dapat dinyatakan sebagai: pH = -log [H+] Dalam istilah yang lebih praktis (meskipun tidak secara

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

teknis benar dalam semua kasus) pH adalah ukuran keasaman atau kebasaan bebas dari air (asiditas dan alkalinitas air). Diukur pada skala 0-14, larutan dengan pH kurang dari 7,0 adalah asam sementara larutan dengan pH lebih besar dari 7,0 adalah basa.

Air limbah dengan pH rendah dapat dinetralkan dengan berbagai jenis bahan kimia misalnya sodium hidroksida atau sodium karbonat, yang walaupun cukup mahal, banyak digunakan untuk pengolahan yang skalanya tidak begitu besar. Kapur adalah bahan yang cukup murah sehingga banyak digunakan. Kapur dapat ditemukan dalam berbagai bentuk misalnya limestone atau batu gamping dan dolomitic lime (kapur dengan kadar kalsium tinggi) (Annisa,2018).

Pembentukan Air Asam Tambang

Dalam penambangan batubara, timbulnya potensi pengasaman sebagian besar terjadi karena adanya mineral sulfida pyrite dan marcasite, keduanya mempunyai susunan kimia yang sama, yaitu FeS_2 (53,4 persennya berupa S). Keduanya hanya berbeda dalam bentuk kristalnya (Annisa,2018).

Menurut Said (2014), 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. Sedangkan sulfur organik yang berasal dari material asal tanaman atau dari proses diagenenses molekul organik bukan merupakan formasi yang mengakibatkan pengasaman. Ketika timbunan material dianalisa, prosentase berat total sulfur biasanya ditentukan sebagai rerata perkiraan sulfur pyritic dan merupakan potensi pengasaman dari batuan.

Bahan buangan (disposal) tambang yang berpotensi menghasilkan asam berasal dari lapisan batuan penutup atau batubara atau bijih mineral yang mengandung mineral-mineral sulfida, terutama pirit (FeS_2). Beberapa jenis mineral sulfida yang sering dijumpai di daerah pertambangan disajikan pada Tabel 1. Jika material tersebut terdedah (exposed) ke kondisi oksidatif, sebagai konsekuensi dari penambangan dan pemrosesan bijih logam dan batubara (Johnson & Hallberg, 2005), maka mineral-mineral tersebut teroksidasi akibat adanya air dan udara membentuk larutan sangat masam yang kaya sulfat dan besi larut, yang kemudian mengalir sebagai air yang disebut dengan air asam tambang (AAT).

Tabel 1: Mineral sulfida logam di daerah Penambangan, berurutan dari segi kelimpahan (pirit sebagai penghasil asam paling dominan).

Mineral	Rumus	Mineral	Rumus
Pirit (*Pyrite*)	FeS_2	Molibdenit (*Molybdenite*)	MoS_2
Markasit (*Marcasite*)	FeS_2	Milerit (*Millerite*)	NiS
Pirotit (*Pyrrhotite*)	F_xS_x	Galena	PbS
Kalkosit (*Chalcosite*)	Cu_2S	Sfalerit (*Sphalerite*)	ZnS
Kovelit (*Covellite*)	CuS	Arsenopirit (*Arsenopyrite*)	FeAsS
Kalkopirut (*Chalcopyrite*)	$CuFeS_2$	Bornit (*Bornite*)	Cu_2FeS_4

Sumber Air Asam Tambang

Dalam proses pertambangan, mulai dari pembongkaran dan pengerukan lapisan batuan penutup dan pengolahan bahan tambang (batubara maupun bijih metal/mineral) dan pembuangan limbahnya, ada kemungkinan bahan-bahan yang berpotensi membentuk AAT tersebar dan berada di beberapa lokasi dalam lingkungan tambang. Pengetahuan keberadaan bahan-bahan tersebut penting dalam upaya asesmen beban yang diakibatkan oleh kemasaman dan logam-logam terkandung di dalam AAT dan pengelolaannya (Munawar, 2017).

