



*Research Articles*

## **Analisis Kualitas Air Di Lahan Reklamasi Pertambangan Nikel Desa Mohoni, Petasia Timur, Morowali Utara**

### ***Water Quality Analysis Of The Nickel Mining Reclamation Area In Mohoni Village, East Petasia, North Morowali***

**FX Anjar Tri Laksono<sup>1\*</sup>, Indra Permanajati<sup>1</sup>, Rahmat Mualim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman

<sup>2</sup>Asiamax Mining Indonesia

*\*corresponding author, email: [anjar.trilaksono@unsoed.ac.id](mailto:anjar.trilaksono@unsoed.ac.id)*

Manuscript received: 10-02-2020. Accepted: 12-06-2020

#### **ABSTRAK**

Di Desa Mohoni, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara terdapat kegiatan pertambangan nikel yang dilakukan oleh PT. Asiamax Mining Indonesia. Beberapa bagian dari lokasi tersebut telah memasuki fase habis tambang. Oleh karena itu, dilakukan upaya reklamasi untuk mengembalikan kondisi lingkungan seperti sebelum dilakukan penambangan. Salah satu tahapan tersebut adalah mengetahui kualitas air untuk memastikan bahwa lokasi bekas tambang tersebut layak menjadi habitat bagi hewan dan tumbuhan. Tujuan kajian ini adalah mengetahui kualitas air di lahan reklamasi bekas tambang nikel Desa Mohoni. Metode storet digunakan untuk menganalisis kualitas air yang parameter ujinya meliputi pH, jumlah zat padat tersuspensi (TSS), konsentrasi tembaga (Cu), kadmium (Cd), seng (Zn), timbal (Pb), nikel (Ni), kromium valensi 6, besi (Fe), mangan (Mn), dan kobalt (Co) setiap tiga bulan sekali selama setahun. Hasil uji tersebut dibandingkan dengan baku mutu lingkungan sesuai Undang-Undang No. 32 tahun 2009. Berdasarkan rata-rata hasil pemantauan menunjukkan bahwa kualitas air tergolong tercemar sedang. Kesimpulan dari kajian ini adalah lahan reklamasi tidak dapat dimanfaatkan menjadi habitat bagi hewan dan tumbuhan karena ketersediaan air tidak layak untuk dikonsumsi.

**Kata kunci:** pH; kromium valensi 6; metode storet; baku mutu lingkungan

#### **ABSTRACT**

In Mohoni Village, East Petasia District, North Morowali Regency there are nickel mining activities that are carried out by PT. Asiamax Mining Indonesia. Several locations were mine out status. Hence, reclamation programs are made to improve environmental conditions before mining. One of these stages is water quality tests to ensure that the reclamation area is worthy to be a habitat for animals and plants. The purpose of this study is to find out the water quality in the reclamation area of the ex-nickel mining in Mohoni Village. The storet method is used to analyze water quality whose test parameters include pH, total suspended solid (TSS), concentrations of copper (Cu), cadmium (Cd), zinc (Zn), lead (Pb), nickel (Ni), chromium valence 6, iron (Fe), manganese (Mn), and cobalt (Co) once every three months

for a year. The quality water check results are compared with the environmental quality standards in accordance with law number 32 of 2009. Based on the average monitoring results show that the water quality is classified as moderately polluted. The conclusion from this study is that reclamation land might be not used as habitat for animals and plants because the availability of water is not suitable for consumption.

