

ANALISIS PENGARUH AKTIVITAS PERTAMBANGAN TERHADAP KUALITAS AIR TANAH DI KABUPATEN KONAWA SELATAN

Ali Okto^{1*}, L O Ngkoimani², Suryawan Asfar³, Jahiddin⁴, Al Firman⁵, Marwan Z M⁶

¹Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

²Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

³Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

⁴Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo

⁵ Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

⁶ Teknik Pertambangan, Universitas Halu Oleo

*Email korespondensi: aliokto.geologi@uho.ac.id

Tel: +62-8532655591

Article history:

Received 28 September 2019; Received in revised 10 Oktober 2019; Accepted 22 Oktober 2019; Published 30 Oktober 2109

SARI

Aktivitas pertambangan dengan metode *open pit mining* dilakukan dengan cara pengupasan lahan, sehingga meninggalkan lahan tanpa tutupan vegetasi. Lahan tanpa tutupan vegetasi akan memperbesar laju aliran permukaan dan laju infiltrasi bawah permukaan. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Hasil dari analisis terhadap sampel air yang berada di sekitar lokasi pertambangan di Kabupaten Konawe Selatan menunjukkan adanya unsur logam berbahaya seperti Arsen (As), Kromium VI (Cr+6), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Seng (Zn) dan Timbal (Pb). Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Metode Indeks Pencemaran sampel air telah mengalami pencemaran ringan (untuk peruntukan Kelas I) dan masih memenuhi baku mutu air (untuk peruntukan Kelas III).

Kata kunci: indeks pencemaran, airtanah, penambangan bijih nikel, Konawe Selatan

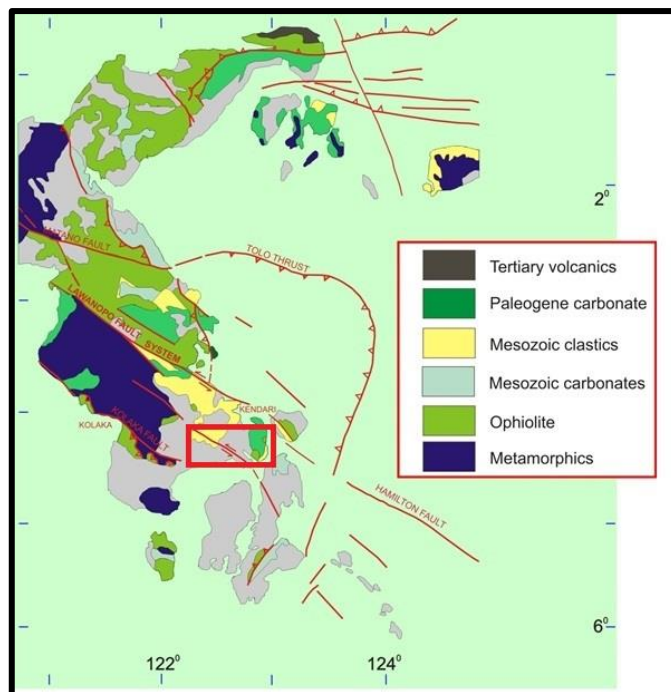
ABSTRACT

The open-pit mining method is used by removing the land surface; therefore, it leads to deforested land. Deforested land without vegetation cover will increase surface water and infiltration velocity. Groundwater pollution level is known by using the pollution index (IP). The results water samples analysis around the nickel laterite mining site in South Konawe District showed hazardous metal elements such as Arsenic (As), Chromium VI (Cr + 6), Cadmium (Cd), Copper (Cu), Zinc (Zn) and Lead (Pb). Based on calculations using the Pollution Index method, the water quality of samples is light-polluted (Class I category), and sufficient groundwater quality standard (Class III category).