Dampak Air Asam Tambang terhadap Lingkungan

Sumberdaya Air

Munawar (2017) menyatakan bahwa AAT merupakan satu-satunya sumber polusi non-point paling besar, karena tingkat kemasaman yang tinggi sehingga makhluk hidup tidak mampu bertahan hidup. Karena tingkat kemasamannya ekstrim, AAT dapat memobilisasi logam-logam, seperti Al, Fe, dan Mn, dan logam- logam berat yang lain (Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, dan Zn) dan metaloid seperti As yang dibebaskan dari mineral-mineral sulfida dan mineral-mineral lain yang berasosiasi (Johnson & Hallberg, 2005). Air sungai yang tercemar AAT menyebabkan korosi pipa dan bangunan logam, merusak dinding, dan membunuh tumbuhan dan organisme akuatik yang lain

Sumberdaya Tanah

Akibatnya, AAT dapat terbentuk di dalam tanah tersebut, yang kemudian dapat meningkatkan tingkat kemasaman tanah. Pada kondisi sangat masam, mineral-mineral di dalam tanah mudah larut dan

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

dapat membebaskan logam-logam seperi Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Cd, Ni, dan Hg (Jenning dkk, 2008).

Sistem Pengolahan dan Pengelolaan Air Asam Tambang

Menurut keputusan Menteri Negara Lingkugan Hidup Nomor 202 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas dan atau Tembaga yang merujuk pada ketentuan pasal 21 ayat 1 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran bahwa setiap penanggungjawab usaha atau kegiatan pertambangan wajib melakukan pengolahan air limbah yang berasal dari kegiatan penambangan dan air limbah yang dibuang ke ligkungan tidak melampaui baku mutu air limbah.

Tabel 2: Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Penambangan Bijih Emas dan atau Tembaga

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode Analisis**
pH		6-9	SNI 06-6989-11-2004
TSS	mg/L	200	SNI 06-6989-3-2004
Cu*	mg/L	2	SNI 06-6989-6-2004
Cd*	mg/L	0,1	SNI 06-6989-18-2004
Zn*	mg/L	5	SNI 06-6989-7-2004
Pb*	mg/L	1	SNI 06-6989-8-2004
As*	mg/L	0,5	SNI 06-2913-1992
Ni*	mg/L	0,5	SNI 06-6989-22-2004
Cr*	mg/L	1	SNI 06-6989-22-2004
Hg*	mg/L	0,005	SNI 06-2462-1991

(Sumber : KEPMENLH NO 202/2004)

Keterangan :

•*= Sebagai konsentrasi ion logam terlarut

•**= Jika ada versi yang telah diperbaharui, maka digunakanversi yang terbaru

Apabila pada keadaan alamiah pH air pada badan air berada di bawah atau di atas baku mutu air, maka dengan rekomendasi Menteri, Pemerintah Daerah Provinsi dapat menetapkan kadar maksimum untukparameter pH sesuai dengan kondisi alamiah lingkungan.

Untuk memenuhi baku mutu air limbah tersebut, kadar parameter air limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengenceran dengan air secara langsung diambil dari sumber air.

Tabel 3: Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Pengolahan Bijih Emas dan atau Tembaga

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode Analisis***
pH		6-9	SNI 06-6989-11-2004
TSS	mg/L	200	SNI 06-6989-3-2004
Cu*	mg/L	2	SNI 06-6989-6-2004
Cd*	mg/L	0,1	SNI 06-6989-18-2004
Zn*	mg/L	5	SNI 06-6989-7-2004
Pb*	mg/L	1	SNI 06-6989-8-2004
As*	mg/L	0,5	SNI 06-2913-1992
Ni*	mg/L	0,5	SNI 06-6989-22-2004
Cr*	mg/L	1	SNI 06-6989-22-2004
CN **	mg/L	0,5	SNI 19-1504-1989
Hg*	mg/L	0,005	SNI 06-2462-1991

(Sumber : KEPMENLH NO 202/2004)

Keterangan :

•* = Sebagai konsentrasi total ion logam terlarut .

•** = Parameter khusus untuk pengolahan bijih emas yang menggunakan proses Cyanidasi.

•CN dalam bentuk CN bebas.

•*** = Jika ada versi yang telah diperbaharui, maka digunakan versi yang terbaru

Apabila pada keadaan alamiah pH air pada badan air berada di bawah atau di atas baku mutu air, maka dengan rekomendasi Menteri, Pemerintah Daerah Provinsi dapat menetapkan kadar maksimum untuk parameter pH sesuai dengan kondisi alamiah lingkungan.