**Keyword:** pH; hexavalent chromium; storet method; environmental quality standard

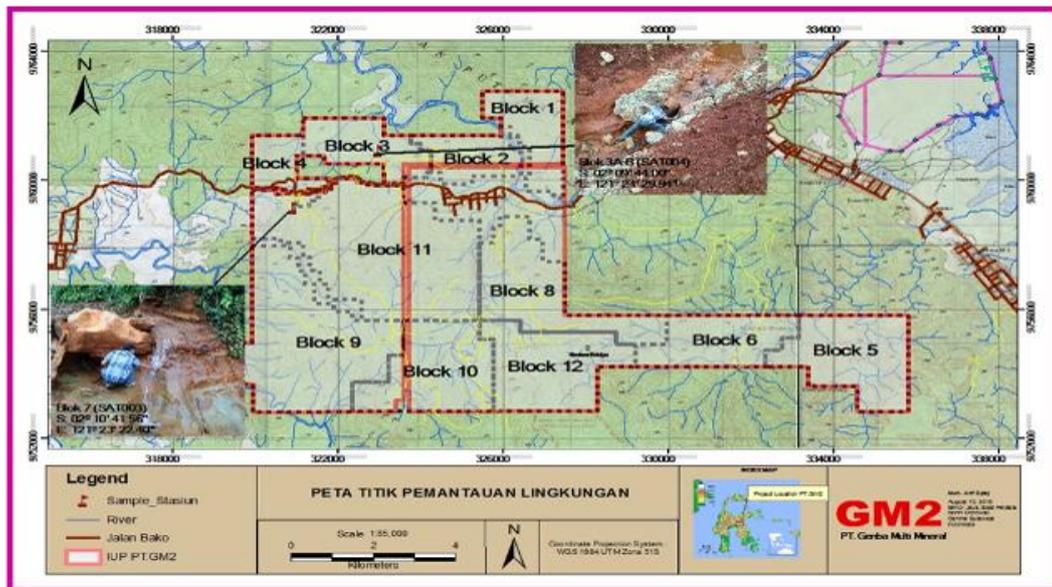
## PENDAHULUAN

Di Desa Mohoni, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah terdapat aktivitas pertambangan nikel yang dilakukan oleh PT. Asiamax Mining Indonesia (PT. AMI). Beberapa bagian dari lokasi pertambangan tersebut telah memasuki fase *mine out* atau habis tambang. Sebagai bagian dari usaha untuk mengembalikan kondisi lingkungan seperti saat sebelum dilakukan penambangan maka diperlukan program reklamasi (Pagoray dan Ghitarina, 2016). Beberapa tahapan dari program reklamasi tersebut adalah menimbun kembali lembah-lembah hasil ekskavasi dengan tanah/material baru dari sisa galian yang tidak terpakai (Palar, 2008). Selain itu juga dibuat kolam endapan untuk menampung air limpasan tambang sebelum dialirkan menuju sungai (Novianti *et al.* 2017). Karenanya analisis kualitas air sangat diperlukan untuk memastikan bahwa air yang ada layak untuk dialirkan ke sungai dan tidak mencemari lingkungan (Siagian, 2014). Jika kualitas air memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan UU No. 32 tahun 2009 maka program reklamasi bekas tambang dinyatakan berhasil dan memenuhi syarat menjadi habitat bagi flora dan fauna setempat ([http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk\\_hukum/PMK\\_No.\\_32\\_ttg\\_Standar\\_Baku\\_Mutu\\_Kesehatan\\_Air\\_Keperluan\\_Sanitasi,\\_Kolam\\_Renang,\\_Solus\\_Per\\_Aqua\\_.pdf](http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No._32_ttg_Standar_Baku_Mutu_Kesehatan_Air_Keperluan_Sanitasi,_Kolam_Renang,_Solus_Per_Aqua_.pdf)).

Penelitian mengenai uji kualitas air di lingkungan bekas tambang nikel Desa Mohoni sangat diperlukan guna mengukur tingkat keberhasilan reklamasi tambang. Kualitas air merupakan parameter utama untuk mengembalikan fungsi lingkungan sebagai habitat hewan dan tumbuhan. Ketersediaan air yang memenuhi baku mutu lingkungan sangat dibutuhkan oleh organisme untuk hidup dan berkembang (Hamuna *et al.* 2018). Dalam tahap reklamasi tambang, kajian kualitas air merupakan langkah awal yang sangat penting sebelum menentukan tumbuhan pionir yang tepat agar kedepannya tumbuhan berbiji juga dapat hidup dan berkembang dengan baik (Setyowati *et al.* 2017). Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk menentukan kualitas air adalah metode storet yaitu dengan cara membandingkan hasil uji parameter fisika, kimia, dan biologi dengan baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui UU No. 32 tahun 2009.