Keywords: *pollution index, groundwater, nickel ore mining, Konawe Selatan*

1 Pendahuluan

Nikel merupakan komoditas utama sektor pertambangan di Provinsi Sulawesi Tenggara dengan potensi sebesar 97,4 miliar ton yang tersebar pada lahan seluas 480.000 ha. Salah satu wilayah yang memiliki cadangan nikel adalah Kabupaten Konawe Selatan sebanyak 4.348.838.160 Wmt (ESDM Sulawesi Tenggara, 2015). Adapun peta lokasi cadangan nikel di Kabupaten Konawe Selatan dapat dilihat pada **Gambar 1**. Eksploitasi pertambangan nikel dengan cara melakukan pengupasan lahan secara langsung akan mengakibatkan berbagai macam dampak terhadap lingkungan, seperti dampak pada proses geologi dan dampak terhadap kualitas air tanah di sekitar wilayah penambangan.



Gambar 1. Lokasi keberadaan cadangan nikel di Kabupaten Konawe Selatan (Surono, 2013)

Aktivitas penambangan nikel dengan metode open pit mining dengan cara pengupasan tanah menimbulkan berbagai dampak terhadap kualitas lingkungan. Salah satu dampaknya ialah perubahan baku mutu air tanah yang berada di sekitar lokasi pertambangan. Air yang mengalir yang berasal dari lokasi pertambangan nikel membawa mineral-mineral berat seperti arsen (As), kromium VI (Cr+6), kadmium (Cd), tembaga (Cu), seng (Zn), dan timbal (Pb) yang akan masuk ke aliran sungai dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sehingga akan mempengaruhi kualitas air tanah di sekitar lokasi penambangan.

Metode yang digunakan dalam menentukan kualitas air di sekitar lokasi pertambangan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Nemerow dan Sumitomo (1970) mengusulkan suatu indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan (Saraswati

dkk., 2014). Indeks ini memiliki konsep yang berlainan dengan Indeks Kualitas Air (Water Quality Index). Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independen dan bermakna.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aktivitas pertambangan terhadap kualitas air tanah di Kabupaten Konawe Selatan. Identifikasi dilakukan dengan menganalisis sampel mineral yang terkandung dalam sampel air dengan cara uji laboratorium terkait dengan sifat fisik dan kimia air.

2 Geologi

Kabupaten Konawe Selatan merupakan satu bagian dengan pulau Sulawesi yang terletak dalam lembar geologi Kolaka. Geologi regional lembar Kolaka (Simanjuntak, dkk., 1994) disusun oleh satuan batuan yang dapat dikelompokkan kedalam batuan Paleozoikum, Mesozoikum dan Kenozoikum. Kelompok Paleozoikum berumur Karbon. Kelompok batuan yang termasuk Paleozoikum terdiri atas Batuan Terobosan (PTR_(g)), Batuan Malihan Paleozoikum (Pzm) dan Pualam Paleozoikum (Pzmm). Kelompok batuan yang termasuk Mesozoikum berumur Trias terdiri atas Formasi Tokala (TRJt), Batuan Ofiolit (Ku) dan Formasi Matano (Km). Sedangkan kelompok Kenozoikum terdiri atas Formasi Salodik (Tems), Formasi Pandua (Tmpp), Formasi Alangga (Qpa), Terumbu Koral Kuartar (Ql), dan Aluvium (Qa).

Ketersediaan sumber daya bahan galian nikel laterit di wilayah Kabupaten Konawe Selatan didukung oleh jenis batuan yang menyusun wilayah tersebut, yaitu satuan batuan ultramafik dengan jenis Peridotite dan Serpentin yang menghasilkan suatu profil endapan nikel laterit (Gambar 2).



Gambar 2. Profil endapan nikel laterit yang ada di wilayah Kabupaten Konawe Selatan

Keberadaan endapan nikel laterit di Kabupaten Konawe Selatan sangat berhubungan atau berasosiasi dengan keterdapatannya batuan ultramafik di kawasan ini. Berdasarkan tatanan geologinya, keberadaan batuan ultramafik seperti dunit dan peridotit kemungkinan berasal dari lempeng Samudera Laut Banda yang tersingkap ke permukaan akibat mekanisme obduksi yang dimulai sejak Zaman Kapur.

Penyebaran zona lateritisasi di daerah ini secara umum memperlihatkan bentuk yang tidak merata, baik secara lateral maupun secara vertikal. Kondisi semacam ini menunjukkan bahwa intensitas pelapukan dan lateritisasi yang berlangsung tidak merata pada semua tempat. Hal ini terutama sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiografi wilayah (landform) yang umumnya memperlihatkan kenampakan bentangalam yang cukup bervariasi dengan gradien yang cukup besar.