Sistem Pengolahan Air Asam Tambang

Pengolahan air asam tambang diperlukan agar air limbah dari pertambangan yang menjadi air asam tambang tersebut memenuhi baku mutu lingkungan sebelum dilepaskan ke badan perairan alami (lingkungan). Pengolahan air asam tambang pada umumnya digolongkan menjadi dua yaitu pengolahan aktif (active treatment) dan pengolahan pasif (passive treatment) (Johnson & Barrie, 2005).

Active Treatment merupakan sistem pengolahan air asam tambang dengan perlakuan membubuhkan bahan kimia untuk dapat menetralkan air asam tambang tersebut. Penetralan air asam tambang dapat menggunakan bahan kimia di antaranya seperti limestone (Calcium Carbonate), Hydrated Lime (Calcium Hydroxide), Caustic Soda (Sodium Hydroxides), Soda Ash Briquettes (Sodium Carbonate), Anhyrous Ammoni. Bahan kimia tersebut dapat menetralkan pH dan logam berat yang terkandung dalam air asam tambang. Pada pengolahan pasif, tidak lagi menggunakan penambahan bahan kimia secara terus menerus. Ini akan mengurangi peralatan operasional dn

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

pemeliharaan. Pengolahan secara pasif mengandalkan terjadinya proses bio-geokimiawi, yang berlangsung menerus secara alami dalam peningkatan pH dan pengikatan serta pengendapan logam-logam terlarut. Jadi sistem pasif dinilai paling efektif dan efisien.

Pada pengolahan pasif, terdapat dua proses utama yang menyebabkan terjadinya peningkatan pH, yakni larutnya batu gamping dan reduksi sulfat secara biologis. Kedua proses ini menghasilkan alkalinitas dalam bentuk bikarbonat (HCO^{3-}) sebagai senyawa penetral.

Sistem Pengelolaan Air Asam Tambang

Metode pengelolaan air asam tambang secara umum terbagi menjadi metode pencegahan dan metode penanganan. Metode pencegahan terjadinya air asam tambang pada dasarnya merupakan upaya untuk menghindari serta menghambat adanya faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya air asam tambang, sedangkan metode penanganan air asam tambang merupakan upaya yang dilakukan untuk menangani serta mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh air asam tambang yang sudah terlanjur terbentuk di lingkungan. (Munawar, 2017)

1. Metode Pencegahan

Metode pencegahan air asam tambang antara lain yaitu dengan karakterisasi batuan, penempatan selektif overburden, inhibisi bakteri serta pembuatan lapisan penutup marterial reaktif atau material pembentuk asam. Karakterisasi batuan bertujuan untuk mengidentifikasi batuan yang berpotensi membentuk asam (PAF) dan batuan yang tidak berpotensi membentuk asam (NAF).

2. Penataan Lahan dan Revegetasi

Penataan permukaan lahan dan revegetasi secara bersamaan merupakan metode untuk mengurangi beban asam dari tapak penambangan yang masih beroperasi atau yang sudah selesai. Penambahan Bahan Alkalin

3. Penambahan Bahan Alkalin

Penambahan bahan-bahan alkalin diketahui mampu mengendalikan pembentukan AAT. Bahan-bahan alkalin yang dapat digunakan antara lain batu kapur, dolomit, oksida kalsium dan magnesium, sisa-sisa pembakaran batubara (fly ash), batuan fosfat, dan limbah organik.

4. Pemberian Bakterisida

Bakterisida digunakan untuk mengontrol pertumbuhan bakteri yang menjadi katalisator perubahan Fe2+ menjadi Fe3+, sehingga dapat mengendalikan okidasi pirit. Bakterisida bekerja dengan baik jika mineral sulfida masih segar dan belum teroksidasi, seperti pada refuse conveyor.

5. Pemberian Fosfat

Banyak perhatian terhadap penggunaan batuan fosfat untuk mengendalikan oksidasi pirit. Fosfat bereaksi dengan Fe yang dilepaskan selama oksidasi pirit membentuk pelapisan tidak larut.

6. Enkapsulasi

Teknik ini merupakan pembungkusan material penghasil asam dengan bahan tidak tembus (impermeable) untuk membatasi kontak antara bahan tersebut dengan air dan udara.