Gambar 1 menunjukkan lokasi blok 3 dan blok 7 yang merupakan tempat pemantauan kualitas air penelitian ini. Blok 3 berada di Latitude 02°09'44.00" S dan Longitude 121°24'29.91"E, sedangkan blok 7 terletak di Latitude 02°10'41.56" S dan Longitude 121°23'22.40"E. Kedua blok tersebut berada di wilayah Desa Mohoni, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara. Blok-blok yang terdapat pada peta gambar 1 merupakan wilayah kerja penambangan nikel. Selain blok 3 dan blok 7 kegiatan eksplorasi dan eksploitasi masih berlangsung dengan total produksi bijih nikel mencapai 200.000 ton per tahun. Kegiatan

eksploitasi dilakukan menggunakan metode ekskavasi untuk mendapatkan lapisan saprolit dan limonit sehingga hanya menyisakan lapisan *bedrock* yang miskin unsur hara. Akibatnya, kesuburan tanah berkurang dan kualitas air menurun (Aldiansyah dan Nursalam, 2019). Pada Gambar 1 ditunjukkan lokasi titik pengambilan sampel air yang disimbolkan dengan bendera kecil berwarna merah. Garis-garis berwarna biru merupakan sungai sedangkan garis tebal berwarna merah adalah jalan.



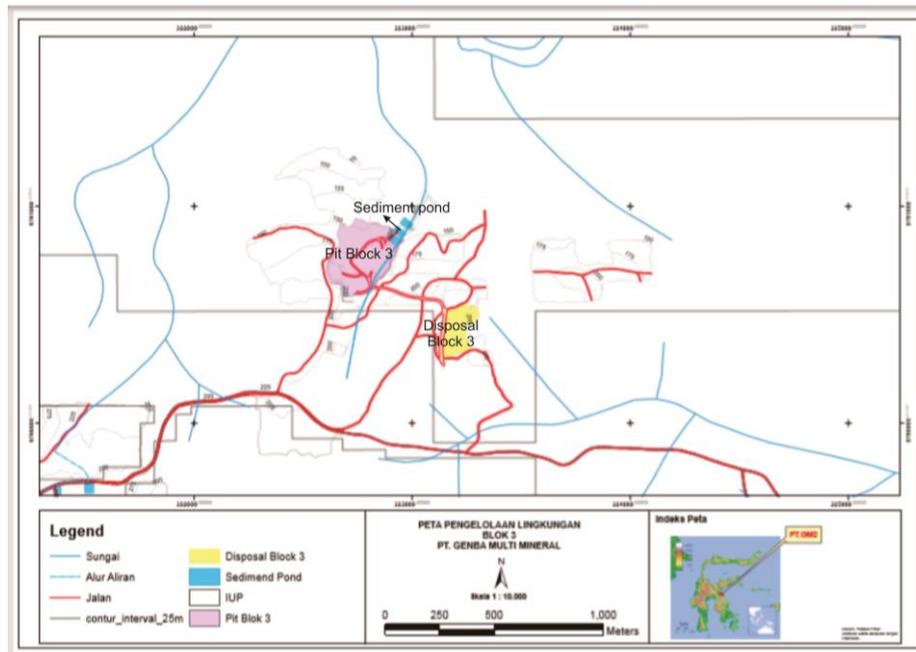
Gambar 1. Lokasi Blok 3 dan Blok 7 tempat pemantauan kualitas air. Pengambilan sampel air menggunakan botol berukuran 1,5 liter pada kolam endapan dan sungai kecil kemudian dilakukan uji kualitas air di laboratorium kimia.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada lahan reklamasi bekas tambang nikel di Desa Mohoni, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara. Pengambilan sampel air dilakukan pada air permukaan yang mengalir di daerah tangkapan/*catchment area* lahan yang bersangkutan. Sampling dan pengamatan laboratorium air dari *sediment pond* akhir yang akan masuk ke saluran umum/sungai juga dilakukan untuk menganalisis jumlah beberapa komponen seperti : pH, jumlah zat padat tersuspensi, konsentrasi tembaga (Cu), Kadmium Cd), Seng (Zn), Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium Valensi 6 (Cr), Besi (Fe), Mangan (Mn), dan Kobalt (Co). Kegiatan pemantauan dilakukan selama satu tahun. Dalam satu tahun tersebut dilakukan pengambilan sampel air sebanyak empat kali yaitu pada bulan Januari, April, Juli, dan Oktober. Alat yang digunakan saat pengambilan sampel air adalah botol bersih dengan ukuran 1,5 liter. Lokasi pengambilan sampel air dalam skala besar pada masing-masing titik pemantauan dapat dilihat pada gambar 2 dan 3. Sementara itu ilustrasi kegiatan pengambilan sampel ditunjukkan dengan gambar 4 a dan b.