Bukaan lahan tambang di daerah Sulawesi Tenggara yang dilakukan dengan metode open pit mining memperlihatkan lahan dengan tanpa tutupan vegetasi dan bahkan tidak sedikit dijumpai lahan dengan lubang yang sangat besar bekas galian pit. Lahan dengan karakteristik seperti ini, akan menyebabkan berbagai permasalahan lingkungan baik secara fisik maupun secara kimiawi. Perubahan fisik yang terjadi pada lahan pertambangan menyebabkan perubahan morfologi wilayah pertambangan, degradasi lahan seperti profil tanah berubah, terjadi pemadatan tanah (bulk density), kekurangan unsur hara tanah yang penting, perubahan unsur kimia air tanah, pH rendah, pencemaran oleh logam-logam berat serta penurunan populasi mikroba tanah. Perubahan kimiawi terutama berdampak pada perubahan airtanah dan air permukaan.

3 Data dan Metodologi

3.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah deskripsi detail kondisi airtanah di sekitar lokasi penambangan yang ada di Kabupaten Konawe Selatan, sedangkan data sekunder berupa peta topografi dan peta sebaran batuan ultrabasa di Kabupaten Konawe Selatan. Selain itu, uji laboratorium juga dilakukan untuk menganalisis kandungan mineral logam pada sampel air.

3.2 Metodologi

Analisis yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran pada air yang berada di lokasi pertambangan yaitu menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Parameter yang digunakan dalam menentukan nilai IP kualitas air adalah dengan cara membandingkan nilai konsentrasi standar baku mutu air (C_i) dengan konsentrasi parameter kualitas air yang didapatkan di laboratorium (L_{ij}). Jika PI_j adalah Indeks Pencemaran maka secara matematis metode penentuan kualitas air dapat dituliskan dalam **Pers. 1** berikut:

$$PI_j = (C_1/L_{1j}, C_2/L_{2j}, \dots C_i/L_{ij}) \quad (1)$$

Tiap nilai C_i/L_{ij} menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air. Nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai $C_i/L_{ij}=1,0$ adalah nilai yang kritis, karena nilai ini

diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika $C_i/L_{ij} > 1,0$ untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air digunakan untuk peruntukan (j). Jika parameter ini adalah parameter yang bermakna bagi peruntukan, maka pengolahan mutlak harus dilakukan bagi komponen air tersebut. Pada model IP digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rata-rata dari keseluruhan nilai C_i/L_{ij} sebagai tolok-ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai C_i/L_{ij} bernilai lebih besar dari 1. Jadi indeks ini harus mencakup nilai C_i/L_{ij} yang maksimum (**Pers. 2**).

$$PI_j = \{(C1/L1j)R, (C1/L1j)M\} \quad (2)$$

Dengan $(C1/L1j)R$ adalah nilai rata-rata dan $(C1/L1j)M$ adalah nilai maksimum.

Jika $(C1/L1j)R$ merupakan ordinat dan $(C1/L1j)M$ merupakan absis maka PI_j merupakan titik potong dari $(C1/L1j)R$ dan $(1/L1j)M$ dalam bidang yang dibatasi oleh kedua sumbu tersebut. Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai $(C1/L1j)$ adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai maksimum $(C1/L1j)$ dan atau nilai $(C1/L1j)$ makin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan makin besar pula. Jadi panjang garis dari titik asal hingga titik PI_j diusulkan sebagai faktor yang memiliki makna untuk menyatakan tingkat pencemaran dengan bentuk pada **Pers. 3** berikut:

$$PI_j = M \sqrt{\frac{(C1/L1j)^2 R + (C1/L1j)^2 M}{2}} \quad (3)$$

Dengan M sebagai faktor penyeimbang.

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat pencemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu (**Tabel 1**) dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.