7. Pemberian Bahan Organik

Bahan organik dapat menghambat okidasi pirit melalui beberapa mekanisme, yaitu (i) konsumsi O_2 oleh pertumbuhan bakteri selain Thiobacillus ferrooxidans atau T. thiooxidans, (2) pengangkutan Fe(III) dari larutan melalui kompleksasi, dan (iii) pembentukan kompleks pirit-Fe(II)-humat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan Air Tambang

Pengelolaan dan pemantauan lingkungan PT. Amman Mineral Nusa Tenggara mengacu pada Pernyataan Nilai dan Komitmen PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, Peraturan dan Perizinan, Corporate Standard, Sistem Manajemen Lingkungan (Sertifikat ISO14001). Untuk pengolahan dan pemantauan PT. Amman Mineral Nusa Tenggara telah melakukan pengukuran pada hulu dan hilir sungai

Tabel 4: Pengukuran Lapangan Pada Hulu dan Hilir Sungai Daerah Tambang PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

Tipe	Sungai	Parameter					
		Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
HULU	Nangka	27.8	7.95	346	331	-	2.13
	Nangka	26.0	7.6	322	316	7.72	1,64
	Nangka	26.6	7.38	279	271	7,81	4,27
HULU	Kanyolo	26.7	8.02	341	329	-	6.48
	Kanyolo	27.3	8.3	267	255	6.56	5.18
	Kanyolo	28.1	7.9	339	322	7.82	2,23
HILIR	Sejorong	23.5	7.42	372	382	6.20	3.42
	Sejorong	24.8	7.64	405	406	7.49	2.40
	Sejorong	26.5	7.62	420	404	6.43	6.53
HILIR	Tongoloka	26.6	8.39	389	378	7.16	5.95
	Tongoloka	26.5	7.93	471	458	7.75	5.99
	Tongoloka	27.8	7.43	360	342	6.5	5.07

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tabel 5: Pengukuran Laboratorium (Cu dan SO4) Sampel Air Pada Hulu dan Hilir Sungai Tambang PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

Tipe	Sungai	Analisis laboratorium	
		Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
Hulu	Nangka	-0.01	42
		-0.01	47
		0.00	37
Hulu	Kanyolo	0.04	25
		-0.02	17
		-0.01	31
Hilir	Sejorong	-0.03	49
		0.01	62
		0.00	34
Hilir	Tongoloka	0.06	35
		0.00	49
		0.00	29

Pada tabel 4. dan tabel 5. mengindikasikan bahwa keempat sungai tersebut tidak berbahaya karena pH keempat sungai tersebut telah memenuhi baku mutu sesuai Keputusan Menteri No.202 Tahun 2004 dengan standar pH dengan nilai antara 6-9, dan kandungan logam (Cu) yang sangat rendah, namun tidak menutup kemungkinan kandungan logam lain seperti Fe, Mn, Pb, Zn, Cd, Co, Ni terkandung di dalam air tersebut, logam yan terkandung dalam air tersebut bisa saja rendah namun bisa juga berkadar tinggi sedangkan kadar SO4 juga termasuk rendah karena kadar atau konsentrasi SO4 dikatakan tinggi bila nilainya berkisar antara 500-10.000 mg/L, sehingga sungai nangka, kanyolo, sejorong dan tongoloka bisa dikatakan memenuhi baku mutu lingkungan sesuai Keputusan Menteri No.202 Tahun 2004 dan dapat dipergunakan sebagai air untuk keperluan masyarakat sehari-hari.

Lokasi Pemantauan Kualitas Air Asam Tambang

1. Sungai Nangka (SWSEJ04)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 6: Parameter Lapangan Sungai Nangka (SWSEJ04)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
27.8	7.95	346	331	-	2.13
26.0	7.60	346	316	7.72	1.64
26.6	7.38	279	271	7.81	4.27

Tabel 7: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sampel Sungai Nangka (SWSEJO4)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
-0.01	42.0
-0.01	47.0
0.00	37.0

2. Sungai Kanyolo (SWTON17)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 8: Parameter Lapangan Sungai Kanyolo (SWTON17)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
26.7	8.02	341	329	-	6.48
27.3	8.30	267	255	6.56	5.18
28.1	7.90	339	322	7.82	2.23