Pada gambar 2 menunjukkan area penambangan bijih nikel blok 3 (*pit block 3*) yang disimbolkan dengan warna merah muda, kolam pembuangan (*disposal block 3*) berwarna kuning yang digunakan untuk meletakkan sisa-sisa material hasil penambangan seperti tanah

laterit dan limonit dengan konsentrasi nikel kurang dari 4%, kolam sedimen (*sediment pond*) yang diarsir dengan warna biru muda digunakan sebagai tempat untuk mengendapkan material padat tersuspensi (TSS) dalam air dan merupakan bagian instalasi pengolahan air limbah. Seluruh area yang berwarna putih merupakan daerah izin pertambangan di Desa Mohoni.

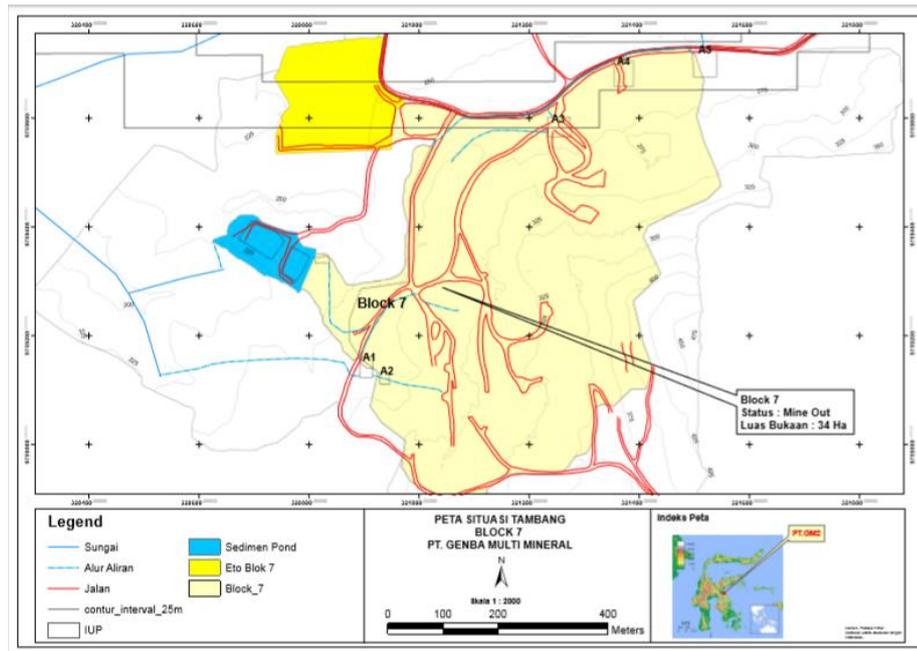


Gambar 2. Peta lokasi pemantauan air yang terletak di sekitar blok 3 pada lahan reklamasi bekas tambang. Pengambilan sampel dilakukan pada kolam sedimen dan air permukaan yang mengalir di sekitar lahan tersebut.

Gambar 3 menunjukkan lokasi penambangan blok 7 yang telah memasuki tahap *mine out*. Terdapat tiga bagian utama dalam peta tersebut yaitu area penambangan (*pit block*) yang berwarna coklat muda, Eto atau *disposal block* yang merupakan tempat pembuangan limbah penambangan (kuning), dan kolam sedimen (*sediment pond*) yang berwarna biru sebagai tempat pengendapan limbah penambangan sebelum dibuang ke lingkungan. Total luas bukaan area tambang blok 7 adalah 34 Ha. Proses pengambilan air di kolam pengendapan blok 3 dan blok 7 diilustrasikan dengan gambar 4 A dan B. Sampel-sampel air tersebut kemudian dikirim ke laboratorium untuk dilakukan uji kualitas air. Metode storet digunakan untuk menentukan kualitas air dengan cara membandingkan antara hasil uji kualitas air dengan baku mutu lingkungan (BML) sesuai UU No. 32 tahun 2009 (Huboyo *et al.* 2009).