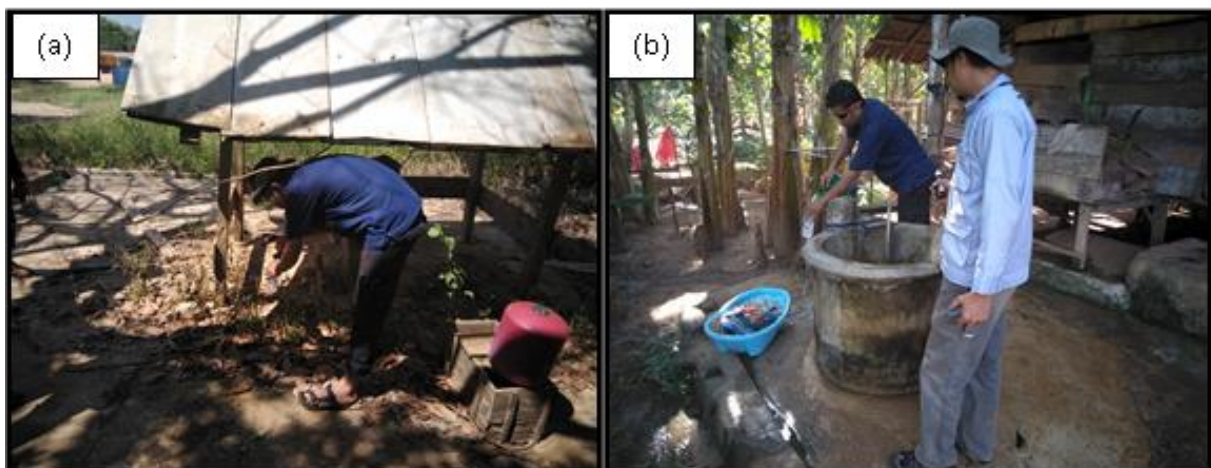
Tabel 1. Evaluasi nilai PI terhadap tingkat pencemaran

PI	Deskripsi
$0 \leq P_{ij} \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu
$1,0 \leq P_{ij} \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,0 \leq P_{ij} \leq 10$	Cemar sedang
$P_{ij} \geq 10$	Cemar berat

4 Hasil dan Diskusi

Bukaan lahan tambang di daerah Kabupaten Konawe Selatan yang dilakukan dengan metode *open pit mining* memperlihatkan lahan dengan tanpa tutupan vegetasi. Berdasarkan observasi yang dilakukan terhadap bukaan lahan pertambangan yang ada, telah dijumpai berbagai kondisi bukaan lahan berupa pengupasan lahan dengan menembus lapisan air tanah (akuifer), lahan bekas dengan lubang yang sangat besar, lahan bekas tanpa reklamasi, pengupasan lahan yang berdekatan dengan area persawahan, dan pengupasan lahan yang berhubungan dengan air permukaan (sungai). Bukaan lahan dengan kondisi tersebut, dapat memungkinkan memberikan permasalahan lingkungan, diantaranya kondisi airtanah dan air permukaan.

Sampel air yang dianalisis kualitasnya terdiri atas sampel airtanah dari air sumur dan sampel air permukaan pada aliran air sungai. Air sumur dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan seperti sumber air minum, memasak, dan mencuci. Sedangkan air sungai digunakan sebagai sumber untuk mengairi area persawahan, minuman ternak, dan untuk mandi serta mencuci. Jumlah sampel air sumur terdiri atas dua sampel (Konsel 4 dan Konsel 8) dan jumlah sampel air sungai terdiri atas 6 sampel (Konsel 2, Konsel 3, Konsel 5, Konsel 6, Konsel 7, dan Konsel 9). Sampel Konsel 4 dan Konsel 8 merupakan sampel air tanah berupa air sumur bor (**Gambar 3a**) dan sumur gali (**Gambar 3b**) yang digunakan sebagai sumber air minum, memasak, dan mencuci di dalam dan sekitar kawasan pertambangan. Sedangkan sampel Konsel 2, Konsel 3, Konsel 5, Konsel 6, Konsel 7, dan Konsel 9 merupakan sampel air permukaan berupa air sungai (**Gambar 4**) yang berhubungan dengan bukaan lahan pertambangan baik yang terdapat dalam area bukaan maupun air sungai yang menerus ke area persawahan dan pemukiman (**Gambar 5**). Adapun hasil pengujian parameter kualitas air terhadap sampel-sampel air tersebut ditunjukkan pada **Tabel 2**.