Tabel 9: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sampel Sungai Kanyolo (SWTON17)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
0.04	25.0
-0.02	17.0
-0,01	31.0

3. Tongoloka Seepage (WWDTON30)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 10: Parameter Lapangan Tongoloka Seepage (WWDTON30)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
35.0	5.42	2526	2164	-	35.4
32.0	4.84	4913	4379	4.97	139
36.2	5.18	6262	5160	2.36	14.3

Tabel 11: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sampel Tongoloka Seepage (WWDTON30)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
0.47	3500.0
0.61	4100.0
2.0	3300.0

4. Kanloka Seepage (WWDKAN20)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tabel 12: Parameter Lapangan Kanloka Seepage (WWDKAN20)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
38.7	3.31	5260	4202	-	1.04
34.2	3.34	5449	4756	6.72	0.86
36.8	2.98	7206	5891	4.24	0.52

Tabel 13: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sampel Kanloka Seepage (WWDKAN20)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
5.06	4300.0
6.60	4200.0
10.0	3800.0

5. Kanloka Pond (SWTON24A)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 14: Parameter Lapangan Kanloka Pond (SWTON24A)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
33.2	3.02	2986	2593	-	4.37
30.0	3.59	1793	1638	5.90	5.14
34.1	2.92	6017	5127	4.98	18.0

Tabel 15: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sampel Kanloka Pond (SWTON24A)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
2.47	2150.0
1.17	500.0
6.0	3100.0

6. Tongoloka Pond (SWTON35A)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 16: Parameter lapangan Tongoloka Pond (SWTON35A)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
33.6	3.32	3074	2655	-	44.0
30.7	3.57	3190	2877	5.21	20.1
32.9	3.20	5158	4487	5.13	21.0

Tabel 17: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 sampel Tongoloka Pond (SWTON35A)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
4.27	2750.0
2,27	2000.0
5.0	2900.0

7. East Dump Seepage (WWDKAT10)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO_4) didapatkan hasil seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 18: Parameter lapangan East Dump Seepage (WWDKAT10)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
28.3	3.70	4213	3969	1.72	0.55
28.2	4.03	4232	3968	3.18	1.79
28.8	4.62	4262	3999	5.63	7.97

Tabel 19: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 sampel East Dump Seepage (WWDKAT10)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
113.0	2800.0
106.0	2350.0
49.70	3275.0

8. New Katala Pond (SWTON15A)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 20: Parameter lapangan New Katala Pond (SWTON15A)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
28.0	3.26	3023	2737	6.72	13.2
29.0	4.21	1887	1754	5.12	3.54
30.9	4.45	2454	2197	5.73	11.5

Tabel 21: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 sampel New Katala Pond (SWTON15A)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
17.0	1600.0
12.5	1000.0
11.3	1510.0

9. Sejorong Stockpile Seepage (SEESEJ14)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tabel 22: Parameter lapangan Sejorong Stockpile Seepage (SEESEJ14)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
34.9	4.22	3639	3072	-	0.81
34.0	3.99	3615	3067	4.10	0.32
35.3	4.07	4812	4051	4.60	0.52

Tabel 23: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sejorong Stockpile Seepage (SEESEJ14)

Cu (mg/L)	SO4 (mg/L)
75.0	2200.0
85.0	2400.0
155.0	2600.0

10. Sejorong Wetwell Seepage (WWDSAN14)
Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 24: Parameter Lapangan Sejorong Wetwell Seepage (WWDSAN14)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
33.3	4.0	3444	2995	-	43.4
29.0	3.73	3356	3086	5.37	2.38
34.3	3.84	4612	3888	5.61	97.8

Tabel 25: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sejorong Wetwell Seepage (WWDSAN14)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
97.5	2300.0
108.0	2900.0
103.0	2700.0

11. Sejorong Toedike Corner Seepage (SEESEJ13)
Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 26: Parameter Lapangan Sejorong Toedike Corner Seepage (SEESEJ13)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
35.0	3.94	4123	3463	-	2.22
33.0	3.62	3986	3421	4.7	0.30
35.1	3.96	4828	4031	4.9	0.64