Parameter uji kualitas air terdiri dari parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika air seperti jumlah zat padat tersuspensi. Parameter kimia merupakan perubahan-perubahan kimia air akibat adanya reaksi kimia seperti ikatan ion, ikatan kovalen polar, dan ikatan kovalen non-polar. Parameter kimia yang digunakan dalam kajian ini adalah pH, konsentrasi tembaga (Cu), kadmium (Cd), seng (Zn), timbal (Pb), nikel (Ni), kromium (Cr), besi (Fe), mangan (Mn), dan kobalt (Co). Parameter biologi dipengaruhi oleh organisme akuatik yang berada di dalam air tersebut dengan ukuran mikro dan makro (Walukow, 2010). Pada penelitian ini tidak dilakukan kajian mengenai parameter biologi. Penggunaan parameter kualitas air pada kajian ini hanya

parameter fisika dan kimia. Jika indeks kualitas air yang didapat lebih besar daripada standar yang ditetapkan oleh aturan tersebut maka kualitas air dapat dikategorikan buruk dan berbahaya bagi lingkungan termasuk biota sungai di daerah kajian (Pratiwi *et al.* 2016). Sementara itu, jika hasil uji kualitas menunjukkan bahwa konsentrasi beberapa unsur-unsur terlarut dan nilai pH masih berada di rentang nilai standar yang ditetapkan maka kualitas air diklasifikasikan baik dan aman bagi lingkungan serta tidak membahayakan makhluk hidup lainnya seperti hewan, tumbuhan, bahkan manusia (Rianti, 2017).



Gambar 3. Peta lokasi pemantauan air di blok 7 lahan reklamasi bekas tambang nikel di Desa Mohoni. Pengambilan sampel air dilakukan pada kolam sedimen dan sungai di sekitar lahan tersebut.



A



B

Gambar 4. A) pengambilan sampel air di kolam endapan (*sediment pond*) blok 3 lahan reklamasi. B) proses pengambilan sampel air pada drainase yang menghubungkan antara kolam endapan dan sungai di blok 7.

Dalam penentuan indeks kualitas air menggunakan metode storet (tabel 1) yaitu dengan memberikan skor penilaian berdasarkan nilai rata-rata, maksimum, dan minimum dari hasil analisis dan kemudian dibandingkan dengan baku mutu lingkungan (Komarawidjaja, 2011). Sistem nilai yang digunakan untuk menentukan status mutu air yaitu US-EPA (*Environmental Protection Agency*). Dalam sistem ini, status mutu air dibagi menjadi empat kelas seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 1. Pemberian skor status mutu air dalam metode storet berdasarkan jenis dan jumlah parameter yang digunakan. Terdapat tiga nilai yang dihitung yaitu nilai maksimum, minimum, dan rata-rata.

Jumlah parameter	Nilai	Parameter	
		Fisika	Kimia
<10	Maksimum	-1	-2
	Minimum	-1	-2
	Rata-rata	-3	-6
≥10	Maksimum	-2	-4
	Minimum	-2	-4
	Rata-rata	-6	-12

Tabel 2. Klasifikasi status mutu air berdasarkan sistem nilai US-EPA (Gautama dan Sayoga, 2014). Semakin rendah skor maka kualitas air semakin menurun dan tidak memenuhi baku mutu lingkungan.

No.	Kelas	Kondisi	Skor	Keterangan
1	A	Baik sekali	0	Memenuhi baku mutu
2	B	Baik	-1 hingga -10	Tercemar ringan
3	C	Sedang	-11 hingga -30	Tercemar sedang
4	D	Buruk	≥-31	Tercemar berat

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pemantauan lingkungan dilakukan selama empat kali setiap tiga bulan dalam jangka waktu satu tahun. Hal ini dilakukan setelah kegiatan reklamasi memasuki tahapan penimbunan kembali dan pembuatan kolam endapan beserta drainase yang mengarah ke sungai terdekat. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak empat kali dalam satu tahun bertujuan untuk memastikan bahwa kondisi kualitas air di lahan reklamasi sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan termasuk dengan memperhitungkan faktor musim. Kualitas air sangat dipengaruhi oleh pelarutan beberapa unsur-unsur kimia dalam tanah atau batuan di sekitar area tambang. Air hujan seringkali melarutkan unsur-unsur tertentu kemudian mentransportasikannya menuju ke jalur aliran air permukaan seperti sungai dan kolam endapan. Oleh karena itu, fluktuasi konsentrasi unsur-unsur tersebut di kolam endapan dan sungai sangat penting sebagai indikator keberhasilan reklamasi. Sementara itu, saat musim kemarau intensitas pelarutan mineral maupun unsur kimia tanah dan batuan di lahan reklamasi lebih jauh berkurang dibandingkan saat musim penghujan. Tabel 3 adalah hasil uji kualitas air rata-rata pada lokasi pemantauan selama satu tahun:

Penentuan status mutu air dengan metode storet dilakukan dengan membandingkan hasil uji kualitas air dengan BML. Pemberian skor dilakukan dengan cara jika hasil uji masih dalam ambang batas atau dibawah ambang batas BML maka diberi skor 0. Jika hasil pengukuran rata-rata diatas BML maka diberi skor -6 (Annisa, 2018). Setelah semua parameter diberi skor sesuai ketentuan tersebut, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan semua skor yang ada. Hasil akhir skor digunakan sebagai dasar dalam penentuan klasifikasi sesuai sistem nilai status mutu air US-EPA (Rianti, 2017).

Tabel 3. Hasil uji kualitas air rata-rata pada lokasi pemantauan selama satu tahun. Kadar kromium valensi 6 dan kobalt dalam satuan mg/l tidak memenuhi baku mutu lingkungan.

Parameter	Satuan	BML	Rata-rata hasil pemantauan kualitas air				Skor
			Januari	April	Juli	Oktober	
pH	-	6-9	6.88	7.23	6.13	7.17	0
Jumlah zat padat tersuspensi (TSS)	mg/l	200	78.00	45.00	58.00	81.00	0
Tembaga (Cu)	mg/l	2	<0.01	0.06	0.06	<0.01	0
Kadmium (Cd)	mg/l	0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Seng (Zn)	mg/l	5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Timbal (Pb)	mg/l	0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Nikel (Ni)	mg/l	1	0.12	0.13	0.15	0.10	0
Besi (Fe)	mg/l	5	0.69	0.35	0.26	0.53	0
Mangan (Mn)	mg/l	4	2.63	0.17	1.75	0.55	0
Kobalt (Co)	mg/l	0	0.12	0.01	<0.01	0.09	-6
<b>Total</b>							<b>-12</b>

Hasil analisis menunjukkan bahwa total skor sebesar -12 yang jika diklasifikasikan kedalam sistem nilai status mutu air US-EPA termasuk tercemar sedang atau kelas C. Hal ini berarti perlu adanya kewaspadaan dan langkah-langkah khusus dalam melakukan reklamasi lahan hingga didapatkan kualitas air yang memenuhi baku mutu (Gautama dan Sayoga, 2014). Ada dua parameter yang mendapatkan perhatian khusus dari hasil analisis yaitu tingginya kandungan Kromium valensi 6 dan kobalt dengan nilai skor masing-masing sebesar -6. Kedua logam tersebut kemungkinan besar berasal dari sisa-sisa pelarutan batuan dan tanah saat penggalian saprolit. Kromium dan kobalt merupakan unsur logam yang bersifat feromagnetik dan umumnya dijumpai pada batuan yang bersifat basa-ultrabasa (Pagoray dan Ghitarina, 2016). Saat melakukan pengambilan saprolit biasanya dilakukan penggalian hingga mencapai lapisan batuan dasar yang sangat miskin unsur hara. Umumnya kandungan unsur hara sangat melimpah di lapisan tanah paling atas dan akan semakin berkurang pada lapisan limonit dan saprolit (Palar, 2008).

Limbah hasil penggalian limonit dan saprolit yang kemungkinan besar menyebabkan tingginya kandungan Kromium valensi 6 dan Kobalt. Kedua unsur tersebut sangat berbahaya bagi lingkungan terutama hewan dan tumbuhan. Saat dilakukan reklamasi beserta penanaman kembali pohon-pohon perintis, dikhawatirkan kedua unsur logam tersebut akan terserap oleh tumbuhan (Pratiwi *et al.* 2016). Hal ini akan memicu efek berantai yang buruk bagi ekosistem sekitar. Hewan maupun manusia yang mengkonsumsi tumbuhan tersebut juga akan menimbulkan efek negatif bagi kesehatan. Kromium valensi 6 dan Kobalt bersifat toksik bagi

tubuh jika dikonsumsi diluar standar yang telah ditetapkan melalui Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, dan pemandian umum.