Gambar 3. Sampel air tanah: (a) Sumur bor dalam kawasan pertambangan (Konsel 4), (b) Sumur gali di sekitar kawasan pertambangan (Konsel 8)

Data unsur mineral yang berasal dari laboratorium selanjutnya dihitung berdasarkan metode Indeks Pencemaran untuk menentukan status mutu air sesuai dengan peruntukannya. Adapun hasil dari analisis sampel air yang ada di sekitar lokasi pertambangan Kabupaten Konawe Selatan ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Analisis kualitas air di sekitar lokasi pertambangan yang ada di Kabupaten Konawe Selatan didasarkan atas dasar pemanfaatannya. Lokasi pertambangan di Kabupaten Konawe Selatan terletak di sekitar pemukiman penduduk dan persawahan. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 115 tahun 2003, air yang digunakan oleh masyarakat yang ada di sekitar lokasi pertambangan dapat dikelompokkan sebagai status mutu air Kelas I dan Kelas II. Sampel air yang berada di sekitar lokasi pertambangan yang ada di Kabupaten Konawe Selatan memperlihatkan warna yang keruh dan ini terkonfirmasi dengan hasil analisis laboratorium yang menunjukkan air di lokasi tersebut telah mengalami pencemaran ringan. Air di sekitar lokasi

pertambangan yang ada di Kabupaten Konawe Selatan jika dimanfaatkan sebagai peternakan dan pertanian masih memenuhi standar baku mutu air.



Gambar 4. Sampel air sungai: (a) Sungai Konsel 2, (b) Sungai Konsel 3, (c) Sungai Konsel 5, (d) Sungai Konsel 6, (e) Sungai Konsel 7, dan (f) Sungai Konsel 9

Tabel 2. Hasil analisis parameter kualitas sampel air di wilayah Kabupaten Konawe Selatan

No	Parameter Kualitas Air	Satuan	Kode Sampel							
			Konsel2	Konsel3	Konsel4	Konsel5	Konsel6	Konsel7	Konsel8	Konsel9
1	TDS	mg/L	79,54	89,61	98,56	89,48	83,42	83,93	91,88	1214,32
2	Kekeruhan	NTU	1,18	1,69	3,62	2,14	3,84	3,74	2,91	362,16
3	DHL	µmhos/cm	149,08	155,82	154,32	153,92	145,15	213,63	158,34	359,06
4	Salinitas	o/oo	1	1	1	1	1	1	1	2
5	pH		7,34	7,51	7,26	7,31	7,35	7,28	7,22	7,66
6	DO	mg/L	2,49	2,74	3,78	3,64	4,15	3,55	3,94	1,68
7	BOD	mg/L	0,64	0,26	1,23	1,38	1,28	1,25	1,16	0,64
8	COD	mg/L	42,85	31,86	34,52	21,79	28,84	29,58	32,77	51,63
9	Besi (Fe)	mg/L	0,0239	0,0227	0,0083	0,0068	0,0079	0,0065	0,0094	0,7153
10	Logam Berbahaya									
11	Arsen (As)	mg/L	0,0007	0,0002	0,0005	0,0009	0,0008	0,0005	0,0007	0,0011
12	KromiumVI (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,0028	0,0039	0,0033	0,0034	0,0022	0,0022	0,0026	0,0073
13	Kadmium (Cd)	mg/L	0,0019	0,0016	0,0006	0,0015	0,0009	0,0014	0,0013	0,0042
14	Tembaga (Cu)	mg/L	0,0022	0,0018	0,0016	0,0014	0,0021	0,0018	0,0025	0,0061
15	Seng (Zn)	mg/L	0,0021	0,0018	0,0028	0,0019	0,0017	0,0024	0,0022	0,0032
16	Timbal (Pb)	mg/L	0,0011	0,0012	0,0006	0,0016	0,0006	0,0012	0,0009	0,0021

Tabel 3. Rekapitulasi nilai indeks pencemaran dan status mutu air berdasarkan peruntukannya Kabupaten Konawe Selatan