Tabel 27: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sejorong Toedike Corner Seepage (SEESEJ13)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
137.5	2600.0
130.0	2300.0
136.0	2700.0

12. Pitsump (PITSUMP)
Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 28: Parameter Lapangan Pitsump (PITSUMP)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
32.3	7.04	2080	1826	4.06	>1000
30.5	3.47	3109	2831	5.46	173.0
30.2	6.15	2315	2054	6.39	>1000

Tabel 29: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Pitsump (PITSUMP)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
0.11	400.0
16.5	1550.0
0.05	1100.0

13. Santong 3 (SWSEJ24A)
Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 30: Parameter Lapangan Santong 3 (SWSEJ24A)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
28.1	4.10	2746	2596	4.70	11.8
31.0	4.30	2168	1941	5.43	3.66
30.8	4.88	2818	2540	5.04	4.80

Tabel 31: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Santong 3 (SWSEJ24A)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
7.5	1400.0
7.0	800.0
13.5	1860.0

14. East Diversion (SWEDD20)
Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tabel 32: Parameter Lapangan East Diversion (SWEDD20)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
31.5	8.50	352	311	5.8	1.80
27.1	7.20	488	468	6.7	2.21
32.4	6.50	458	409	6.4	4.33

Tabel 33: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 East Diversion (SWEDD20)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
-0.07	36.0
0.05	86.0
-0.03	100.0

15. West Diversion (SWWDD10)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 34: Parameter Lapangan West Diversion (SWWDD10)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
28.3	8.02	390	372	6.23	4.19
27.9	7.68	688	656	7.48	9.19
29.5	7.20	394	362	5.80	5.66

Tabel 35: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 West Diversion (SWWDD10)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
-0.01	70.0
0.02	124.0
-0.04	34.0

16. Barakebo Diversion (SWBDD30)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 36: Parameter Lapangan Barakebo Diversion (SWBDD30)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
30.1	8.70	269	245	5.60	1.41
29.0	9.18	311	289	8.25	1.81
30.8	8.70	245	220	6.70	4.22

Tabel 37: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Barakebo Diversion (SWBDD30)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
-0.05	40.0
0.00	44.0
0.00	26.0

17. Sungai Sejorong (SWSG03A)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 38: Parameter Lapangan Sungai sejorong (SWSG03A)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
23.5	7.42	372	382	6.20	3.42
24.8	7.64	405	406	7.49	2.40
26.5	7.62	420	404	6.43	6.53

Tabel 39: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sungai Sejorong(SWSGO3A)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
-0.03	49.0
0.01	52.0
0.00	34.0

18. Sungai Tongoloka (SWTON37)

Hasil dari pengukuran lapangan dan analisis laboratorium (Cu,SO4) didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 40: Parameter lapangan Sungai Tongoloka (SWTON37)

Suhu	pH	DHL	DHLs	DO	Turbiditi
26.6	8.39	389	378	7.16	5.95
26.5	7.93	471	458	7.75	5.99
27.8	7.43	360	342	6.50	5.07

Tabel 41: Analisis Konsentrasi Cu dan SO4 Sungai Tongoloka(SWTON37)

Cu (mg/L)	SO_4 (mg/L)
0.06	35.0
0.00	49.0
0.00	29.0

Lokasi pemantauan yang dilaksanakan pada penelitian ini berlokasi pada 2 hulu sungai, 2 hilir sungai, 3 saluran pengalihan terbuka (diversion), 4 kolam pengendapan (pond), 6 seepage, dan pitsump. Pemantauan dilakukan mengikuti program yang ada

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

di enviromental department PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, parameter-parameter yang diambil adalah parameter lapangan dan pengambilan sampel air untuk pengujian terhadap kandungan logam (Cu) dan Sulfat (SO4), metode pengambilan sampel menggunakan metode grab sampling yaitu mengambil sampel dengan menggunakan botol sampel yang sudah disiapkan dan pengambilan sampel harus sesuai Standart Operasional Procedure (SOP) yang berlaku. Parameter-parameter lapangan yan diambil meliputi temperatur, pH, DHL, DO, dan Turbidity. Pengambilan sampel dilakukan 3 kali pengambilan untuk perlakuan satu lokasi.