### KESIMPULAN

Hasil pemantauan lingkungan lahan reklamasi bekas tambang nikel di Desa Mohoni, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah menunjukkan bahwa kualitas air permukaan berada dalam kondisi tercemar sedang atau termasuk kelas C. Hal tersebut mengacu pada sistem nilai status mutu air US-EPA. Dua parameter yang melebihi batas mutu lingkungan UU No. 32 tahun 2009 adalah Kromium valensi 6 dan Kobalt. Kedua logam tersebut kemungkinan besar berasal dari limbah hasil penggalian bijih nikel selama masa produksi. Oleh karena itu, air yang berada di lahan bekas tambang nikel Desa Mohoni berbahaya bagi lingkungan dan tidak memenuhi syarat sebagai habitat bagi tumbuhan dan hewan.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditunjukkan kepada PT. AMI yang telah mengizinkan penulis untuk mempublikasikan penelitian ini. Tanpa dukungan dari pihak tersebut, data-data penelitian yang ada tidak akan dapat dipublikasikan. Dukungan dana dan peralatan dari PT. AMI selama melakukan penelitian telah berkontribusi banyak bagi penulis sehingga semua tahapan kajian dapat berjalan dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aldiansyah, S., dan L. O. Nursalam. 2019. Dampak Pertambangan Nikel PT. Ifishdeco terhadap Kondisi Lingkungan Hidup di Desa Roraya Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*. 4(1): 105-122.
- Annisa. 2018. Studi Pemantauan Air Limbah Cair Tambang pada PT. XXX Di Muara Teweh Kalimantan Tengah. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(1): 65-71.
- Gautama, R. Sayoga. 2014. Pembentukan, Pengendalian, dan Pengelolaan Air Asam Tambang. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hamuna, B., R.H.R. Tanjung, Suwito, H.K. Maury, Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16(1): 35-43.
- Huboyo, H.S., W.D. Nugraha, R. Indah. 2009. Analisis Penentuan Mutu Air Beberapa Sungai di Jawa Tengah dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran. *Jurnal Presipitasi*. 6(2): 1-6.
- Komarawidjaja, W. 2011. Analisis Indeks Kualitas Air Lingkungan Pertambangan Batubara PT. KPC SubDAS Sangatta Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 12(2): 225-231.

- Novianti, Y. S., D.R. Panjaitan, M. A. Kamarullah. 2017. Identifikasi Sebaran Material PAF/NAF Berdasarkan Litologi Batuan pada Area Timbunan Overburden. *Jurnal Geosapta*. 3(2): 121-124.
- Pagoray, H., dan Ghtarina. 2016. Karakteristik Air Kolam Pasca Tambang Batubara yang Dimanfaatkan untuk Budidaya Perairan. *Zira'ah*. 41(2): 276-284.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Pratiwi, D. F., D. Hidayat, D. S. Pratama. 2016. Tingkat Pencemaran Logam Kadmium (Cd) dan Kobalt (Co) pada Sedimen di Sekitar Pesisir Bandar Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 1(1): 61-68
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. [http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk\\_hukum/PMK\\_No.\\_32\\_ttg\\_Standar\\_Baku\\_Mutu\\_Kesehatan\\_Air\\_Keperluan\\_Sanitasi,\\_Kolam\\_Renang,\\_Solus\\_Per\\_Aqua\\_.pdf](http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No._32_ttg_Standar_Baku_Mutu_Kesehatan_Air_Keperluan_Sanitasi,_Kolam_Renang,_Solus_Per_Aqua_.pdf). [12 Oktober 2019].
- Rianti, L. 2017. Analisis Kualitas Air (Fe dan Mn) Tambang Batubara Menggunakan Metode ASTM Di Laboratorium Limbah Politeknik Akamigas Palembang. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 8(1): 5-10.
- Setyowati, R.D.N., N.A. Amala, N.N.U. Aini. 2017. Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1): 14-20.
- Siagian, L. T. I., 2014. Pengaruh Pencemaran Logam Berat Pb terhadap Biota Laut di Konsumennya di Kelurahan Bagan Deli Belawan. Universitas HKBP Nommensen, Medan.
- Walukow, A.F. 2010. Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet di Danau Sentani Jayapura Propinsi Papua. *Berita Biologi*. 10(3): 277-281.