No.	Stasiun	Nilai IP Berdasarkan Peruntukan		Status Mutu Air Berdasarkan Peruntukan	
		Kelas I	Kelas III	Kelas I	Kelas III
1.	Air Sumur Konsel 4	2,65	0,58	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
2.	Air Sumur Konsel 8	2,57	0,56	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
3.	Air Sungai Konsel 2	3,23	0,81	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
4.	Air Sungai Konsel 3	3,05	0,76	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
5.	Air Sungai Konsel 5	2,41	0,61	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
6.	Air Sungai Konsel 6	2,37	0,52	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
7.	Air Sungai Konsel 7	2,48	0,62	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu
8.	Air Sungai Konsel 9	3,88	0,99	Tercemar ringan	Memenuhi baku mutu

Air yang berasal dari pertambangan mengandung berbagai mineral logam berbahaya yang pada batas ambang tertentu dapat mempengaruhi wilayah yang ada di sekitarnya. Air tersebut akan mengalir menuju sungai, bendungan dan lebih jauh akan masuk ke dalam sumur yang ada di sekitar lokasi penambangan. Masuknya air penambangan ke dalam sumur dapat terjadi ketika aliran air yang berasal dari penambangan masuk ke bawah permukaan tanah melalui rekahan batuan atau pori-pori tanah. Air yang mengandung berbagai macam mineral dari aktifitas penambangan tersebut akan terus mengalir bahkan sampai ke sumur-sumur yang digunakan oleh penduduk yang ada di sekitar lokasi penambangan.

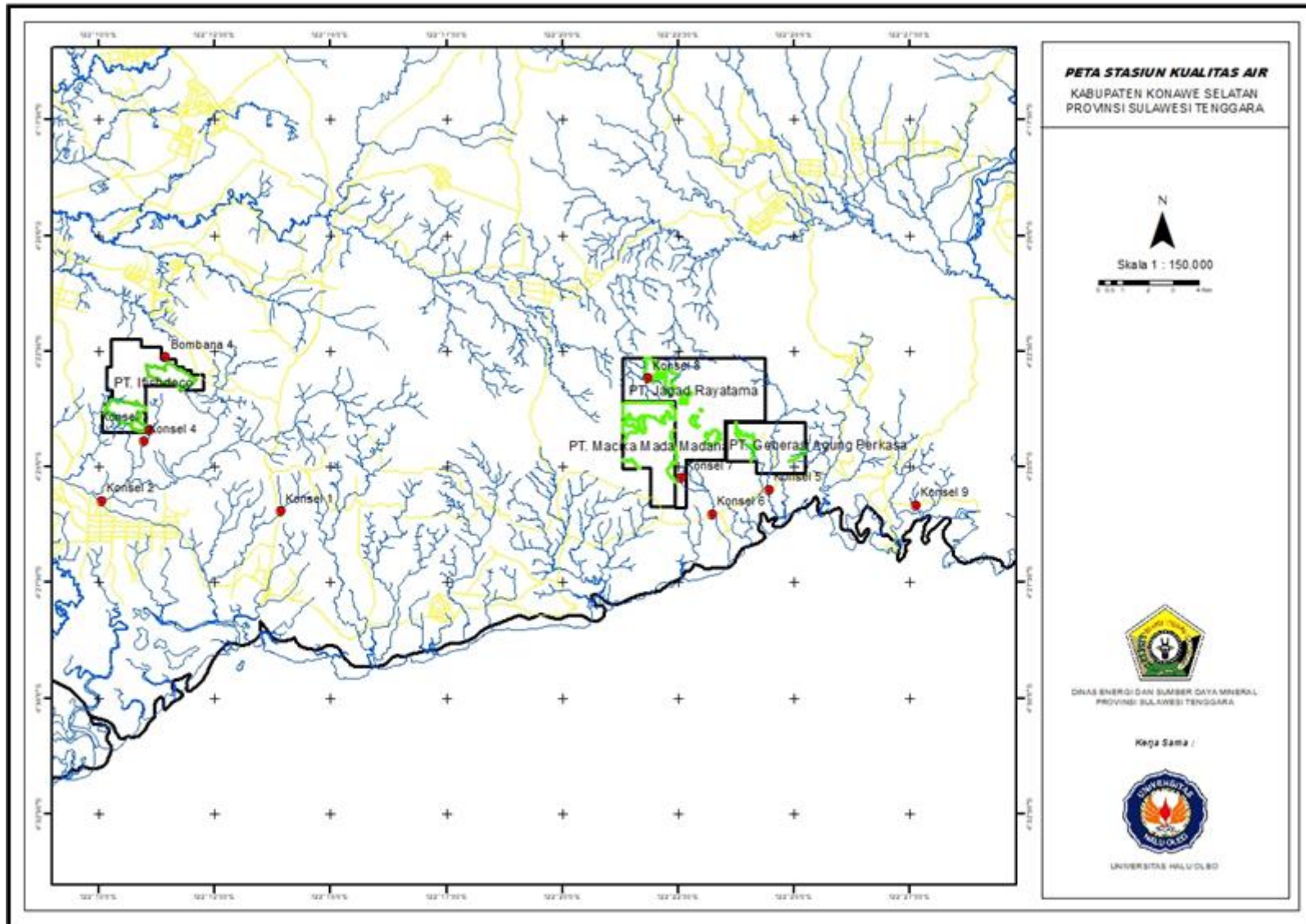
Berdasarkan pengamatan fisik, air di sekitar lokasi penambangan (sungai dan bendungan) telah mengalami perubahan warna menjadi lebih keruh. Hal ini mengindikasikan bahwa air tersebut telah mengalami pencemaran. Berdasarkan hasil analisis (lihat **Tabel 2**), beberapa logam berbahaya yang ada pada sampel air di sekitar lokasi pertambangan Kabupaten Konawe Selatan seperti Arsen (As), Kromium VI (Cr+6), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Seng (Zn) dan Timbal (Pb). Dalam konsentrasi yang normal logam-logam tersebut bermanfaat dalam kehidupan. Akan tetapi ketika logam-logam tersebut berada di lingkungan dalam konsentrasi yang tinggi maka akan menjadi racun dan berbahaya bagi kesehatan manusia, hewan, dan tanaman. Jika dibandingkan dengan baku mutu air, kandungan logam berbahaya dalam semua stasiun pengamatan masih berada di bawah kadar maksimum yang diperbolehkan.