Data-data diatas menunjukkan bahwa pengelolaan air asam tambang sudah terlaksana dengan baik, karena sungai yang terdapat pada hulu dan hilir terpantau memenuhi baku mutu dengan pH berkisar 6-9 dengan kandungan sulfat (SO4) yang rendah meskipun air yang berada pada lingkar projek terpantau memiliki pH asam yaitu berkisar antara 2-5 dengan kandungan sulfat (SO4) yang cukup tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aliran sungai yang berada di hulu dan hilir projek mengindikasikan tidak terjadinya pencemaran oleh air asam tambang
2. PT. Amman Mineral Nusa Tenggara dengan pH pada sungai kanyolo sebagai hulu dari sungai tongoloka dan sungai nangka sebagai hulu dari sungai sejorong berkisar antara 7,38-8,39 dan kandungan SO_4 yang sangat rendah dan dapat dipakai untuk kebutuhan masyarakat sesuai PP No.82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kelas IV dengan pH 6-9 yang termuat dalam RKL dan RPL
3. Pengelolaan air asam tambang PT. Amman Mineral Nusa Tenggara sudah baik karena air asam tambang tidak mencemari sungai yang berada pada daerah tersebut berdasarkan data parameter lapangan (temperatur, pH, DHL, DO, Turbidity), Analisis Laboratorium (SO_4 dan Cu).

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan paper ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak utamanya PT. Amman Mineral Nusa Tenggara yang telah memfasilitasi pengambilan data. Kepada pihak perusahan penulis mengucapkan banyak terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya M, T., Bargawa, W, S., Cahyadi, T, A. (2019). Pemanfaatan Pit Lake Sebagai Program Pasca Tambang, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, pp. 551-556.

Annisa. (2018). Studi Pemantauan Air Limbah Cair Tambang Pada Pt. Xxx Di Muara Teweh Kalimantan Tengah. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 4 (1): 65-71

Bargawa, W, S (2015). Detail Engineering Design Reklamasi Lahan Pascatambang di Daerah Kabupaten Banyumas. *Seminar Nasional Kebumian* X–FTM –UPN "Veteran" Yogyakart

Bargawa, W, S., Oetomo, H., Sembiring, J, Y, P. (2019). Evaluation of Potency and Mineral Reserve Balance for Sustainable Mining Management-Case Study: Central Java Province of Indonesia, Journal of Environmental Science and Engineering B 8.

Bargawa, W, S & Sylvianora. (2014). Evaluasi Rencana Pascatambang Batubara Memakai Analisis *Multidimensional Scaling. Prosiding Seminar Nasional* 2014 Prodi Teknik Pertambangan FTM UPN Veteran Yogyakarta, 2014, Yogyakarta.

Gautama, R.S. (2014). Pembentukan, Pengendalian dan Pengelolaan Air Asam Tambang. Penerbit ITB. Bandung

Hidayat,L. (2017). Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mining Drainage) Di Pt. Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *Jurnal ADHUM* Vol. VII No. 1

Jennings, S.R., D.R. Neuman, D.R. and P.S. Blicker. 2008. Acid Mine Drainage and Effects on Fish Health and Ecology: A Review. Reclamation Research Group Publication, Bozeman, MT.

Johnson & Barrie, 2005 Johnson, B.D., and K.B. Hallberg. 2005. Acid mine drainage remediation options: a review. Science of the Total Environment. 338, 3-14.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Munawar, A. (2007). Pemanfaatan sumberdaya biologis local untuk pengendalian pasif air asam tambang: Lahan Basah Buatan. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 7(1): 31-42.

Munawar, A. (2017). Pengelolaan Air Asam Tambang: Prinsip-Prinsip Dan Penerapannya. Unib PRESS. Bengkulu.

Rukmana, S, T, B., Bargawa, W, S., & Cahyadi, T, A. (2019). Assessment of Groundwater Vulnerability Using GOD Method, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 477, Sustainable Urban Water International Seminar. Bogor Indonesia.

Said, 2014 Said, N, I. (2014). Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara "Alternatif Pemilihan Teknologi". *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol.7 No. 2

Samal, DP, K., Sukla,L, Behari., Pattanaik, Archana., & Pradhan, D. (2019). Role of microalgae in treatment of acid mine drainage and recovery of valuable metals. Materials Today: Proceedings 30(40), 30