5 Kesimpulan

Areal pertambangan yang ada di Kabupaten Konawe Selatan terletak di sekitar lokasi pemukiman penduduk dan persawahan. Air yang ditemukan pada sungai dan bendungan di sekitar lokasi pertambangan berwarna keruh. Selain itu, ditemukan beberapa unsur logam berbahaya pada sampel antara lain: Arsen (As), Kromium VI (Cr+6), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Seng (Zn) dan Timbal (Pb). Analisis sampel air yang menggunakan metode Indeks Pencemaran menunjukkan bahwa sampel air yang diambil dari sumur penduduk, sungai dan bendungan telah mengalami pencemaran ringan.

Referensi

- Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Jakarta.
- ESDM, 2018. Laporan Gubernur Terhadap Kegiatan Pertambangan di Provinsi Sulawesi Tenggara, Triwulan I, Kendari.
- Nemerow, N.L., dan Sumitomo, H., 1970. Benefits of Water Quality Enhancement, Report No, 16110 DAJ. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Syracuse University, Syracuse, NY, Nemerow, N. L., 1985, Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution, Van Nostrand Reinhold Company, New York. hal. 42-80.
- Saraswati, S.P., Sunyoto, S., Kironoto, B.A., Hadisusanto, S., 2014. Kajian bentuk dan sensitivitas rumus indeks PI, Storet, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis di indonesia (Assessment of the Forms and Sensitivity of the Index Formula PI, Storet, CCME for determine water quality status). J. Mns. dan Lingkung. 21, 129–142. <https://doi.org/10.22146/jml.18536>
- Simandjuntak, T.O., Surono, Sukido, 1993. Keterangan Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, Skala 1:250.000, Puslitbang Geologi, Badan Geologi.
- Surono, 2013. Geologi Lengan Tenggara Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.



Gambar 5. Peta lokasi pengambilan sampel air wilayah Kabupaten Konawe Selatan